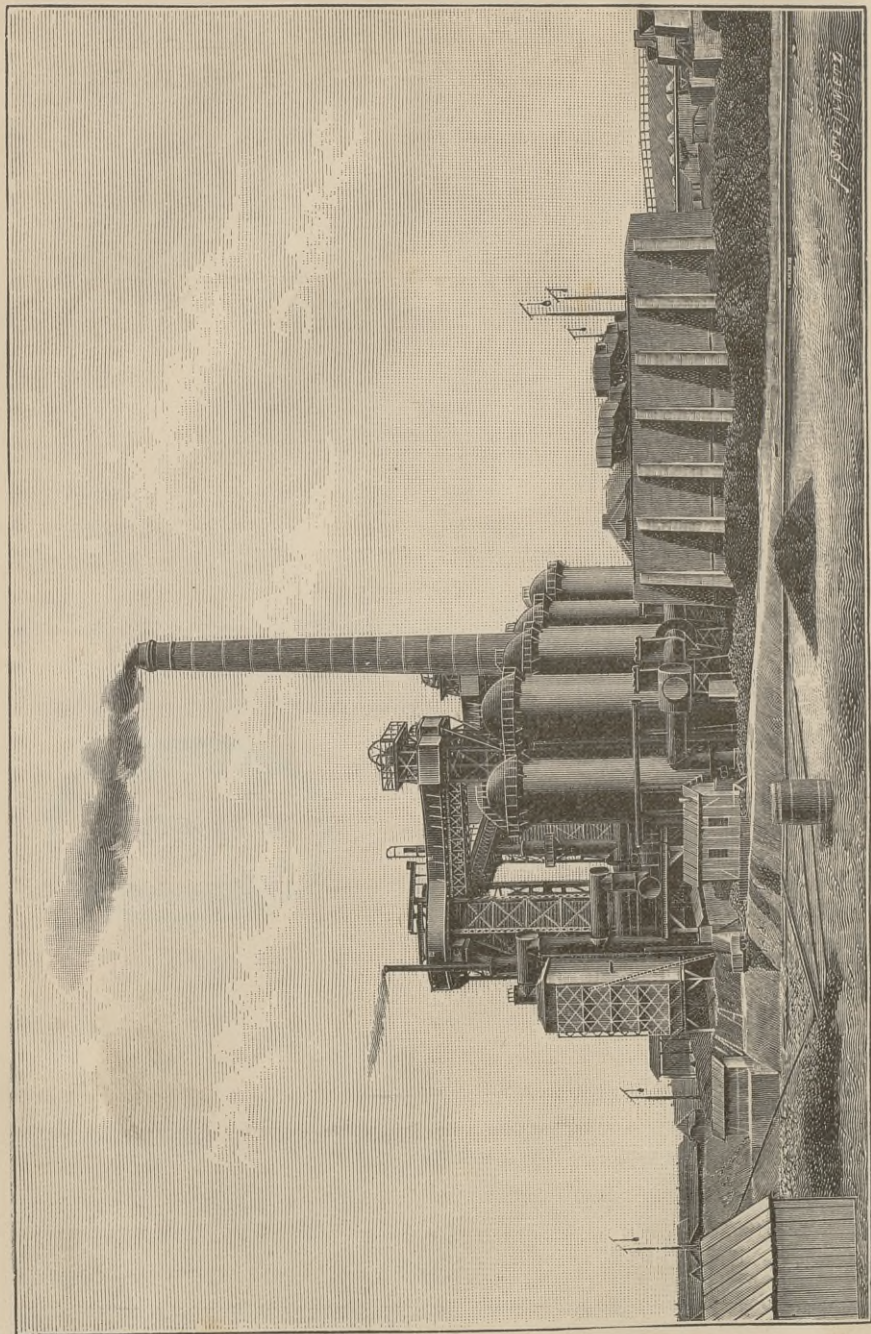


GEMEINFÄSSLICHE
DARSTELLUNG DES
EISENHÜTTENWESENS



HERAUSGEGEBEN VOM VEREIN
DEUTSCHER EISENHÜTTENLEUTE.





GEMEINFÄSSLICHE DARSTELLUNG

DES

EISENHÜTTENWESENS.



HERAUSGEGEBEN

VOM

VEREIN DEUTSCHER EISENHÜTTENLEUTE
IN DÜSSELDORF.

4. AUFLAGE



1901.

IM COMMISSIONSVERLAG VON A. BAGEL IN DÜSSELDORF.

II 5210



Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort zur ersten Auflage	IX
Vorwort zur zweiten Auflage	X
Vorwort zur dritten Auflage	XI
Vorwort zur vierten Auflage	XI

I. Theil.

Die Darstellung des Eisens.

Einleitung.

Erklärung des Begriffes Eisen	1
Bestandtheile der Eisenlegirungen	1
Benennung der Eisensorten	2

I. Abschnitt.

Die Darstellung des Roheisens.

Die Rohstoffe.

Verbreitung und Vorkommen des Eisens	4
Die Eisenerze und andere eisenreiche Rohstoffe	5
Das Rösten der Eisenerze	7
Die Zuschläge	7
Die Brennstoffe	8
Die Luft	9
Die Erhitzung des Gebläsewindes	9

Der Hochofen.

Die Innengestalt des Hochofens	13
Der Hochofen als Bauwerk	15

Der Betrieb des Hochofens.

Der Möller und das Beschicken	17
Der Hochofenproceß	18
Die Betriebsstörungen	20

Die Erzeugnisse.

Die Schlacke und ihre Verwendung	21
Das Roheisen; seine Arten, deren Entstehung und Verwendung	22
Roheisen-Analysen	24

II. Abschnitt.

Die Darstellung des schmiedbaren Eisens.

Herdfrischen und Puddeln.

	Seite
Benennung der schmiedbaren Eisensorten	25
Unmittelbare und mittelbare Erzeugung schmiedbaren Eisens	26
Das Herdfrischen	26
Der Puddelofen	27
Der Verlauf des Puddelprocesses	27

Die Birnenverfahren.

Geschichtliches	32
Unterschied des Bessemerns vom Puddeln	33
Der Bessemerofen	34
Der Verlauf des Bessemerprocesses	35
Der basische oder Thomasproceß	37
Vorzüge desselben vor dem sauren Proceß	39

Das Flammofenverfahren.

Geschichtliches	40
Die Siemenssche Gasfeuerung	41
Der Martinofen	43
Ausführung und Unterarten des Flammofenverfahrens	43
Das basische Flammofenverfahren	44

Das Tempern.

Zweck des Temperns	44
Das Wesen des Temperprocesses	44
Verwendung des Tempergusses	45

Das Cementiren und die Erzeugung des Raffinirstahls, sowie des Tiegelflußstahls.

Das Cementirverfahren	45
Das Schweißen und das Gärben	46
Das Umschmelzen im Tiegel	46

III. Abschnitt.

Die Formgebungsarbeiten.

Die Eisengießerei.

Geschichtliches	47
Das Gießereiroheisen und das Flußeisen	48
Das Umschmelzen des Roheisens	49
Das Formen nach Modellen	50
Die Formmaschinen	51
Das Formen mit Schablonen	52
Der Hartguß	54

Schmieden und Walzen.

	Seite
Das Schmieden (Dampfhammer und Schmiedepresse)	55
Das Wesen des Walzens	56
Die Wärmvorrichtungen	57
Die Einrichtung der Walzwerke	58
Das Blechwalzwerk	59
Das Drahtwalzwerk	60
Das Radreifenwalzwerk	61
Das Röhrenwalzwerk	61

Die Prüfung des Eisens.

Prüfung des Roheisens	62
Prüfung des schmiedbaren Eisens	63
Proben auf die Bearbeitungsfähigkeit:	
Die Zerreißprobe	64
Die Biegeprobe	65
Die Schlagprobe	65

II. Theil.**Wirtschaftliche Bedeutung des Eisengewerbes.****Allgemeines.**

Die Erzeugung von Kohle, Eisenerz und Eisen auf der ganzen Erde	68
Die Erzeugung der einzelnen Industrieländer im besonderen	68

Das Eisengewerbe in den einzelnen Hauptländern.

a) Deutschland einschl. Luxemburg.

Förderung und Einfuhr von Kohlen und Eisenerzen	76
Größe der Roheisenerzeugung	78
Geographische Vertheilung derselben	79

b) Großbritannien.

Produktionsbedingungen	85
Menge der Erzeugung	86

c) Vereinigte Staaten von Amerika.

Wirtschaftliche Verhältnisse der Erzeugung	89
Geographische Vertheilung des Eisengewerbes	90

d) Frankreich	98
e) Belgien	100
f) Oesterreich-Ungarn	101
g) Rußland	103
h) Schweden	106
i) Spanien	107
k) Italien	109
l) Uebrige Länder	110

	Seite
Statistische Mittheilungen über Kupfer, Blei, Zink, Zinn, Aluminium und Quecksilber	111
Eisenbahnen und Wasserstraßen	113
Arbeiterverhältnisse	117
Eisenzölle	125
Die Zukunft des Eisengewerbes	126

Anhang.

A. Liste der deutschen und luxemburgischen Hochofenwerke nebst Angabe ihrer Leistungsfähigkeit	130
B. I. Liste der deutschen und luxemburgischen Flusseisenwerke mit Walzwerken	136
II. Liste der deutschen Stahlformgußwerke	140
C. Liste der deutschen Puddelwerke	142



Vorwort zur ersten Auflage.

Kohle und Eisen beherrschen die Welt. Die Geschichte des Eisens ist die Geschichte unserer gewerblichen Entwicklung. Eisen vermittelt den Verkehr über Land und Meer, trägt des Menschen Wort blitzschnell in die weiteste Ferne, spinnt und webt das schützende Kleid, beackert die fruchtbare Erde, schneidet und mahlt das gereifte Korn, hebt und verarbeitet die unterirdischen Schätze, wird leider auch zur grausamsten Waffe, die in kürzester Zeit das zerstört, was rastloser Fleiß geschaffen.

Moleschott wagte einst den vielangefochtenen Ausspruch: »Ohne Phosphor kein Gedanke.« Wir aber dürfen mit Recht sagen: Ohne Eisen kein Gewerbe, kein Handel, keine geistige Regsamkeit, keine Gesittung und Behaglichkeit des Lebens.

Die Machtstellung eines Landes ist nicht zum geringsten Theil von seiner wirthschaftlichen Blüthe abhängig, in deren Pflege einsichtige Staatsleute eine Pflicht sehen. Das Eisengewerbe beansprucht dabei eine der ersten Stellen.

Wohl darf man von Gebildeten der Gegenwart verlangen, daß ihm die Haupteigenschaften der verschiedenen Eisenarten, ihre Darstellung und weitere Verarbeitung einigermaßen bekannt seien. Leider gilt dies von der Mehrzahl keineswegs.

Es fehlte nicht an Versuchen, durch gemeinschaftliche Abhandlungen die Lücke auszufüllen. Der »Verein deutscher Eisenhüttenleute« veröffentlichte 1880 in der »Kölnischen Zeitung« eine Reihe solcher Aufsätze, welche Beifall fanden, zweimal im Sonderabdruck erschienen, nunmehr aber vergriffen sind. Einleitung und Besprechung des Roheisens waren vom Unterzeichneten, der wichtige Abschnitt über das schmiedbare Eisen von Hrn. Dr. J. Kollmann — gegenwärtig in Frankfurt a. M. — verfaßt.

Vielseitigen Wünschen folgend, tritt der Verein mit einer neuen, von der früheren gänzlich unabhängigen Ausgabe in die Oeffentlichkeit. Es erschien zweckmäßig, die Hauptarbeit — den technischen Theil — einer einzigen berufenen Kraft anzuvertrauen,

welche wir in dem Director der rheinisch-westfälischen Hütten-
schule zu Bochum fanden. Hr. Th. Beckert kennt die einzelnen
Betriebszweige aus eigener Thätigkeit auf verschiedenen Hütten-
werken und hat seine schriftstellerische Befähigung durch einen
vortrefflichen Leitfaden zur Eisenhüttenkunde bewiesen. Die Theil-
nahme des Unterzeichneten beschränkte sich auf Anregung, Rath-
schläge und den wirthschaftlichen Schluß.

Nirgends bietet die Erde das Eisen in fertiger Gestalt dar,
sondern nur in verwickelten chemischen Verbindungen. Mittels
schwieriger Verfahren wird das Eisen geschieden, umgewandelt
und in zahllose Gebilde verwandelt, vom hundert Tonnen schweren
Ambossstock mächtiger Dampfhammer bis zum niedlichen Kunst-
werk für Prunktische, vom 15 Meter langen Riesengeschütz bis
zur winzigen Nähnadel, bis zum feinsten Theil einer Taschenuhr.
Just diese großen Schwierigkeiten haben wahrscheinlich die Fort-
schritte mehr gefördert als gehemmt, die geistigen und materiellen
Anstrengungen erst recht angespornt.

Es ist keine leichte Aufgabe, das Alles in knapper, gemein-
verständlicher Form darzustellen. Der französische Gelehrte Arago
sagte in der Vorrede seiner populären Astronomie: »Klarheit ist
Höflichkeit von seiten derer, welche öffentlich reden.« Das sei
auch unser Bestreben, doch dürfte volles Verständniß ohne jegliche
Kenntniß der Anfangsgründe von Chemie und Physik kaum
möglich sein.

April 1889.

J. Schlink.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Die 1500 Abdrücke der ersten Ausgabe wurden in sehr
rascher Zeit vergriffen. Viele Nachbestellungen blieben unerledigt.
Eine zweite Auflage dürfte demnach Bedürfnis sein. Sie unter-
scheidet sich von der ersten durch Beigabe von Abbildungen und
eine wesentliche Vermehrung des wirthschaftlichen Theiles.

Möge das anspruchslose Büchlein auch in seiner neuen Gestalt
günstige Aufnahme finden.

April 1890.

Die Verfasser.

Vorwort zur dritten Auflage.

Die zweite Auflage ist bereits seit längerer Zeit vollständig ausgegeben; zahlreich nach dem Buch einlaufende Anfragen hatten den Vereinsvorstand bereits vor einiger Zeit zu dem Beschlufs geführt, eine neue Auflage herauszugeben, deren Fertigstellung sich indessen aus verschiedenen Gründen verzögerte.

Der Verein hat inzwischen den Verlust von J. Schlink, dem Verfasser des wirthschaftlichen Theils, zu beklagen gehabt. Die Verdienste des zu früh Verblichenen um den Verein deutscher Eisenhüttenleute sind in seinen Annalen mit unverlöschlichen Lettern eingetragen; sie erstrecken sich auch auf die Herausgabe des vorliegenden Buchs, dessen geistiger Urheber er ist. Ihm sei daher auch an dieser Stelle eine Zähre wehmuthsvollen Andenkens gewidmet, es sei seiner von eigenartiger Kraft strotzenden Persönlichkeit in treuer Dankbarkeit gedacht.

Die Neubearbeitung des wirthschaftlichen Theils wurde dem Geschäftsführer des Vereins, Ingenieur E. Schrödter, übertragen. Wo es anging, hat derselbe sich an seinen Vorgänger angelehnt, indessen machten die Umwälzungen, welche sich zwischenzeitlich auf vielen wirthschaftlichen Gebieten vollzogen haben, stellenweise eine völlige Neubearbeitung erforderlich. Der Umfang dieses Theils ist dabei um einen Bogen gestiegen.

Auch in dem I. Theil ist dem Fortschritt der Neuzeit Rechnung getragen und durch Beigabe neuer Abbildungen das Verständniß weiter erleichtert.

Düsseldorf, im April 1896.

Die Verfasser.

Vorwort zur vierten Auflage.

In der vierten Auflage haben die inzwischen bekannt gewordenen Fortschritte im Eisenhüttenwesen sowie die Vorgänge auf den zugehörigen wirthschaftlichen Gebieten entsprechende Berücksichtigung gefunden.

Häufig an die Geschäftsführung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute ergangene Anfragen nach Mittheilung von Adressen deutscher Hüttenwerke waren Anlaß, dem Buche in einem Anhang ein Verzeichniß der deutschen und luxemburgischen Hochofen-, Flufseisen- und Schweißseisenwerke beizugeben. Den einzelnen Werksleitungen, welche in liebenswürdiger Weise die erforderlichen Auskünfte hierzu gaben, sei an dieser Stelle verbindlicher Dank abgestattet.

Düsseldorf, im November 1900.

Die Verfasser.



I. Theil.



Die Darstellung des Eisens.

Von Th. Beckert.

Einleitung.

Auf die Frage „Was ist Eisen?“ wird man in neun Fällen von zehn die Antwort erhalten: „Ein Metall“, und doch ist dies unrichtig.

Allerdings giebt es in der Klasse der Metalle ein Element dieses Namens, aber das Eisen, das in den Gewerben verwendet wird, ist kein Element, sondern eine Legirung; denn chemisch reines Eisen wird technisch nicht verwerthet, da seine Herstellung viel zu kostspielig ist.

Obwohl man unter „Legirungen“ meist nur Lösungen von Metallen ineinander versteht, also z. B. von Zink oder Zinn in Kupfer (Messing, Bronze), so muß dieser Begriff heute doch weiter gefaßt und auch auf Lösungen von Nichtmetallen in Metallen ausgedehnt werden. Zu dieser letzteren Klasse von Legirungen gehört unser Eisen.

Der Zweck des Legirens ist, die Eigenschaften der von der Natur uns dargebotenen Metalle so zu verändern, daß dadurch ihre Zahl gewissermaßen vermehrt wird. Durch Zumischen eines oder mehrerer anderen ändern die Metalle ihre Farbe (das rothe Kupfer wird durch Zinkzusatz zu gelbem Messing, durch fernere Beimischung von Nickel zu weißem Neusilber), die Schmelztemperatur, die Härte u. s. w., und zu so bedeutenden Veränderungen genügt häufig nur sehr wenig des im Grundmetalle gelösten Stoffes.

In den Eisenlegirungen finden wir fast ausnahmslos Silicium, Phosphor, Schwefel, Mangan und stets Kohlenstoff, dessen Einfluß auf die Eigenschaften des Eisens ein so tiefgreifender ist, daß die durch ihn bedingten Unterschiede seit Jahrhunderten die Grundlage bilden für die Eintheilung des Eisens in mehrere Sorten.

Die Chemie erst lehrte uns den innigen Zusammenhang kennen, in welchem die Verschiedenheiten der Eisensorten zu der Menge und der Art des gelösten Kohlenstoffes stehen.

Während manches Eisen so weich und zähe ist, daß es sich prägen und zu Draht ziehen läßt, ist anderes so hart, daß es zu Werkzeugen für die Bearbeitung anderer sehr harter Stoffe dienen kann; die eine Sorte läßt sich schmieden, die andere nicht; das eine Eisen hat hohe, das andere niedere Schmelztemperatur; ja das eine sieht auf dem frischen Bruche (nur dessen Farbe allein kann in Betracht kommen, da die Oberfläche infolge Einwirkung des Sauerstoffes in der Hitze stets schwarz wird) dunkelgrau bis schwarz aus, zeigt körnig-krystallinisches Gefüge; das andere ist weiß und aus großblättrigen Krystallen zusammengesetzt.

Alle diese Abweichungen werden durch den anwesenden Kohlenstoff hervorgerufen, von welchem wir vier verschiedene, durch die äußeren Umstände bedingte und ineinander überführbare Formen zu unterscheiden haben.

Im flüssigen Eisen ist sämtlicher Kohlenstoff gleichmäßig gelöst, legirt, und in diesem Zustande nennen wir ihn Härtungskohle. Erstarrt das Eisen plötzlich, so verbleibt der Kohlenstoff in diesem legirten Zustande; geht aber die Erstarrung und die nachfolgende Abkühlung allmählich vor sich, so trennt sich bei etwa 1100° ein mehr oder minder großer Theil des Kohlenstoffes von dem Eisen, krystallisirt zwischen den Eisentheilchen zu Graphit. Bei weiterer langsam vorschreitender Abkühlung scheidet sich bei etwa 700° eine Verbindung von Eisen und Kohlenstoff, Eisencarbid, aus der Grundmasse aus und nur ein kleiner Rest bleibt in dieser als Härtungskohle gelöst. Die vierte, Temperkohle genannte Form bildet sich in plötzlich erstarrtem und abgekühltem, an Härtungskohle reichem Eisen, wenn es andauernd auf helle Glühtemperatur erhitzt wird; sie besteht ebenfalls aus freien, zwischen den Eisentheilchen sichtbaren Ausscheidungen, die aber nicht krystallisirt, sondern amorph sind.

Unter Zugrundelegung der Menge und der Art des in ihm enthaltenen Kohlenstoffes erhalten wir hiernach folgende Eintheilung des erstarrten Eisens:

- I. **Roheisen** mit 2,3% und mehr Kohlenstoff, schmilzt bei verhältnißmäßig niedrigen Temperaturen (1075 bis 1275°) und läßt sich nicht schmieden.

- a) Weißes Roheisen; sämtlicher Kohlenstoff ist als Härtungskohle in dem Eisen gelöst; die Legirung ist sehr hart, spröde, von weißer Farbe und wird nur dargestellt zum Zwecke der Umwandlung in schmiedbares Eisen.
- b) Graues Roheisen, in dem ein mehr oder minder großer Theil des Kohlenstoffes als Graphit eingelagert und nur der Rest als Härtungskohle gelöst ist. Es ist weicher, zäher, von hellgrauer bis schwarzer Farbe und wird zum Theil ebenfalls in schmiedbares Eisen verwandelt, zum Theil aber zur Erzeugung von Gufswaaren verwendet.

II. **Schmiedbares Eisen**, mit 1,6% und weniger Kohlenstoff, strengflüssiger, aber schmiedbar.

(Eisen mit 1,6 bis 2,3% Kohlenstoff findet in der Technik keine Anwendung.)

- a) Stahl. Bei plötzlicher Abkühlung eines glühenden Stückes (z. B. durch Eintauchen in Wasser) wird die Härte infolge Verhinderung des Aussaigerns von Eisencarbid merklich erhöht; es ist härtbar. Schmelztemperatur 1400 bis 1600°.
- b) Schmiedeeisen ist nicht merklich härtbar. Schmelztemperatur 1600° und höher. Die an sich geringe Kohlenstoffmenge ist größtentheils als Eisencarbid ausgesaigert und nur sehr wenig Härtungskohle in Lösung geblieben.

Die ehemals übliche Unterscheidung von Stahl und Schmiedeeisen nach dem Gehalt an Kohlenstoff ist heute, wo härtbare Eisensorten mit beträchtlichem Gehalt an Mangan, Silicium, Wolfram, Chrom und sehr geringem Kohlenstoffgehalt erzeugt werden, nicht mehr aufrecht zu erhalten; denn da es Zwischenstufen (Feinkorn-eisen, hartes Eisen) zwischen beiden giebt, die etwas härtbar sind, so läßt sich eine scharfe Grenze nicht ziehen, und die Wahl des Namens (Stahl oder Eisen) ist mehr oder weniger der Willkür des Erzeugers anheimgegeben.

Berücksichtigen wir nun noch die Art der Gewinnung und den Zustand, in dem sich das schmiedbare Eisen am Ende des Darstellungsverfahrens befindet, so erhalten wir die Unterabtheilungen: Schweisstahl und Flußstahl, bzw. Schweifeseisen und Flufseisen.

I. Abschnitt.

Die Darstellung des Roheisens.

Die Rohstoffe.

Nach der Berechnung des Naturforschers Clarke ist das Mengenverhältniß der die Erdkruste, einschließlic Meer und Luft, zusammensetzenden Elemente folgendes:

Sauerstoff . . .	49,98 %	Titan	0,30 %
Silicium	25,30 "	Kohlenstoff . . .	0,21 "
Aluminium . . .	7,26 "	Chlor u. Brom . .	0,15 "
Eisen	5,08 "	Phosphor	0,09 "
Calcium	3,51 "	Mangan	0,07 "
Magnesium . . .	2,50 "	Schwefel	0,04 "
Natrium	2,28 "	Barium	0,03 "
Kalium	2,23 "	Stickstoff	0,02 "
Wasserstoff . .	0,94 "	Cadmium	0,01 "

Alle übrigen Elemente treten in noch erheblich kleineren Mengen auf.

Von allen Schwermetallen ist somit Aluminium in der Kruste des Erdballes am meisten vertreten; leider hat es die an seine erleichterte Darstellung geknüpften vielseitigen Hoffnungen nicht erfüllt, und das Eisen, dessen Erze nächst denen des Aluminiums die verbreitetsten sind, wird voraussichtlich für immer das herrschende Metall bleiben.

In metallischer Form kommt Eisen nur äußerst selten in der Erde vor, und das kann bei seiner großen Neigung zu rosten nicht wundernehmen. Findet man dennoch hie und da Eisenklumpen, so sind es entweder Erzeugnisse vergessener hüttenmännischer Thätigkeit aus früheren Jahrhunderten, oder, wenn dies ausgeschlossen ist, Meteoriten, die dann als solche an dem nie fehlenden Nickelgehalte leicht erkannt werden können. Alles Eisen muß deshalb aus Eisenverbindungen hergestellt werden, und diese sind zum Glück in der Natur so verbreitet, daß, wenn überall die sonstigen Bedingungen für die Eisenerzeugung günstig wären, kein Volk gezwungen sein würde, anderen Nationen Eisen abzukaufen.

Unter den zahlreichen natürlichen Verbindungen des Eisens sind es in erster Linie die mit dem Sauerstoffe, die Oxyde, welche zur Eisendarstellung benutzt werden; hierher gehören:

1. Der Rotheisenstein, das wasserfreie Oxyd, das an der Sieg, Lahn und Dill in sehr grossem Mafsstabe, in geringerem im Sauerlande, an der Porta Westphalica, im Harz und im Erzgebirge gewonnen, in recht bedeutenden Mengen auch aus Nordspanien (vom Sommorostro bei Bilbao) und aus Nordafrika in Deutschland eingeführt wird.

2. Der Magneteisenstein, Eisenoxyduloxyd, ein in der Regel sehr reiches und reines Erz, dessen Vorkommen in Deutschland von geringer Bedeutung sind. Um so gröfsere Wichtigkeit besitzen die riesigen Lagerstätten in Mittel- und Nord-Schweden (Grängesberg, Gellivara), von woher es auch vielen hinsichtlich der Frachtverhältnisse nicht zu ungünstig gelegenen deutschen Hütten zugeführt wird.

3. Das verbreitetste Eisenerz, der Brauneisenstein, wasserhaltiges Oxyd, das theils durch Verwitterung aus dem sogleich zu erwähnenden Eisenspath oder aus Schwefelkies entstanden, theils aus wässerigen Eisenlösungen mit oder ohne Zuthun von Organismen niedergeschlagen ist (Minette und Rasenerz). Die letzteren beiden Sorten zeichnen sich durch besonders hohen Phosphorgehalt aus und waren infolgedessen bis zu Anfang der achtziger Jahre die niedrigst bewertheten Erze. Seit aber durch das Thomasverfahren phosphorreiches Roheisen in das reinste Schmiedeeisen verwandelt werden kann, ist ihr Werth so sehr gestiegen, daß sie heute zu den unentbehrlichsten Rohstoffen unserer Eisenhütten zählen. Leider sind die Vorräthe an Rasenerz in der norddeutschen und holländischen Tiefebene so gut wie völlig aufgebraucht und wir für gewisse Zwecke fast ausschliesslich auf die unerschöpflichen Vorräthe Luxemburgs und Lothringens an Minette angewiesen.

Als ein weiteres, sehr wichtiges Erz ist ein Eisensalz zu erwähnen, das Eisenoxydulcarbonat oder

4. der Spatheisenstein, das Erz, auf dessen vorzügliche Eigenschaften der Jahrhunderte, ja Jahrtausende alte Ruf der Erzeugnisse gewisser Hüttenbezirke (Siegerland, Steyermark, wo bereits die Römer den heute noch nicht erschöpften Erzberg bei Eisenerz abbauten) sich gründet. Aufser im Siegenschen hat Deutschland keine erheblichen Vorkommen dieses werthvollen Rohstoffes aufzu-

weisen; denn von denen an der Ruhr, im Harz und in Thüringen kann nur das letztere Anspruch auf einige Bedeutung machen.

Innige Gemenge von Spatheisenstein mit Thon und kohligem Stoffen treten an verschiedenen Punkten, besonders im Steinkohlengebirge bei Zwickau und an der Ruhr auf; sie werden als Thoneisenstein, Sphärosiderit und Kohleneisenstein (Blackband) bezeichnet.

Wenn auch nicht zu den Erzen, so doch zu den eisenreichen Rohstoffen des Hochofenbetriebes sind schliesslich noch einige Erzeugnisse von Hütten- und anderen Betrieben zu rechnen, wie die Puddel- und Schweisschlacken, der Walzensinter, der Hammerschlag, Birnenauswürfe, die Kiesabbrände, das sind die Rückstände von der Schwefelsäureherstellung bzw. Kupfergewinnung aus Schwefelkies und die Rückstände von der Theerfarbenerzeugung. Alle stehen uns nur in beschränkter Menge zur Verfügung, was besonders bezüglich der ersteren zu bedauern ist, die unsere westfälischen Hüttenwerke zum Zwecke der Darstellung des obenerwähnten Thomasroheisens jetzt, nachdem die Vorräthe in Deutschland erschöpft sind, aus Belgien und England einführen müssen, wo sie gleichfalls nur noch schwer erhältlich sind, da sie an Ort und Stelle verbraucht werden. So sind denn die Hütten gezwungen, behufs Rückgewinnung des Phosphors einen Theil der Thomasschlacken wieder zu verschmelzen, die besser der Landwirthschaft zugeführt würden.

Die in der Natur auftretenden Eisenverbindungen sind nie rein, sondern stets mit erdigen Stoffen (den Gangarten) vermischt, deren Menge oft so groß wird, daß der Eisengehalt auf ein Maß herabsinkt, welches die vortheilhafte Verwendung nicht mehr gestattet. Im allgemeinen darf man annehmen, daß ein Eisenerz aufhört schmelzwürdig zu sein, wenn sein Eisengehalt weniger als 25 % beträgt, und daß ein solches von 25 % auch nur dann verwertbar bleibt, wenn die Zusammensetzung im übrigen besonders vortheilhaft ist. Sonst dürften etwa 30 % die untere Grenze bezeichnen.

Die Mehrzahl der eben besprochenen Erze kann in dem Zustande verschmolzen werden, in dem sie der Bergbau liefert. Zwar würde nicht selten eine Aufbereitung, d. h. eine Reinigung von unhaltigen Bestandtheilen, für den nachfolgenden Schmelzproceß von Vortheil sein; der Werth des Eisens ist aber heute gegenüber den Kosten des von alters her üblichen Reinigungsverfahrens so niedrig, daß nur in den allerseltensten Fällen davon Gebrauch ge-

macht wird; doch hat in neuerer Zeit ein anderes Verfahren, die magnetische Aufbereitung, auf Magnet Eisensteine und magnetisch gemachte Spathe mehrfach vortheilhafte Anwendung gefunden.

Anders ist es ferner mit einer vorbereitenden Arbeit, welcher der größte Theil des Spatheisensteines und seiner Abarten unterworfen wird, mit dem Rösten. Es besteht diese im Erhitzen der Erze in prismatischen, cylindrischen oder kegelförmigen Schachtöfen bis zur Glühhitze, aber nicht bis zum Schmelzen, und bei ungehindertem Zutritte der Luft. Der Zweck ist, das Erz derart chemisch zu verändern, das das Verschmelzen leichter und billiger erfolgt. In der hohen Temperatur wird aus dem Eisenspathe, wie aus dem Kalksteine beim Brennen zu Kalk, die Kohlensäure ausgetrieben. Das dadurch freiwerdende Eisenoxydul nimmt mit sehr großer Begierde Sauerstoff aus den die Ofenfüllung durchstreichenden Gasen auf und verwandelt sich in ein Eisenoxyduloxyd, das der späteren Reductionsarbeit im Hochofen viel geringeren Widerstand entgegengesetzt als das Oxydul. Durch das Rösten wird gleichzeitig das Gewicht der Erze um etwa 30% erniedrigt, was beim Versand einer gleich hohen Frachtersparniß entspricht. Die Eigenschaft der Eisenoxyduloxydverbindungen, der Anziehungskraft des Magneten zu folgen, ermöglicht die Trennung des gerösteten Erzes von Gangarten und schädlichen Mineralien. Man verbindet deshalb an einzelnen Orten mit Vortheil das Rösten und Anreichern der Spathe. Neben dem Eisenoxydul erleiden auch die das Erz häufig verunreinigenden Schwefelverbindungen von Eisen, Kupfer u. s. w. eine Oxydation unter Bildung von schwefeliger Säure und Metalloxyden, so das gleichzeitig eine zwar nicht vollkommene, aber doch beträchtliche Entschwefelung statthat. Seltener wird auch Magnet Eisenstein geröstet, und dann mehr behufs Entschwefelung, als zum Zwecke der Bildung von Oxyd, was man nur in sehr hoher Temperatur und bei langandauernder Einwirkung der Luft erhält.

Nächst den Eisenerzen gehören Kalkstein und Dolomit (ein Gemenge von Calcium- und Magnesiumcarbonat), die man mit dem gemeinschaftlichen Namen Zuschlag belegt, ferner der Brennstoff und endlich die zur Verbrennung dieser erforderliche gepreßte atmosphärische Luft, der Wind, zu den Rohstoffen des Hochofenbetriebes.

Die Zuschläge werden dem Erzgemische beigegeben, um die in diesem enthaltenen erdigen Bestandtheile und die Brenn-

stoffasche, welche in der Temperatur unserer Hochöfen allein entweder gar nicht oder doch so schwer schmelzbar sind, daß sie binnen kurzem den Ofenraum zum Theil erfüllen und den Betrieb zum Stillstande bringen würden, in leichter schmelzbare Verbindungen, die Schlacken, überzuführen.

Am liebsten wählt man sehr reine Kalksteine, weniger gern Dolomit, verschmilzt aber auch Eisencarbonat haltende Gesteine, sogenannte Eisenkalke, die häufig mit Eisenerzen zusammen auftreten.

Als Brennstoff diente im Hochofen früher allgemein Holzkohle, die ihrer Freiheit von Verunreinigungen wegen auch heute noch überall da bevorzugt wird, wo ausreichend große Wälder ihre Darstellung zu einem, mit dem Werthe des Eisens im Einklange stehenden Preise gestatten, so z. B. in Steyermark, Ungarn, Schweden, am Ural, in Nordamerika u. s. w. In Deutschland ist die Zahl der Holzkohlenhochöfen sehr zusammengeschrumpft, und nur im Siegerland, an der oberen Lahn, am Harz und in anderen abgelegenen gebirgigen Gegenden findet man noch einzelne, aus deren Erzeugniß feinere leichte Gußwaaren gefertigt werden. Erst die Erfindung der Verkokung von Steinkohlen schaffte die Möglichkeit, der Roheisenerzeugung eine Ausdehnung zu geben, wie sie zur Zeit erreicht ist. Sollte sämtliches Roheisen heute mit Holzkohlen erblasen werden, so würden die Waldungen aller Culturländer binnen wenig Jahrzehnten aufgezehrt sein.

Unter Koks versteht man verkohlte Steinkohle; er verhält sich also zu dieser wie die Holzkohle zum Holze. Der Verkohlungs-vorgang besteht im Erhitzen der rohen Brennstoffe bis zur Glüh-hitze unter sorgfältigem Abschlusse der Luft und in der damit verbundenen Austreibung der gasförmigen Bestandtheile, so daß (abgesehen von der Asche) fast reiner Kohlenstoff zurückbleibt.

Dabei nehmen die Rohstoffe an Rauminhalt und Gewicht bedeutend ab. Während man für hüttenmännische Zwecke brauchbare Holzkohlen nur aus Holzstücken herstellen kann, dient zur Verkokung Feinkohle (nur in Oberschlesien wird auch Stückkohle zu Koks gebrannt) und zwar solche, die in der Hitze in einen halbgeschmolzenen, klebrigen Zustand übergeht (Backkohle), so daß die kleinen Kohlentheilchen zu großen festen, harten und klingenden Stücken zusammenschmelzen. Gute Koks-kohlen sind nicht sehr verbreitet; das rheinisch-westfälische Kohlenbecken hat den Vorzug, große Mengen ausgezeichneter Backkohlen zu

enthalten, so daß die hier erzeugten Koks in jeder Hinsicht den Vergleich mit den ehemals allgemein als die besten anerkannten englischen aushalten.

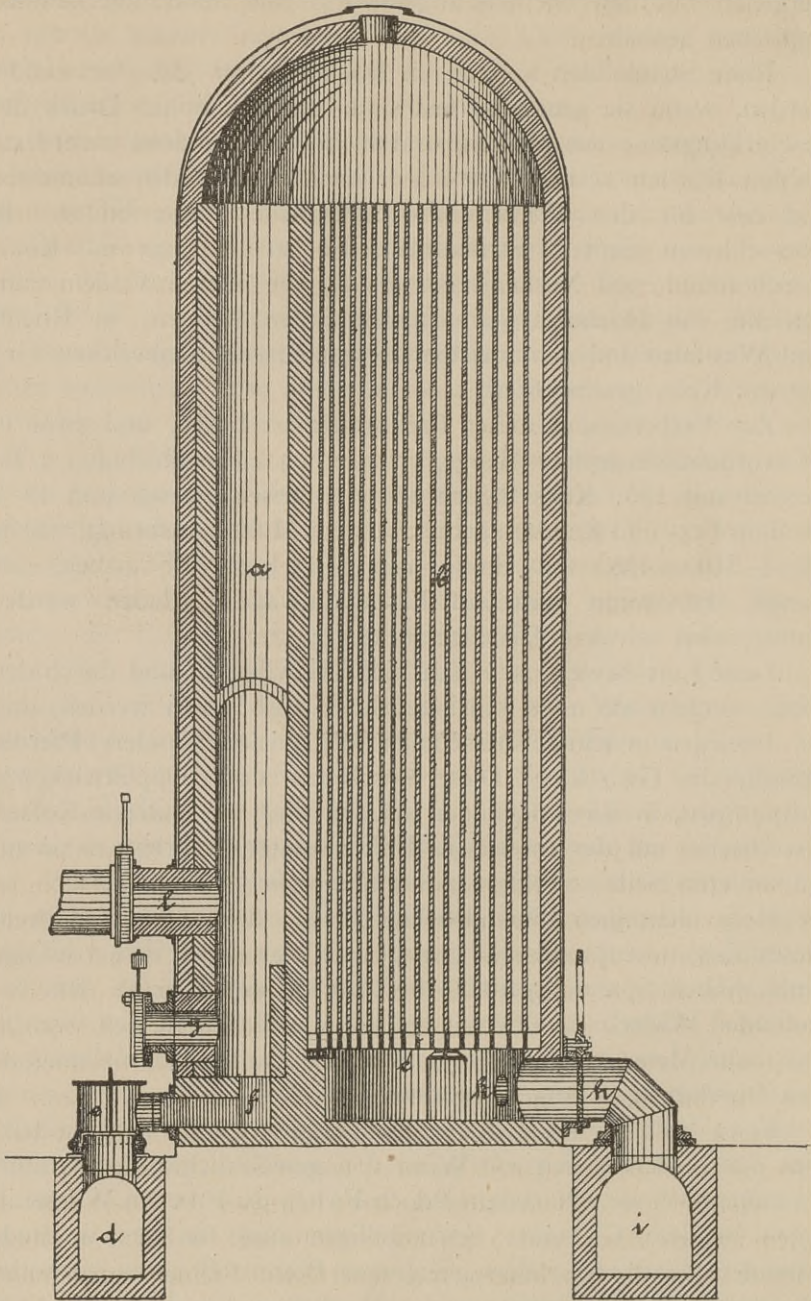
Rohe Steinkohlen können im Hochofen nur dann verwendet werden, wenn sie genügend fest sind, um den hohen Druck der Beschickungssäule auszuhalten, und nicht backen; denn nicht feste Kohlen würden zermalmt werden, backende würden schmelzen und eine für den Wind undurchdringliche Masse bilden. In Oberschlesien giebt es Steinkohlen, die im Gemenge mit Koks, in Schottland und Nordamerika solche, die für sich allein zum Betriebe von Hochöfen Verwendung finden können; in Rheinland-Westfalen und den meisten übrigen Eisenhüttenbezirken wird nur mit Koks geschmolzen.

Zur Verbrennung dieser Brennstoffe ist Luft, und zwar in außerordentlich großer Menge, erforderlich. Ein Hochofen z. B., welcher mit 135 t Koks täglich 150 t Roheisen erzeugt und 48 % aus dem Erz- und Kalksteingemische, dem Möller, ausbringt, würde $135 + 310 = 445$ t feste Stoffe, aber 575 t Luft verbrauchen, eine Menge, die, wenn Luft auf Eisenbahnwagen geladen werden könnte, zwei schwere Lastzüge füllte.

Diese Luft bewegt sich nun nicht freiwillig in und durch den Ofen, sondern sie muß hineingedrückt, geblasen werden, und das besorgen mächtige Maschinen von vielen hundert Pferdestärken, die Gebläse. Diese Maschinen sind doppelwirkende Luftpumpen, in deren Cylinder der hin und her laufende Kolben abwechselnd auf der einen Seite Luft einsaugt, während er sie auf der anderen Seite zunächst zusammenpreßt und schließlic in die Röhrenleitungen hineindrückt, die sie dem Ofen zuführen. Dieses Zusammenpressen ist erforderlich, damit der Wind infolge seiner hohen Spannung (0,20 bis 1,0 kg auf 1 qcm) den bedeutenden Widerstand überwinden kann, welchen die den zwanzig und mehr Meter hohen Ofenraum dicht füllenden Schmelzmassen dem Durchdringen entgegensetzen.

Etwa bis zum Ende des ersten Drittels des 19. Jahrhunderts blies man ausschließlic mit Wind von gewöhnlicher Temperatur, mit kaltem Winde. Nachdem jedoch Faber du Faur in Wasseralfingen in dem Gichtgase einen billigen und für den in Rede stehenden Zweck besonders geeigneten Brennstoff gefunden hatte, gelangte Neilsons Erfindung, den Wind vor dem Eintritt in den

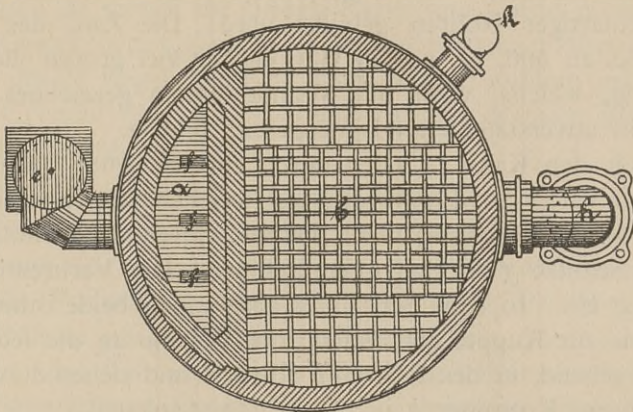
Abb. 1.



Hochofen zu erhitzen, mit Erfolg zur Ausführung und fand rasch allgemein Eingang; heute wird nur mit heißem Winde geblasen, abgesehen etwa von ganz einzelnen Fällen, in denen die Erzeugung von Eisen mit besonderen Eigenschaften die Anwendung kalten Windes zweckmäsig erscheinen läßt.

Die Erhitzung des Windes erfolgt in besonderen Oefen, den Winderhitzern, entweder indem man ihn ununterbrochen durch ein von außen her erhitztes System eiserner Röhren strömen läßt, oder indem er abwechselnd mehrere Systeme von Wänden aus feuerfesten Steinen bespült, die vorher durch Feuergase in helle Glühhitze versetzt sind.

Abb. 2.



Das erstere Verfahren, das ältere, ist heute in allen auf der Höhe der Zeit stehenden Hüttenbezirken (ausgenommen Schweden und andere Holzkohlen verhüttende Länder) fast ganz durch das andere verdrängt, und die Zeit ist nicht fern, in der die Röhrenwinderhitzer nur noch der Geschichte angehören werden. Ein halbes Jahrhundert hindurch haben sie der Eisenindustrie unschätzbare Dienste geleistet, aber die Unmöglichkeit, eiserne Röhren ohne Zerstörung dauernd auf einer Temperatur zu erhalten, welche gestattet, auch den durchströmenden Wind auf Glühhitze zu bringen und somit die Vorzüge der erhitzten Gebläseluft voll auszunutzen, macht heute ihren Ersatz durch steinerne Oefen fast überall nothwendig.

Außerlich stellen sich unsere heutigen Winderhitzer als Cylinder aus Blech von 5 bis 30 m Höhe und 6 bis 8 m Durchmesser dar, die im Innern mit feuerfesten Steinen ausgemauert sind. Je nach der Bauart wird der verbleibende cylindrische Hohl-

raum verschieden ausgebaut. Von den beiden in Deutschland zur Anwendung gelangten Arten, den Whitwell- und den Cowper-Winderhitzern, hat letztere das Feld allein behauptet.

Der in Abbildung 1 und 2 dargestellte Winderhitzer nach Cowper besitzt einen von unten bis unter die Kuppel reichenden Verbrennungsschacht *a*, welcher nicht durchaus wie hier einen Cylinderabschnitt zu bilden braucht, sondern auch die Gestalt eines Kreis- oder elliptischen Cylinders haben kann. Der übrige Raum *b* ist mit zahlreichen, auf einem eisernen Roste *c* oder steinernen Bögen ruhenden dünnen Wänden ausgemauert oder mit Formsteinen ausgesetzt, so daß zwischen diesen eine große Zahl quadratischer, sechsseitiger, rechteckiger oder auch runder schornsteinartiger Röhren gebildet wird. Die Zahl der Röhren beträgt bis zu 500, ist also in Wirklichkeit viel größer als in der Abbildung, welche, wenn alle Wände hätten gezeichnet werden sollen, ein unverständliches Liniengewirr bildete.

Durch den Kanal *d* oder durch entsprechende hochliegende Leitungen wird der Brennstoff, als welcher ausschließlich Gas (Gicht- oder Koksofengas) dient, herbei-, durch den Ventilkasten *e* und die Schlitze *f* in den Ofen geführt. Die Verbrennungsluft tritt bei *g* ein. In dem Schacht *a* verbrennen beide miteinander, steigen bis zur Kuppel auf, fallen, ihre Wärme an die feuerfesten Steine abgebend, in den Röhren *b* abwärts und ziehen durch einen oder mehrere Krümmer *h* in den Schornsteinkanal *i*.

Haben die Wände des Ofens binnen einer gewissen Zeit (z. B. während zwei Stunden) einen großen Wärmevorrath aufgespeichert und eine sehr hohe Temperatur (900 bis 1000°) erreicht, so wird der Gasstrom abgesperrt und durch einen zweiten gleichen Winderhitzer geleitet, wogegen der Wind den ersten, heißen Ofen, aber in entgegengesetzter Richtung, durchstreicht. Er tritt durch *k* ein, durchzieht die Heizröhren *b* nach oben, nimmt hierbei durch innige Berührung mit der glühenden Steinmasse aus dieser die Wärme auf und fließt nun, seinerseits auf 700 bis 800° erhitzt, durch *a* und *l* dem Hochofen zu.

Die Leistung eines Winderhitzers ist abhängig von der Menge der zu den Heizröhren verwendeten Steine und von der Heizfläche. Während erstere bis auf 1000 t steigt, beträgt letztere bis zu 4800 qm in einem Erhitzer. Für einen Hochofen sind deren 3 bis 5 erforderlich.

Der Hochofen.

Der Hochofen (Abbildung 3) gehört zur Klasse der Schachtöfen; das sind Öfen, deren Inneres einen Schacht, d. h. einen Hohlraum bildet, welcher sich weit mehr in senkrechter als in wagerechter Richtung erstreckt. Die Idealgestalt für das Innere des Hochofens ist der Cylinder; trotz wiederholter Versuche ist es bis heute nicht gelungen, dieses Ideal in die Wirklichkeit zu übertragen, wenn man sich ihm im Laufe des letzten Jahrzehnts auch erheblich genähert hat.

Seit alten Zeiten pflegt der Innenraum aus zwei abgestumpften, mit den großen Grundflächen zusammenstößenden Kegeln gebildet zu werden. Je spitzer die beiden Kegel sind, desto mehr nähert sich die Gestalt dem Cylinder. — In den meisten Fällen erstreckt sich der untere Kegel nicht bis zum Boden, sondern geht zuvor in einen Cylinder über. Wir erhalten also, von unten nach oben vorschreitend, folgende Theile:

1. einen Cylinder von 2 bis 4 m Weite und der gleichen oder einer um etwa $\frac{1}{4}$ größeren Höhe, das Gestell *a*, in welches etwa 1,5 m über dem Boden die Windzuführungsröhren, die Formen *e*, münden. Die durch die Mitte dieser Röhren gelegte Ebene, die Formenebene, theilt das Gestell in das Untergestell oder den Eisenkasten, den Sammelraum für die flüssigen Erzeugnisse (Roheisen und Schlacke) und in das Obergestell, in dem der Koks verbrennt und das Schmelzen stattfindet;
2. einen abgestumpften Kegel, der unten den Durchmesser des Gestelles hat und sich nach oben hin beträchtlich (auf 6 bis 8 m) erweitert, die Rast *b*; die Neigung der Rastwände wird durch den Rastwinkel (70 bis 80°) bestimmt;
3. einen zweiten abgestumpften Kegel in umgekehrter Stellung, der also in der großen Grundfläche mit der Rast zusammenstößt, oben noch etwa $\frac{5}{8}$ bis $\frac{2}{3}$ vom unteren Durchmesser weit ist und ungefähr $\frac{6}{10}$ der ganzen Ofenhöhe ausmacht, den Schacht *c*.

Die Ebene, in der Rast und Schacht zusammenstoßen, bildet den weitesten Querschnitt des ganzen Ofens und heißt der Kohlen-sack; zuweilen schiebt man zwischen die beiden Theile einen

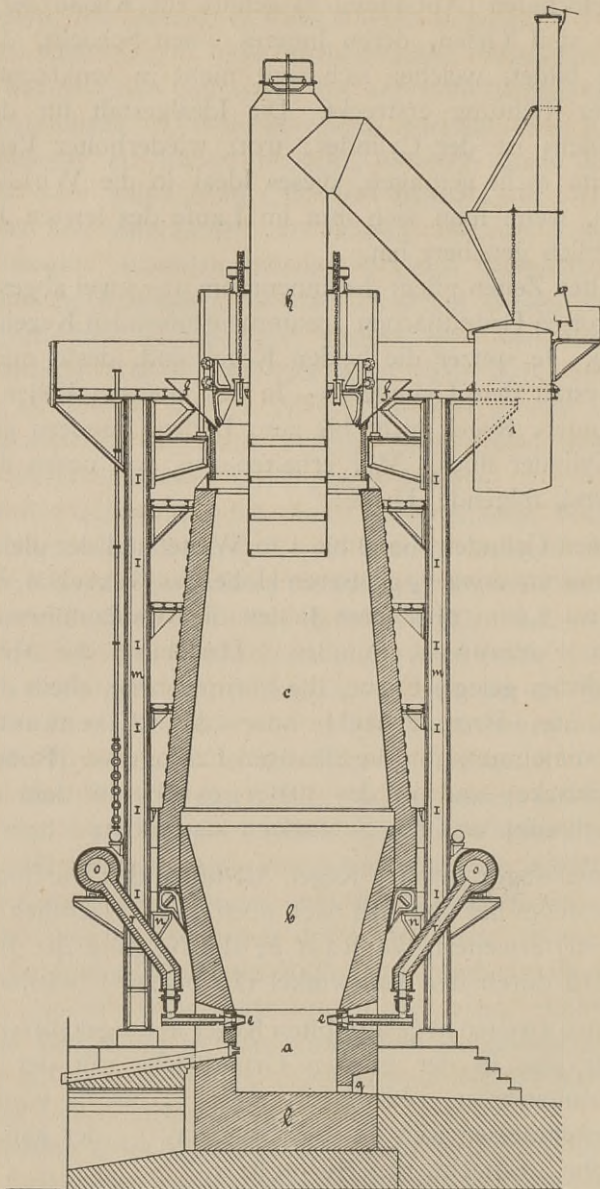


Abb. 3.

kurzen Cylinder ein, der dann denselben Namen führt. Die obere Mündung des Schachtes wird die Gicht genannt.

Während früher die Gicht offen blieb, schließt man sie heute durch Vorrichtungen, welche theils die in den Ofen einzutragenden Rohstoffe in bestimmter Weise anordnen, theils das später zu erwähnende gasförmige Erzeugniß auffangen und abführen sollen; sie werden Gasfänge genannt. Der Gasfang des hier abgebildeten Ofens besteht aus dem Fülltrichter *f* und einer ihn verschließenden Glocke; durch Heben der letzteren wird ein Spalt frei, welcher den Schmelzmassen das Hinabgleiten in den Ofenraum gestattet. Die Abführung des Gases erfolgt durch das Rohr *h* und die sich an dieses anschließende Leitung *i*.

Die Wände des Ofens werden von feuerfesten Steinen, und zwar von Schamottsteinen bester Sorte, gebildet. Die zur Auskleidung der metallurgischen Oefen dienenden Steine sollen nicht allein den hohen Hitzegraden, welche in jenen herrschen, sondern auch den kräftigen chemischen Angriffen durch die mit ihnen in Berührung kommenden schmelzenden Stoffe und die neu entstehenden Verbindungen widerstehen. Diese chemischen Wirkungen sind natürlich bei den mannigfaltigen Hüttenprocessen sehr verschiedener Art, woraus folgt, daß nicht jeder feuerfeste Stein allen Zwecken dienen kann, sondern daß er den jedesmaligen besonderen Anforderungen entsprechend zusammengesetzt sein muß. Hier kommen, wie bemerkt, bislang nur Schamottsteine, das sind solche, welche allein aus bestem feuerfesten Thon gebrannt sind, zur Verwendung. Selbst die vorzüglichsten Steine widerstehen den heute gegen frühere Zeiten so außerordentlich gesteigerten Angriffen von Hitze und Schlacke nur kurze Zeit, so daß man behufs Erhaltung der Ofenwände zu ausgiebiger Kühlung durch Luft und Wasser seine Zuflucht nehmen muß. Letzteres wirkt am kräftigsten und findet deshalb dort Anwendung, wo die Gefahr am größten ist, also in der Rast und im Gestelle, deren Wände mit zahlreichen metallenen, fortwährend von einem Strome kalten Wassers durchflossenen Kästen gespickt werden. Trotz ausgiebiger Verwendung der Wasserkühlung ist eine bedeutende Schwächung der Gestell- und Rastwände sowie eine oft tief hinab sich erstreckende Auflösung des Bodensteines *l* durch die Einwirkungen der Schlacke nicht zu verhindern. Man hat deshalb seit etwa zehn Jahren in diesen besonders gefährdeten Theilen die Schamottsteine

hie und da durch solche aus Koks ersetzt, welche nicht nur gänzlich unerschmelzbar sind, sondern auch den hier auftretenden chemischen Angriffen erfolgreich widerstehen, ausgenommen der Auflösung durch Eisen. Dadurch ist die Kühlung zum Theil überflüssig geworden.

Die Luftkühlung genügt für den oberen Theil, den Schacht, in der Regel. Damit nun aber die Schachtwände auch allseitig von der Luft umspült werden, hüllt man sie nicht mehr wie ehemals in einen dicken Mauerkörper, das Rauhgemäuer, ein, sondern legt sie frei und macht sie möglichst dünn, etwa 0,6 bis 0,8 m stark, wogegen die Gestellwände 0,8 bis 1 m dick zu sein pflegen. Behufs besserer Erhaltung des Schachtes kann die Wand, wie es im Bleihüttenbetriebe schon länger üblich ist und von Gmelin bereits vor Jahrzehnten auch auf die Schmelzöfen der Eisengießerei übertragen sowie von Sorge für die Hochöfen vorgeschlagen wurde, aus Eisen bestehen und braucht innen nur eine dünne Auskleidung von feuerfesten Steinen zu besitzen.

Mit dem Wegfalle des Rauhgemäuers verlor der Schacht auch seine Stütze gegen das Auseinandertreiben durch die Hitze und den Druck der Füllung, weshalb man ihn mit einem Blechmantel umgeben oder mit zahlreichen eisernen Bändern binden muß. Dasselbe gilt für Rast und Gestell. Erstere hüllen manche neuerdings wieder ein und zwar nach Anordnungen von Lürmann in einen an den Tragsäulen aufgehängten Blechmantel, so gleichzeitig das Gestellmauerwerk von dem Gewichte der Rast entlastend.

Ferner ist der Ofenschacht nicht mehr imstande, die Last der eisernen Gichtbühne, auf der die gesammten Schmelzmassen gehandhabt werden, der schweren Gichtverschlüsse und der Gasleitungen zu tragen; alle diese Theile sind bei neueren Oefen durch ein besonderes eisernes Säulengerüst *m* gestützt, und ebenso ruht der Schacht seinerseits, damit er nicht die Rast und das Gestell belastet, auf sechs bis acht, rund um das letztere angeordneten gußeisernen Säulen oder an dem Gerüste *m* angebrachten Consolen *n*. Zum Tragen der Windleitung *o* und der von letzterer ausgehenden, nach den Formen führenden Zweigleitungen, der Düsenstöcke *r*, dienen ebensolche, nach außen gerichtete Consolen. Die Düsenstöcke *r* sind, soweit angängig, gleich den Heißwindleitungen ausgemauert, um die Wärmeverluste möglichst zu verringern. Das letzte Ende der Windleitung dagegen, die Formen *e*,

doppelwandige Bronzeröhren, die in der Gestellwand liegen und zum Theil ins Feuer hineinragen, werden ausgiebig mit Wasser gekühlt.

Der Betrieb des Hochofens.

Aus den Analysen der zu verschmelzenden Erze berechnet der Hüttenmann nach chemischen Grundsätzen das Erzgemisch, das nicht nur eine genügende Menge Eisen, sondern auch die erdigen Bestandtheile in solcher Zusammensetzung enthält, daß zur Bildung einer Schlacke, wie sie der herzustellenden Eisensorte entspricht, möglichst wenig Kalkstein nöthig ist. So günstige Verhältnisse, daß der Zuschlag ganz entbehrt werden kann, sind selten.

Das Erz- und Kalksteingemenge, den Möller, erzielt man für Holzkohlenhochöfen und solche, die eine große Zahl verschiedener Erze verschmelzen müssen, dadurch, daß die einzelnen Rohstoffe in den vom Betriebsleiter angegebenen Mengen vom Vorrathshaufen in kleinere Wagen geladen und in bestimmter Reihenfolge in hierfür vorgerichtete Räume ausgestürzt werden. Ist ein solcher Raum angefüllt, so wird der Inhalt von neuem in Wagen geladen, in ganz bestimmten, aber je nach dem Gange des Ofens verschiedenen Posten abgewogen, auf die Gicht des Hochofens gehoben und nun in diesen hineingeschüttet.

Hat man es mit nur wenigen Erzsorten zu thun, so können auch die an den Vorrathshaufen gefüllten Wagen unmittelbar zur Gicht gebracht werden; man möllert dann im Ofen selbst. Im letzten Jahrzehnt sind einzelne Werke mit großem Erfolge dazu übergegangen, die einlaufenden Erze in sogen. Taschen zu entladen, aus denen dann jeder einzelne Möllerswagen gewisse Mengen von jeder Erzsorte erhält; das Möllern findet dann im Wagen statt.

Die ganze, auf einmal in den Ofen gebrachte Menge Möller (6000 bis 10000 kg) heißt eine Gicht; jeder Erzgicht geht eine Koksgicht (2000 bis 4000 kg) voraus, und so wechseln beide, die zusammen die Beschickung bilden, jahraus jahrein ununterbrochen miteinander ab, solange der Ofen in Betrieb steht. Nach Maßgabe des im Gestelle stattfindenden Verbrennens bzw. Wegschmelzens von Koks und Möller rücken die Massen im Ofenraum abwärts, unterliegen auf diesem Wege chemischen Veränderungen und treten unten als Eisen und Schlacke wieder aus dem Ofen. Gleichzeitig entströmt der Gicht ein Gas, das Gichtgas, gebildet aus dem Koks durch Verbrennen mit der eingeblasenen Luft und aus den

flüchtigen Bestandtheilen der Beschickung. Da dieses Gas brennbar ist, so wird es heute mittels der oben erwähnten Vorrichtung (*h*) sorgfältig aufgefangen, vom mitgerissenen Gichtstaube gereinigt und zum Heizen der Winderhitzer und Dampfkessel oder unmittelbar zum Betriebe von Gaskraftmaschinen benutzt, während es in früheren Zeiten nutzlos und die Aufgeber belästigend an der Gicht verbrannte. Ein gut geleitetes Hochofenwerk hat im Gichtgase nicht nur für die eigenen Zwecke vollkommen ausreichenden Brennstoff, sondern ist sogar imstande, an andere Betriebszweige Gas, damit erzielten Dampf oder in den Gasmotoren erzeugte mechanische Energie abzugeben. Die Ausnutzung des Gichtgases bildet neben der Erhitzung des Gebläsewindes und der Einführung der weiter unten zu erwähnenden Schlackenform einen der wichtigsten Fortschritte des 19. Jahrhunderts im Hüttenbetriebe; sie wurde durch geeignete Verbrennungsvorrichtungen von Lürmann und anderen besonders in ökonomischer Beziehung wesentlich gefördert, wird aber erst durch die in neuester Zeit erfolgreich durchgeführte unmittelbare Verwendung des Gases zum Betriebe von Kraftmaschinen den Höhepunkt erreichen.

Um die im Hochofen sich vollziehenden chemischen Vorgänge zu verstehen, ist es zweckmäfsig, die Rohstoffe auf ihrem Wege zu verfolgen.

Von allen braucht der Wind die kürzeste Zeit, um seinen Weg durch den Ofen zurückzulegen, nur einen Bruchtheil einer Minute, und doch ist sie ausreichend, um mit der Luft selbst sowie mit deren Verbrennungserzeugnissen mannigfaltige Veränderungen vorgehen zu lassen.

Beim Eintritte durch die Formen trifft der Wind auf weifsglühende Koks und verbrennt mit ihnen zu Kohlenoxyd, das eigentliche Reagens unseres Processes. Der Stickstoff der Luft bleibt chemisch unverändert, nimmt aber natürlich wie das Kohlenoxyd die im Verbrennungsraume herrschende Temperatur an. Auf dem Wege zur Gicht geben beide ihren Wärmevorrath an die von ihnen bespülten festen Körper ab, diese erhitzend, sich selbst aber auf 180 bis 300° abkühlend.

Trifft das Kohlenoxyd in Temperaturen von 1000° abwärts mit Stoffen zusammen, die in der Lage sind, Sauerstoff abzugeben (hier z. B. mit Eisenerzen), so nimmt es diesen mit Begierde auf, verbrennt also zu Kohlensäure. Da das Gas sehr rasch an den

Erzen vorbeieilt, so wird nur ein Theil des Kohlenoxydes oxydirt und zwar um so weniger, je höher hinauf der Schachtinhalt sehr heifs ist, wie in nicht in regelrechtem Gange befindlichen Oefen; ferner kann die Kohlensäure in Berührung mit glühendem Kohlenstoff wieder zu Kohlenoxyd reducirt werden.. Das ist aber gleichbedeutend mit einer mangelhaften Ausnutzung des Brennstoffes.

Man sollte nun meinen, der Gicht müsse bei gutem Ofengange ein Gas entströmen, das ausschließlicly aus Stickstoff und Kohlensäure bestünde; dem ist aber nicht so. Endlich nimmt die Fähigkeit des Kohlenoxydes, den Erzen Sauerstoff zu entziehen, sie zu reduciren, wie der fachgemäße Ausdruck lautet, durch Vermischen mit Kohlensäure, die ein oxydirendes, d. h. Sauerstoff abgebendes Gas ist, erheblich ab. Bei einem gewissen Mischungsverhältnisse, das übrigens mit der Temperatur wechselt, halten sich die Wirkungen beider Gase die Waage; das Gemisch ist wirkungslos. Das Gichtgas enthält deshalb neben Stickstoff und Kohlensäure stets Kohlenoxyd und zwar in um so gröfserer Menge, je weniger gut der Ofen arbeitet.

Erz, Kalkstein und Koks gelangen durch die Gicht in den kältesten Theil des Ofens, werden dort auf die Temperatur des abziehenden Gichtgases erhitzt und verlieren dabei sehr bald ihren Wassergehalt. Je weiter sie nach unten vorrücken, desto wärmer werden sie; das oberste Drittel des Schachtes, in welchem chemische Umsetzungen noch nicht vor sich gehen, heifst deshalb die Vorwärmzone.

Mit steigender Temperatur, etwa von 400° an, beginnt die Einwirkung des Kohlenoxydes auf die Erze. Das Eisenoxyd wird zunächst zu Oxyduloxyd, dieses aber in höherer Temperatur (800 bis 900°) zu Eisen reducirt. Der etwa die unteren zwei Drittel des Schachtes und die obere Hälfte der Rast umfassende Ofenthail, in welchem dieser Vorgang statthat, wird nach ihm die Reduktionszone genannt. In der Mitte derselben ist die Temperatur bereits so hoch, daß die Carbonate (ungerösteter Spatheisenstein und Kalkstein) zerfallen, ihre Kohlensäure abgeben und so, den Kohlensäuregehalt des Gases vermehrend, dessen Reduktionswirkung abschwächen.

Nahezu gleichzeitig mit der Reduction findet ein anderer wichtiger Vorgang statt. Zwei Moleküle Kohlenoxyd zerlegen sich nämlich in Berührung mit oxydhaltigem Eisen leicht in je ein Molekül

Kohlensäure und Kohlenstoff; der letztere scheidet sich, zwar in fester Form, aber ungemein fein vertheilt auf dem metallischen, schwammförmigen und noch mit den erdigen Bestandtheilen der Erze vermengten Eisen aus und wird von diesem allmählich aufgenommen, gelöst; das Eisen wird, wie man zu sagen pflegt, gekohlt, so daß wir es jetzt nicht mehr mit reinem, nur mechanisch durch die Gangarten verunreinigtem Metalle, sondern mit einer Eisen-Kohlenstofflegirung von verhältnißmäßig niedrigem Schmelzpunkte, mit Roheisen zu thun haben. Ganz ähnliche Vorgänge wie die Kohlung des schwammförmigen Eisens sind die Rückkohlung von Flußeisen durch festen Kohlenstoff und das Cementiren von Schmiedeeisen (s. u. S. 36 und 45).

Das Schmelzen dieses Roheisens, die Bildung und Verflüssigung der aus den Erden von Zuschlag und Erzen sowie aus den in dieser Gegend noch nicht reducirten Eisenverbindungen (wie das Eisenoxydul aus dem roh aufgegebenen Spathe, geschmolzen gewesenes Oxyduloxyd und Eisensilicat in Gestalt von Puddel- und Schweißschlacke) entstehenden Schlacke vollzieht sich etwa in der unteren Hälfte der Rast und der oberen des Gestelles, in der Schmelzzone.

Je schwerer reducirbar unsere Beschickung ist, desto größer ist auch die Menge verschlackter Eisenverbindungen; desto mehr bleibt von der Reducionsarbeit noch zu thun übrig. Diese kann nur durch ein in höherer Temperatur als Kohlenoxyd wirkendes Reagens, durch Kohlenstoff selbst, vollbracht werden, der als hellglühender Koks mit der flüssigen Schlacke in die innigste Berührung kommt. Man nennt diesen Vorgang direkte Reduction im Gegensatz zu der indirekten durch Kohlenoxyd. Erstere ist zwar kostspieliger als letztere, da bei ihr infolge geringerer Wärmeentwicklung größere Koksmengen verbrannt werden müssen, um den entstehenden Wärmemangel zu decken; sie ist aber nicht zu entbehren, da viele unserer Erze auf indirektem Wege ebensowenig wie andere wichtige Bestandtheile des Roheisens (Mangan, Silicium) reducirt werden können. Die direkte Reduction findet nur in sehr hoher Temperatur, also erst im Gestelle, wo auch die Verbrennung des Koks vor sich geht, in der Verbrennungszone, statt.

Falls der Wärmevorrath im Hochofen aus irgend welcher Ursache unter das richtige Maß fällt, so erfolgt die direkte Reduction nur unvollkommen; die Eisenverbindungen bleiben zum

Theil in der Schlacke und färben diese schwarz; der Ofen hat Rohgang. Das ist ein Zustand, der sich zum guten regelrechten Gargange mit heller Schlacke verhält wie ein Krankheitszustand beim Menschen zu dem ungestörten Wohlbefindens.

Für eine sehr große Zahl von Krankheiten bilden Verdauungsbeschwerden und Erkältung die Ursachen; auf ebendieselben ist in den meisten Fällen der Rohgang zurückzuführen. Entweder hat der Ofen zu schwer verdauliche oder zu reichliche Kost, soll heißen zu schwer reducibare, oder im Verhältnisse zum Koks zu große Mengen Erz erhalten, oder die zugeführte Wärmemenge war zu gering, sei es infolge Verwendung schlechter Koks oder zu niedriger Windtemperatur.

Wie ein Kind hinsichtlich seiner Nahrung und Erwärmung viel sorgfältiger gehütet werden muß als ein Erwachsener, so erfordert auch ein kleiner Holzkohlenhochofen viel aufmerksamere Pflege als ein großer Kokshochofen. Die geringsten Schwankungen in der Zusammensetzung des Möllers und in der Windtemperatur können ersteren vollständig in Unordnung bringen; letzterer aber kann, da sein Wärmevorrath sehr groß ist, wie ein erwachsener gesunder Mensch, recht gut auch ein etwas reichliches Mahl, einen tiefen Trunk oder plötzliche Temperaturschwankungen ohne Schaden vertragen. Ist seine Verdauung aber erst gestört, so hat der Arzt, der Betriebsleiter, nicht selten wochenlange Kuren nöthig, um den normalen Zustand wiederherzustellen. Denn es dauert verhältnißmäßig lange, ehe der erschöpfte Wärmevorrath wieder ersetzt ist.

Die Erzeugnisse.

Die Erzeugnisse des Hochofenbetriebes sind neben dem oben-erwähnten Gichtgase Roheisen und Schlacke. Letztere fließt, abgesehen von einer kurzen Unterbrechung nach jeder Entleerung des Ofens vom Eisen, ununterbrochen aus einer etwas unterhalb der Windformen gelegenen Oeffnung, die man zum Schutze des Mauerwerkes mit einer gekühlten Bronzeröhre, der Lürmann'schen Schlackenform, ausfüttert. Meist fließt die Schlacke in eiserne Wagen und wird nach dem Erstarren auf die Halde gestürzt. Viele Werke ziehen es vor, sie in einen Wasserstrom zu leiten, wodurch sie sich zu einer Art Sand, dem Schlackenkie, zertheilt. In diesem Zustand ist freilich die Beförderung mittels Seilbahnen leichter und billiger zu bewerkstelligen, aber der zum

Unterbringen erforderliche Raum ist außerordentlich viel größer als für Klotzschlacke.

Gare Schlacke soll weiß, hellgrau, bläulich oder grünlich aussehen; denn nur dann ist man sicher, daß nicht größere Mengen Eisenoxydul in ihr enthalten sind. Auf die Zusammensetzung einzugehen, würde hier zu weit führen; es sei nur bemerkt, daß sie in innigster Beziehung zur Zusammensetzung des mit ihr erblasenen Roheisens steht und mit dieser wechseln muß.

Je nach der chemischen Beschaffenheit kann sie zu verschiedenen Zwecken Verwendung finden. Sehr kalkreiche Schlacken, wie sie mit Giefsereisen fallen, dienen als Rohstoff für die Cementerzeugung; weniger kalkige geben im Gemische mit gelöschtem Kalke guten Mörtel und einen geeigneten Stoff für die Herstellung gepreßter Bausteine; Schlacken Kies wird zum Unterstopfen des Eisenbahnoberbaues benutzt. Klotzschlacke endlich wird in steinarmen Gegenden gern zur Beschotterung von Strafsen verwendet; die weitaus größte Menge aber bildet z. Z. noch einen Ballast für die Hüttenwerke und muß zu Halden aufgestürzt werden.

Das Haupterzeugniß, das Roheisen, sammelt man im Untergestelle so lange an, bis seine Oberfläche die Ausflußöffnung für die Schlacke beinahe erreicht hat. Dann öffnet man einen in der Gestellwand unmittelbar über dem Boden gelegenen, für gewöhnlich mit Steinbrocken und Thon verstopften Ausflußkanal, das Stichloch *q*; man sticht den Hochofen ab und läßt den Inhalt durch Gräben in vorgerichtete Sandformen oder in eiserne Gußschalen laufen, in denen es in Gestalt von Barren oder Platten zu Masseln erstarrt, oder man sammelt es in ausgemauerten großen Pfannen, um es noch flüssig dem Stahlwerke zuzuführen.

Wie bereits oben erörtert wurde, unterscheiden wir zwei Arten Roheisen, weißes und graues; ersteres enthält den gesammten Kohlenstoff legirt, letzteres den größten Theil als Graphit. Neben dem Kohlenstoffe spielen aber auch Mangan und Silicium eine sehr wichtige Rolle; ihre An- oder Abwesenheit ist bestimmend für die Art des Eisens. Mangan befördert die Bindung des Kohlenstoffes; wir finden deshalb im weißen Roheisen jederzeit eine größere oder geringere Menge. Es begünstigt ferner die Bildung strahligen Gefüges und tafelförmiger Krystalle, wie sie das Spiegeleisen zeigt. Nach dem Bruchaussehen unterscheiden

wir mattes (nicht krystallinisches), strahliges Weisseisen und Spiegeleisen, das mit zunehmendem Mangangehalt in Eisenmangan übergeht.

Mischen sich mit dem weissen Eisen Antheile von grauem, so nennen wir es melirt oder halbirt.

Graues Roheisen entsteht durch Aufnahme von Silicium, welches die Legirung von Eisen und Kohlenstoff zerlegt, also die Graphitbildung hervorruft. Enthält das Eisen kein Mangan, so genügen sehr geringe Mengen Silicium, um es grau zu machen; je mehr aber von jenem vorhanden ist, in desto höherem Grade wird auch die Wirkung dieses aufgehoben; desto grössere Mengen sind erforderlich, um Graphitausscheidungen zu bewirken.

Sind die einzelnen Graphitblättchen sehr klein, so ist auch das Gefüge des Eisens sehr feinkörnig, und die Farbe ist hell; hatten die Graphitkrystalle aber infolge Verzögerung des Erstarrens und Abkühlens länger Zeit zur Ausbildung, so sind sie erheblich grösser; das Gefüge ist grobkristallinisch, die Farbe dunkel. Man unterscheidet danach hell- und dunkelgraues Eisen.

Je nach der Verwendung sind noch folgende Benennungen gebräuchlich: Giefserei-, Hämatit-, Bessemer-, Thomas-, Puddelroheisen und Stahleisen. Von den Anforderungen an die Zusammensetzung und die sonstigen Eigenschaften dieser Sorten zu sprechen, wird sich zwar bei der Behandlung der übrigen Hüttenprocesse Gelegenheit finden, doch mögen hier die Analysen einiger bezeichnenden Vertreter der verschiedenen Arten Platz finden.

Roheisen-Analysen.

	C	Si	Mn	P	S	Ca
Giesserei-Eisen,						
Rhein.-Westf. Nr. 1 .	3,87	3,342	0,78	0,533	0,019	0,018
„ „ 3 .	3,88	2,572	0,82	0,884	0,022	nicht best.
v. d. Lahn Nr. 1 . .	3,97	2,746	0,72	0,548	0,020	0,014
Lohringer „ 3 . .	3,61	2,70	0,53	1,83	0,040	0,059
Hämatt-Eisen, Rhein.-Westf.	3,93	2,987	1,192	0,083	0,018	0,024
Bessemer-Eisen, G M H Nr. 1	3,89	1,99	3,76	0,13	0,06	0,05
Thomas-Eisen, Rhein.-Westf.	3,8	0,10	2,4	3,0	0,05	—
„ „	3,5	0,46	1,70	2,50	0,05	—
Luxemburger M. M. .	3,8	0,75	1,45	1,75	0,075	—
„ O. M. .	3,5	1,0	0,6	1,4	0,12	—
Puddel-Eisen,						
Rh.-Westf. strahl. Nr. 1	3,5	0,2	3,0	0,3	0,06	0,1
Siegener „	4,0	0,1	4,0	0,15	0,05	0,2
Stahl Eisen, Siegener .	4,0	—	5,0	0,06	0,05	0,3
Luxemburger Nr. 3 .	3,0	0,4	—	1,8	0,3	—
Spiegel-Eisen, Siegener . .	4,5	0,1	11	0,07	0,04	0,2
Eisenmangan von Hochfeld .	6,35	0,2—2,0	60—65	0,15—0,25	0,005—0,020	0,06—0,09
„ England .	7,5	1,5	82,5	0,2	—	—
Siliciumeisen „ Hochfeld .	1,2—1,7	10—12	0,66—2,9	0,086—0,14	0,026	0,05—0,66

II. Abschnitt.

Die Darstellung des schmiedbaren Eisens.

Herdfrischen und Puddeln.

Wie in der Einleitung dargelegt wurde, sind Eisenlegierungen mit geringerem Kohlenstoffgehalte (0,04 bis 1,6 %) schmiedbar, d. h. sie werden durch Erhitzen auf helle Glühhitze weich, knetbar und lassen sich dann durch Druck in beliebige Formen bringen. Beträgt der Kohlenstoffgehalt einige Tausendtheile und mehr, oder treten neben geringeren Mengen noch andere Elemente in die Legirung ein, so wird die Härte des Metalles durch plötzliches Abkühlen von 750° oder mehr auf gewöhnliche Temperatur außerordentlich gesteigert; es ist härtbar und heißt Stahl. Ist der Kohlenstoffgehalt nur sehr gering und das Eisen im übrigen nahezu rein von anderen, eine ähnliche Wirkung ausübenden Bestandtheilen, so tritt diese Veränderung nicht ein; die Legirung ist Schmiedeeisen.

Der Vorgang des Härtens hat erst durch neuere Forschungen eine befriedigende Erklärung gefunden. Er besteht darin, daß Eisen mit mäßigem Kohlenstoffgehalte (Stahl) durch die plötzliche Abkühlung schnell über die Temperatur hinweggebracht wird, in welcher bei allmählichem Abkühlen das Aussaigern des Eisencarbides stattfindet; der gesammte Kohlenstoff wird gezwungen, in der Legirung zu verharren und so die Wirkung hervorzubringen, die ihm den Namen Härtungskohle verschafft hat. Erwärmt man gehärteten Stahl wieder, so saigert, je nach der angewendeten Temperatur mehr oder weniger, beim Erhitzen auf 750° fast sämtliche Härtungskohle als Eisencarbid aus, und die Härte verschwindet in entsprechendem Maße. Man hat es also in der Hand, die Glashärte des Stahles und damit auch seine Sprödigkeit nach Belieben abzumindern. Das Verfahren wird Anlassen genannt.

Uebersteigt die Temperatur bei der Darstellung schmiedbaren Eisens dessen Schmelzpunkt nicht, so erhalten wir es als festen Körper in Gestalt von kleinen Kryställchen, die sehr bald zu Klumpen zusammenschweißen; dann nennen wir es Schweiß-

eisen bezw. Schweisstahl; wird aber die Schmelztemperatur überschritten, so daß es in flüssigem Zustande gewonnen wird, so belegen wir es mit dem Namen Flußeisen bezw. Flußstahl.

Solange die Feuerungstechnik auf verhältnißmäßig niedriger Stufe stand, solange wir nicht in der Lage waren, Temperaturen zu erzielen, die 1600°, den Schmelzpunkt des Schmiedeeisens, erheblich übersteigen, war natürlich die Erzeugung der letzteren Sorten ausgeschlossen. Sie sind also ein Ergebniß der Neuzeit und erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts dargestellt worden. Die Erzeugung des Schweisseisens dagegen bildet nicht nur den ältesten Zweig des Eisenhüttenwesens, sondern ist überhaupt als eins der ersten technischen Verfahren auf dem Gebiete der Metallbearbeitung anzusehen, wofür außer geschichtlichen Nachrichten aus den ältesten Zeiten auch Funde schmiedeeiserner Gegenstände in den ägyptischen Königsgräbern Zeugniß ablegen. Die Roheisenerzeugung ist, wenigstens in Europa, erst im Mittelalter in Aufnahme gekommen.

Solange die zuletzt genannte Erfindung nicht gemacht war, wurde aus den Erzen unmittelbar schmiedbares Eisen erzeugt. Dieses Verfahren, das Rennen, ist, obwohl sehr einfach, doch seiner Unwirthschaftlichkeit wegen überall durch das mittelbare der Erzeugung von Roheisen und Umwandlung dieses in schmiedbares Metall verdrängt und nur dort noch in Gebrauch, wo der Europäer Handelsbeziehungen bisher nicht angeknüpft hat.

Das Roheisen enthält, wie wir oben sahen, außer Kohlenstoff jederzeit eine beträchtliche Menge anderer Elemente, als Silicium, Mangan, Phosphor, geringere Antheile von Schwefel u. s. w. Die Umwandlung in schmiedbares Eisen besteht nun im wesentlichen in der Entfernung dieser Nebenbestandtheile durch Oxydation; theils entweichen sie als Gase (Kohlenoxyd, schwefelige Säure), theils bilden sie eine Schlacke; diesen Vorgang nennt man Frischen.

Das älteste Frischverfahren ist das Herdfrischen; es besteht im wiederholten Niederschmelzen des Roheisens in einem Holzkohlenfeuer, wobei das abschmelzende Metall durch einen die Verbrennung unterhaltenden Windstrom tropft. Da die obengenannten Nebenbestandtheile sich leichter mit Sauerstoff verbinden als das Eisen, so enthält es nach jedem Niederschmelzen weniger von ihnen und nähert sich mehr und mehr dem reinen Eisen. Der Name des Verfahrens rührt von der Schmelzvorrichtung, dem

Frischherde oder Frischfeuer, her. In Deutschland sind die Frischfeuer fast vollständig verschwunden; nur ganz vereinzelt kommen sie noch im Bergischen vor; in Schweden, Steyermark und anderen holzreichen Hüttenbezirken, die gleichzeitig über sehr reines Roh-eisen verfügen, ist das Herdfrischen dagegen heute noch von Bedeutung; aber auch dort bedient man sich seiner, der Kostspieligkeit wegen und weil die erzeugbaren Mengen im Vergleiche zu den neueren Verfahren sehr geringfügig sind, nur noch bei der Herstellung von solchen Eisensorten, an deren Eigenschaften besonders hohe Anforderungen gestellt werden, wie z. B. des schwedischen Eisens für die Erzeugung von Hufnägeln und Cementstahl, des steyrischen Rohstahles, der russischen Glanzbleche u. dergl.

Der immer größer werdende Mangel an Holzkohlen und die durch zahlreiche Versuche dargethane Unmöglichkeit, sie beim Herdfrischen durch Steinkohle oder Koks zu ersetzen, deren Verunreinigungen das Erzeugniß verderben, führten allmählich zur Erfindung eines neuen Frischverfahrens, des Puddelns, bei welchem nur die Flamme des Brennstoffes, nicht aber dieser selbst, mit dem schmelzenden Eisen in Berührung kommt. Wenn auch das Puddeln heute nicht mehr in der ursprünglichen, von Henry Cort 1784 erfundenen Weise ausgeführt wird, sondern durch Verbesserungen an dem hierzu dienenden Flammofen (nach dem das Verfahren auch Flammofenfrischen genannt wird) eine vollständige Umgestaltung erfahren hat, so sind wir doch dem ersten Erfinder zu hohem Danke verpflichtet, da er den Weg zeigte, wie in derselben Zeit mit der gleichen Arbeiterzahl, aber unter sehr beträchtlicher Verminderung der Kosten für Brennstoff etwa die zehnfache Menge Schmiedeeisen erzeugt werden kann wie im Frischherde.

Ein Puddelofen (Abbildung 4 und 5) besteht im wesentlichen aus drei Theilen: aus der Feuerung *a*, dem Arbeitsherde *b* und dem Fuchse *c*.

Erstere ist auch heute noch in vielen Fällen eine einfache Rostfeuerung mit ziemlich hoher Brennstoffschicht, und nur da pflegt sie durch Gasfeuerung ersetzt zu werden, wo man mit geringwerthigen Brennstoffen, wie Braunkohlen oder Torf, zu arbeiten gezwungen ist, oder wegen hoher Kohlenpreise sparen gelernt hat.

Der Herd ist ein pfannenähnlicher Raum von 1,7 bis 2 m Länge und 1,6 bis 1,7 m Breite, gebildet aus der dicken eisernen

Sohlplatte und einem auf dieser liegenden hohlen gußeisernen Rahmen, dem Herdeisen, das behufs Abkühlung beständig von einem Strome kalten Wassers durchflossen wird. Dieser Herdraum erhält eine Auskleidung von sehr strengflüssiger, an Eisenoxyduloxyd reicher Schlacke, welche man bei sehr hoher Temperatur aufschmilzt, und die das geschmolzene Eisen einerseits vor zu starker Abkühlung an Sohle und Herdwänden, anderseits diese Stücke selbst vor chemischer Veränderung durch Theilnahme am Schmelzen und Frischen schützt.

Abb. 4.

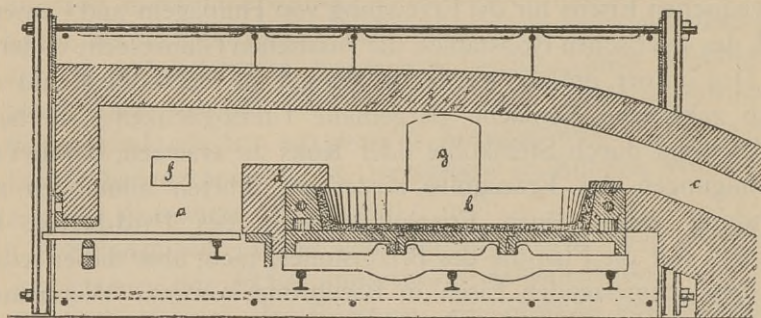
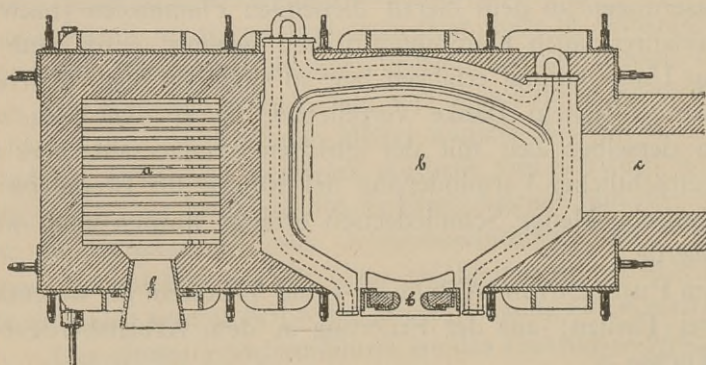


Abb. 5.



Der Fuchs ist der Abzugskanal für die Feuergase nach dem Schornsteine hin. Zwischen Feuerung und Herd sowie zwischen Herd und Fuchs wird das Herdeisen durch eine Steinlage bedeckt, und so erhält man die die einzelnen Ofentheile von einander trennenden Brücken, die Feuerbrücke *d* und die Fuchsbrücke *e*. Hinten und vorn sind Mauern aufgeführt, die dem Herde entlang sich auf dem Herdeisen aufbauen; das Ganze wird durch ein über der

Feuerung wagerechtes, über dem Herd allmählich nach dem Fuchse hin abfallendes Gewölbe überspannt. In der Vorderwand befinden sich die Schüröffnung f für die Feuerung und die Einsatzthür g zum Füllen und Entleeren des Herdes. Eine kleine Oeffnung in letzterer, die Arbeitsthür h , dient zur Einführung der Gezähe während der Puddelarbeit.

In den auf helle Glühhitze gebrachten, von der vorigen Hitze noch eine gewisse Menge Schlacken enthaltenden Ofen setzt man die Ladung aus durchschnittlich 300 kg Roheisen ein und bringt sie bei geschlossener Thür und lebhaftem Feuer binnen etwa 35 Minuten zum Schmelzen. Schon während dieser Zeit wirken die an Sauerstoff und Kohlensäurereichen Feuergase oxydierend auf das Eisen ein und verbrennen vorwiegend das in ihm enthaltene Silicium. Da aber die Schlacke das abschmelzende Eisen sofort bedeckt und der weiteren Einwirkung der Feuergase entzieht, so ist es die Aufgabe des Puddlers, durch Rühren mit dem Haken das Eisen immer von neuem mit jenen in Berührung zu bringen. Das gelingt sehr leicht, weil die durch Erniedrigung der Temperatur dickflüssig gewordene Schlacke hinter dem in regelmässigen Strahlen hin und her gezogenen Haken nicht sofort wieder zusammenfließt. Nächste dem Reste des Siliciums wird jetzt auch Mangan und Eisen in gröfserer Menge oxydirt und zwar theils durch den Sauerstoff der Feuergase, theils durch den des Eisenoxydes in der Schlacke, der sich aber durch Neuaufnahme aus der Luft immer wieder ergänzt, sowie durch Einwerfen von Garschlacke und Hammerschlag vermehrt wird. Sehr bald bemerkt man, wie aus der Schlacke Gasblasen von Kohlenoxyd aufsteigen, die mit blauer Flamme verbrennen. Die Reihe der Oxydation ist also jetzt an den Kohlenstoff gekommen. Mit der nun vorzunehmenden Steigerung der Temperatur wird die Gasentwicklung immer lebhafter, so daß das ganze Bad aufkocht, der Herd sich mit flüssiger Masse bis zum Rande füllt und Schlacke durch die Arbeitsthür über die Schaffplatte abfließt. Je weiter die Entkohlung fortschreitet, desto strengflüssiger wird das Eisen, und seine Schmelztemperatur überschreitet schliesslich den im Ofen herrschenden Hitzegrad. Die Folge ist, daß das Metall zu erstarren beginnt. Zuerst scheidet es sich in einzelnen Kryställchen ab, die wie glänzende Pünktchen sich von der dunkleren Schlacke abheben. Sie vermehren sich rasch und schweißen zu Klumpen zusammen, wodurch das weitere Rühren unmöglich wird.

Das Roheisen ist jetzt in schmiedbares Eisen verwandelt, aber noch nicht gleichmäfsig genug entkohlt, besonders in den am Boden liegenden Theilen. Diese unbedingt erforderliche Gleichmäfsigkeit des Kohlenstoffgehaltes erzielt der Puddler durch eine zweite Arbeit, das Aufbrechen und Umsetzen. Zu diesem Behufe vertauscht er den Rührhaken mit einer langen, starken Brechstange, der Spitze, mit welcher er, an dem einen Ende des Herdes beginnend, die erstarrte Masse in einzelnen Klumpen losbricht, umwendet und aufeinanderhäuft. Ist so der ganze Ofeninhalt auf einen Haufen gebracht, so bricht er abermals Stücke von diesem los, wendet das Innere nach aufsen und häuft sie am anderen Ende des Herdes in gleicher Weise auf; wenn nöthig, wird die Arbeit ein zweites Mal wiederholt. Schliesslich schreitet er zum Luppenmachen, d. h. er theilt den grofsen Eisenballen in vier bis sechs Stücke, rollt sie mit der Spitze auf dem Herde hin und her, um ihnen annähernd Kugelgestalt zu geben und die umherliegenden kleineren Eisenmassen mit ihnen zusammenzuschweißen und stellt sie an der Hinterwand des Ofens auf. Durch möglichste Steigerung der Temperatur wird die das schwammige Eisen durchsetzende Schlacke zum Fliefsen gebracht und ausgesaigert. Dann holt er bei geöffneter Einsatzthür mit einer grofsen Zange die Luppen einzeln aus dem Ofen, bringt sie unter den Dampfhammer, welcher die losen Massen fester zusammenschweißt und den gröfsten Theil der noch in ihnen enthaltenen Schlacke auspreßt, und endlich zum Walzwerke, mittels dessen sie zu Stäben, den Rohschienen, ausgestreckt werden.

War das verwendete Roheisen grau, also siliciumreich, so verläuft der Procefs wie eben geschildert, und das Erzeugnifs ist ein kohlenstoffarmes, sehniges Schmiedeeisen. War das Roheisen aber weifs, also siliciumarm, so verkürzt sich der erste Theil; die Entkohlung beginnt schon beim Einschmelzen; das Rühren dauert nur kurze Zeit, und durch das Umsetzen erhält man ebenfalls weiches, sehniges Eisen. Soll Stahl oder kohlenstoffreiches Schmiedeeisen, das sogenannte Feinkorneisen, welches wie jener körnigkrystallinisches Gefüge hat, erzeugt werden, so darf man die Entkohlung nicht so weit treiben; es bleibt deshalb der letzte Theil der Arbeit, das Umsetzen, ganz weg oder wird zum mindesten sehr verkürzt, und das Luppenmachen erfolgt, um auch während dieses etwa zu weitgehende Entkohlung auszuschließen, möglichst unter der Schlackendecke.

Zur Darstellung sehnigen Eisens bedient man sich in der Regel des weissen Roheisens, da es aufer der Abkürzung der Arbeit auch den Vortheil geringeren Eisenabbrandes und niedrigen Brennstoffverbrauches bietet. Nur dort, wo die Erze zu manganarm sind, um leicht weisses Roheisen zu ergeben, ist das Verpuddeln des grauen gebräuchlich. Zum Puddeln von Feinkorn und Stahl wird dagegen vielfach graues Eisen allein oder im Gemenge mit manganreichem, hochstrahligem und Spiegeleisen verwendet, weil eine kiesel-säure- und manganreiche Schlacke die Entkohlung verlangsamte, also die Entfernung des schädlichen Schwefels, dessen Verminderung im geraden Verhältnisse zur Dauer der Hitze steht, begünstigt.

Das Oxyd des Phosphors, die Phosphorsäure, wird zwar von einer stark basischen Schlacke leicht aufgenommen, so dafs, wenn der Betrieb auf Erzeugung sehnigen Eisens mittler oder geringer Güte geführt wird, auch phosphorreiche Roheisensorten, wie die von Ilsede, Luxemburg oder aus Puddelschlacken und Minette erblasenes verwendet werden können; der Rohstoff für die Erzeugung des besten Schmiedeeisens und des Stahles darf aber nur wenig Phosphor enthalten.

Der Abbrand, d. h. der Verlust an Eisen, beträgt je nach Rohstoff und Erzeugnifs 6 bis 15 %; der Brennstoffaufwand schwankt zwischen 750 und 2000 kg auf 1 Tonne Luppenstäbe.

Auf hochwerthigen Stahl arbeitende Oefen machen in 24 Stunden 10 Sätze von 225 kg und bringen 1840 bis 2000 kg aus, solche, die auf sehniges Eisen gehen, 12 bis 20 Sätze von 300 kg und ergeben etwa 4600 kg Rohschienen.

Die Arbeit des Puddlers ist äufserst anstrengend; es hat deshalb nicht an Versuchen gefehlt, sie Maschinen zu übertragen. Die Erfolge sind jedoch, da man maschinellen Vorrichtungen nicht auch den Verstand des Puddlers einflöfen kann, nicht derart, um zu ihrer Verwendung zu ermuntern. Nur für die Erzeugung sehnigen Eisens sind sie hie und da, in Deutschland kaum je, in Anwendung gekommen. Dagegen hat man durch Vergrößerung der Oefen zu doppelten und vierfachen (an denen also gleichzeitig zwei oder vier Puddler arbeiten) sowohl die Erzeugung bis auf 10000 kg zu erhöhen, als auch den Brennstoffverbrauch auf 450 kg f. d. Tonne zu vermindern verstanden.

Die Birnenverfahren.

Wie aus der vorstehenden Schilderung des Herdfrisch- und des Puddelverfahrens zu ersehen ist, kann die Umwandlung von Roheisen in schmiedbares Eisen nur unter Mitwirkung von atmosphärischer Luft erfolgen; beide unterscheiden sich im wesentlichen durch die Art, wie Roheisen und Luft in Berührung gebracht werden.

Henry Bessemer kam um 1855 auf den Gedanken, diese Einwirkung der Luft dadurch erheblich kräftiger zu gestalten, daß er letztere durch das flüssige Metall hindurch blies. Seine erste Vorrichtung war ein von Brennstoff umgebener Tiegel, durch dessen Deckel ein Windrohr bis nahe auf den Boden reichte. Sein Versuch versprach Erfolg, so daß er sich, trotz der durchaus absprechenden Beurtheilung des Verfahrens seitens der Eisenhüttenleute Englands, mit Eifer der weiteren Ausbildung seiner Erfindung hingab. Rastlose dreijährige Arbeit, besonders aber der Scharfblick und die Ausdauer des Schweden Göranson, der die ersten brauchbaren Stahlblöcke herstellte und nach England lieferte, brachten ihm endlich die Genugthuung der vollendeten Uebersetzung seines Erfindungsgedankens in die Wirklichkeit.

Das Aufsehen, welches die neue Erfindung in allen eisen-erzeugenden Ländern verursachte, war ungeheuer; denn es schien, als sei die ganze bisherige Schmiedeeisenerzeugung dem Untergange geweiht, da dieselbe Menge Roheisen (etwa 3 t), die ein Puddelofen in 24 Stunden verarbeiten konnte, von Bessemer in 20 Minuten verfrischt wurde. Bald zeigte es sich jedoch, daß nicht alle an den neuen Proceß geknüpften Hoffnungen erfüllt wurden; vor Allem stellte sich die Ansicht Bessemers, aus jedem Roheisen sei guter Stahl zu erzeugen, als Irrthum heraus; denn es gelang nicht, alle Nebenbestandtheile zu entfernen. Gerade der für das schmiedbare Eisen gefährlichste, der Phosphor, von welchem schon 0,1 bis 0,2 Hunderttheile genügen, um Stahl spröde und kaltbrüchig zu machen, blieb völlig unangetastet. So war man denn auf die Verwendung sehr reiner, phosphorarmer Roheisensorten beschränkt, und die ganze Erfindung konnte nur wenigen bevorzugten Hüttenbezirken, die im Besitze phosphorarmer Eisenerze sich befinden, voll zu gute kommen. Deutschland ist arm an solchen und blieb deshalb, da das neue Verfahren auch hier Verbreitung fand, auf

die Einfuhr des größten Theiles des erforderlichen Roheisens aus England angewiesen. Naturgemäß litt das deutsche Hochofengewerbe gewaltig hierunter, und erst durch die Einführung des Roheisenzolles, in deren Folge die Roheiseneinfuhr größtentheils durch eine solche von reinen spanischen oder nordafrikanischen Eisenerzen ersetzt wurde, konnte sie sich in etwa erholen.

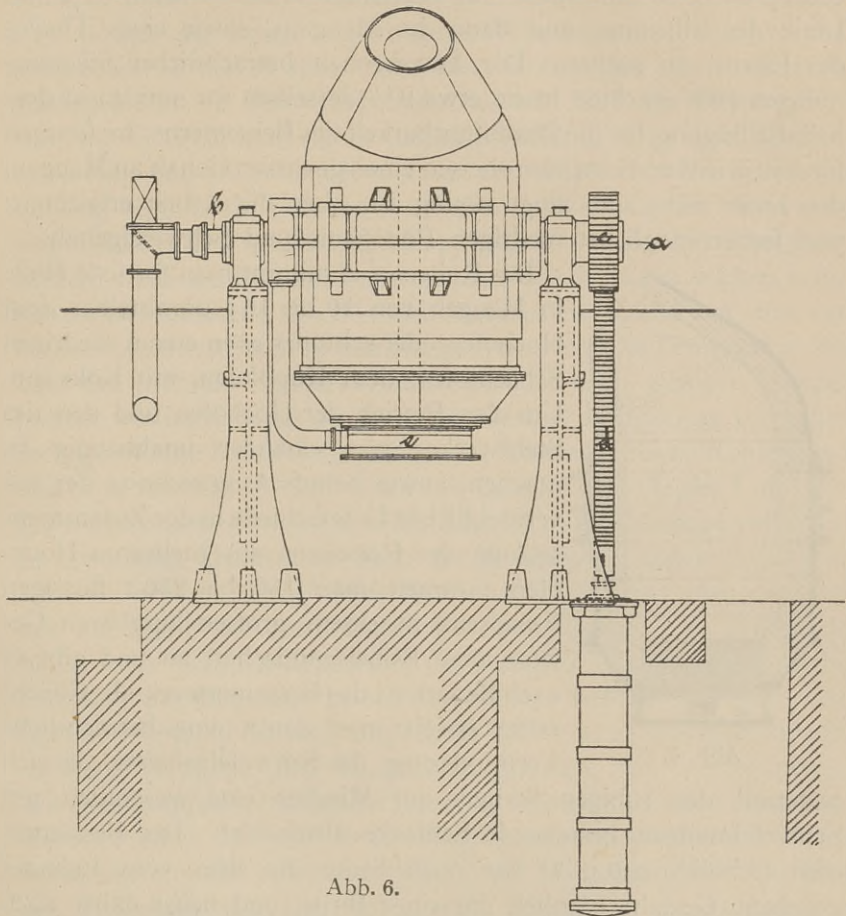


Abb. 6.

Obwohl der Puddelofen durch die Feuerung beständig auf hoher Temperatur gehalten wird, erstarrt das entkohlte, schmiedbar gewordene Eisen doch, da der Wärmegrad noch nicht hinreicht, es flüssig zu erhalten. Der Bessemerofen wird nicht geheizt, sondern seinem Inhalte wird von der hindurchgeblasenen Luft, die die

Temperatur des flüssigen Eisens annimmt, eine gewaltige Menge Wärme entzogen, und doch bleibt dieser bis zum Ende dünnflüssig, ist also schließlic sehr viel heißer als am Anfange. Wie ist das möglich? Der Grund ist in der Entwicklung außerordentlich großer Wärmemengen durch den Proceß selbst, in der äußerst rasch verlaufenden Verbrennung derjenigen Bestandtheile des Roheisens, die eine sehr hohe Verbrennungswärme besitzen, in erster Linie des Siliciums, und dann des Mangans, sowie eines Theiles des Eisens, zu suchen. Die Anwesenheit beträchtlicher Siliciummengen (wir erachten heute etwa 2% desselben für nöthig) ist deshalb Bedingung für die Durchführbarkeit des Bessemerns. Im übrigen fordern wir vom Bessemerroheisen einen gewissen Gehalt an Mangan, der zwar nicht unbedingt nöthig ist, aber die Arbeit erleichtert, und ferner möglichst niedrigen Phosphor- und Schwefelgehalt.

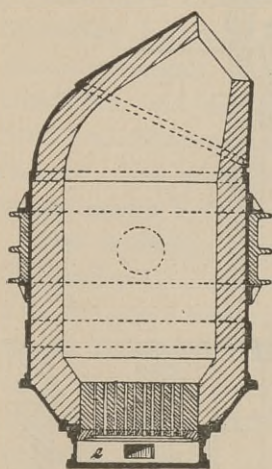


Abb. 7.

Das Roheisen entnimmt man für jede Hitze in Mengen von 10 bis 16 t unmittelbar dem Hochofen oder schmilzt es in einem niedrigen Schachtofen, dem Kupolofen, mit Koks ein. Um den Betrieb der Hochöfen und den des Stahlwerkes von einander unabhängig zu machen, sowie behufs Ausgleichung der unvermeidlichen Unterschiede in der Zusammensetzung des Roheisens aus mehreren Hochöfen sammelt man 150 bis 250 t flüssigen Roheisens in einem großen kippbaren Gefäße, dem Roheisenmischer, an und gibt es nach Bedarf an das Bessemerwerk ab. Gleichzeitig erzielt man damit eine beträchtliche Verminderung des Schwefelgehaltes, da sich

während des ruhigen Stehens im Mischer eine wesentlich aus Schwefelmangan bestehende Schlacke abscheidet. Der Bessemerofen (Abbildung 6 u. 7) hat noch heute die ihm vom Erfinder gegebene Gestalt, nämlich die einer Birne, und heißt daher auch allgemein die Bessemerbirne. Von der in ihm vorgehenden Umwandlung des Roheisens in schmiedbares Eisen führt er auch den Namen Converter. Im Gegensatze zu allen anderen metallurgischen Oefen steht dieser Ofen der Regel nach nicht fest, sondern hängt an zwei starken Zapfen in Lagern. Der eine, der Wendezapfen *a*, trägt ein Zahnrad, der andere, der Windzapfen *b*, ist hohl und setzt den Ofen

mit der Windleitung in Verbindung. Mittels einer, durch einen Druckwasserkolben bewegten, in das Zahnrad *c* eingreifenden Zahnstange *d*, oder auch mittels einer durch eine Dampfmaschine angetriebenen Schnecke, kann der Ofen um wenigstens drei Viertel eines Kreises gedreht werden, und das ist nöthig, da Eintragen und Ausgießen des Ofeninhaltes durch den am oberen Ende befindlichen Hals erfolgen muß. Vom Windzapfen führt ein Rohr nach dem unter dem Boden der Birne angebrachten Windkasten *e*, von wo aus zahlreiche, 15 bis 17 mm weite Durchbohrungen des Bodens die geprefte Luft in den Ofen treten lassen. Soll die Birne gefüllt werden, so dreht man sie in liegende Stellung, führt eine Rinne in ihren Hals und sticht den Kupolofen ab. Nach dem Einfließen der Ladung beginnt das Gebläse zu arbeiten, und sobald der Wind etwa eine Atmosphäre Ueberdruck erlangt hat, richtet man den Ofen plötzlich auf. Die das Bad durchströmenden Windstrahlen wirken sofort auf die Bestandtheile des flüssigen Metalles oxydirend ein und verbrennen zunächst Silicium und Mangan, wodurch die Temperatur sehr bald um mehrere hundert Grad steigt. Ist nach wenigen Minuten (gerade wie im Anfange des Puddelprocesses) das Silicium verbrannt, so beginnt eine lebhaft oxydation des Kohlenstoffes zu Kohlenoxyd, das beim Austritt aus dem Ofen mit dem Sauerstoffe der Luft unter Entwicklung eines äußerst hellen Lichtes zu Kohlensäure verbrennt. In etwa zehn Minuten ist auch der Kohlenstoff abgeschieden; die Flamme erlischt; der Proceß ist beendet. Arbeitet man unmittelbar auf Stahl von bestimmtem Kohlenstoffgehalte, so genügt das bloße Auge nicht zur Erkennung des richtigen Zeitpunktes für die Beendigung des Blasens. In solchen Fällen bedient man sich eines Spektroskopes, in dem mit Beginn der Verbrennung des Kohlenstoffes mehrere Gruppen hell leuchtender grüner, von verbrennenden Mangandämpfen herrührender Linien zu sehen sind, deren vollständiges Verschwinden mit der Entkohlung genau zusammenfällt. Dem Blasemeister giebt diese Erscheinung auf Secunden genau das Ende des Processes an. Der Ofen wird wieder in wagerechte Lage gekippt und der Wind abgestellt. Nachdem man sich noch durch eine Schlacken- und Schöpfprobe von der Erreichung des gewünschten Entkohlungsgrades überzeugt hat, setzt man dem Bade mehrere hundert Kilogramm flüssigen mangan- und kohlenstoffreichen Spiegeleisens oder eine entsprechend kleinere Menge flüssigen oder festen Eisenmangans in Stücken zu und gießt es in eine unter-

gehaltene, vorher auf Glühhitze erwärmte Gießpfanne aus. Aus dieser findet die Vertheilung in die gußeisernen, nahezu prismatischen Gußformen (Coquillen) statt, indem man die Pfanne mittels eines Gießkrahnes oder eines Wagens über jede Form führt und durch die im Pfannenboden befindliche, mit einem Stopfen verschlossene Oeffnung die entsprechende Menge Metall ausfließen läßt.

Der Zusatz von Spiegeleisen zum Metallbad erfolgt aus zwei Gründen. Das Mangan in ihm soll das im Bade gelöste Eisenoxydul reduciren; denn schon sehr geringe Mengen dieses Stoffes genügen, um das Erzeugniß in hohem Grade rothbrüchig, d. h. spröde in der Hitze, zu machen, wodurch die weitere Verarbeitung sehr erschwert, ja oft unmöglich wird. Der Kohlenstoff des Spiegeleisens soll dagegen durch Vertheilung im Bade dessen Kohlenstoffgehalt auf eine bestimmte, dem Verwendungszwecke des Erzeugnisses genau angepaßte Höhe bringen; es soll das Bad rückkohlen, wie man zu sagen pflegt.

Dieses Rückkohlen kann man zwar umgehen, wenn man in dem Augenblicke, in dem der geforderte Kohlenstoffgehalt im Bade noch vorhanden ist, mit dem Blasen aufhört; es ist aber, trotz Anwendung des Spektroskopes, wegen der verschiedenen Temperatur der einzelnen Hitzen dieser Zeitpunkt sehr schwer genau zu treffen, so daß man heute fast allgemein vorzieht, die Entkohlung stets bis zu Ende zu führen und den erforderlichen Kohlenstoff im Spiegeleisen wieder zuzusetzen. Dadurch ist das Verfahren so handlich geworden, daß man einen verständigen Arbeiter mit seiner Leitung betrauen kann.

Will man das Bad nur desoxydiren ohne zurückzukohlen, also sehr weiche Eisensorten darstellen, so ersetzt man das Spiegeleisen durch Eisenmangan.

Der Abbrand, d. i. der Verlust an Metall durch Verbrennen der Nebenbestandtheile zu Schlacke, beträgt 10 bis 12 % des Einsatzes.

Als bemerkenswerther Unterschied gegenüber den anderen beiden Frischmethoden ist anzuführen, daß hier der Vermittler für die Sauerstoffübertragung, die eisenoxyduloxydreiche Schlacke, überflüssig wird, weil in der sehr hohen Temperatur der Sauerstoff der Luft sich unmittelbar mit dem abzuscheidenden Kohlenstoffe verbindet.

Warum, wird man fragen, gelingt es nun hier nicht wie beim Herdfrischen und Puddeln, den doch so leicht verbrennenden

Phosphor aus dem Bade zu entfernen? Der Grund ist in der Zusammensetzung der Schlacke zu suchen. Der Ofen ist mit einem fast ausschließlich aus Kieselsäure bestehenden Futter versehen; selbst wenn also die Schlacke nicht so reich an Kieselsäure wäre, wie sie es infolge des hohen Siliciumgehaltes des Roheisens geworden ist, so könnte sie doch nie basische Natur erlangen, da sie dann mit Begierde Kieselsäure aus dem Ofenfutter entnehmen, dieses anfressen würde. Eine basische Schlacke ist aber die unumgängliche Voraussetzung für die Verschlackung der Phosphorsäure.

Obwohl von verschiedenen Seiten, so bereits in den sechziger Jahren von Tunner auf die Nothwendigkeit des Ersatzes der kiesel-sauren Ausfütterung der Bessemerbirne durch eine basische hingewiesen worden war, falls eine Abscheidung des Phosphors erfolgen solle, so gelang es doch nicht, genügend feuerfeste und widerstandsfähige Baustoffe von geeigneter Zusammensetzung aufzufinden. Erst Thomas und Gilchrist lösten 1878 diese Aufgabe durch Wahl und geeignete Vorbereitung des Dolomites, eines Gemenges von Kalk- und Magnesiicarbonat. Dieses weitverbreitete Mineral wird in hoher Temperatur scharf gebrannt, dadurch von seinem Kohlensäuregehalte befreit, dann gemahlen, mit erhitztem, entwässertem Theer gemischt und in eisernen Formen unter sehr hohem, bis zu 300 Atmosphären ansteigendem Drucke zu Steinen geprefst. Die Bodenstücke der Birnenfutter stampft man aus derselben Masse in Formen auf, erhitzt sie in diesen bis zu beginnender Glühhitze und treibt so den weitaus größten Theil des Theeres wieder aus. In einem mit diesem Baustoff ausgefütterten Ofen kann man durch Zuschlagen gebrannten Kalkes unbeschadet der Haltbarkeit der Wände eine so stark basische Schlacke erzeugen, daß die Aufnahme des zu Phosphorsäure verbrannten Phosphors keine Schwierigkeit mehr bietet.

Wollte man zum Thomas- oder basischen Bessemervverfahren ein ebenso siliciumreiches Eisen wählen, wie für das oben besprochene saure Bessemervverfahren nöthig ist, so würde ein ausserordentlich hoher Kalkzuschlag erforderlich sein und eine solch bedeutende Schlackenmenge entstehen, daß die Arbeit fast undurchführbar wäre, das Futter auch trotz aller Vorsicht lebhaften chemischen Angriffen unterläge. Man zieht deshalb sehr siliciumarmes weißes Roheisen vor, giebt aber damit zugleich den Vortheil der bedeutenden Wärmeentwicklung in der ersten Zeit des Blasens verloren. Zum Theil läßt sich dieser Verlust durch Aufwand größerer Koks-

mengen, also durch heißeres Einschmelzen ausgleichen. Wenigstens gelingt es auf diese Weise, eine Temperatur zu erzielen, bei welcher der Kohlenstoff lebhaft verbrennt. Da das Roheisen neben wenig Silicium, 1,5 bis 2,5 % Mangan und etwa 3 bis 4 % Kohlenstoff noch durchschnittlich 1,7 bis 2,5 % Phosphor enthält, so ist es im Augenblicke der Entkohlung keineswegs zu Schmiedeeisen umgewandelt, hat vielmehr noch immer verhältnismäßig niedrigen Schmelzpunkt, und die Gefahr des Erstarrens ist ausgeschlossen.

Solange Kohlenstoff im Bad enthalten ist, bemächtigt sich dieser mit Begierde alles eingeblasenen Sauerstoffes, so daß für die Oxydation des Phosphors nichts übrig bleibt. Erst nach der Entfernung jenes steht so viel Sauerstoff zur Verbrennung dieses zur Verfügung, daß seine Oxydation binnen wenigen Minuten und bis auf einen beliebig zu verringernden Rest sich vollzieht.

Die Schlacke hält die Phosphorsäure so fest, daß es leicht ist, ein Eisen von der größten Reinheit darzustellen.

Die Beendigung des Processes kann hier während der Entphosphorung, da kein Kohlenoxyd mehr entweicht, die Entstehung des charakteristischen Manganspektrums also ausgeschlossen ist, nur durch Schöpfproben festgestellt werden.

Während der Entphosphorung rückt der Schmelzpunkt des dem Schmiedeeisen sich immer mehr nähernden Metalles höher und höher; zum Glücke steigt gleichzeitig die Temperatur des Metallbades, da der Phosphor, gleichwie das Silicium im saueren Verfahren, als Heizstoff wirkt; nur ist die Hitzeperiode, welche dort am Anfange lag, an das Ende verlegt, und man kann mit derselben, ja mit höherer Temperatur zum Gießen schreiten, als beim Bessemern.

Bis vor einigen Jahren war das Rückkohlen des Thomasflußeisens mit Schwierigkeiten verknüpft, da der Kohlenstoff des Spiegeleisens gleichzeitig auf die Schlacke einwirkt, Phosphorsäure reducirt und Phosphor in das Metall zurückführt. Diese Reaction läßt sich zwar abschwächen, indem man vor dem Spiegeleisenzusatz die Schlacke so gut wie möglich abgießt, aber nicht vollständig verhindern. Die Schwierigkeit ist auf zweierlei Weise überwunden. Nach der einen wird nach dem Abgießen der Hauptmenge der in der Birne zurückgebliebene Schlackenrest durch Zufügen einer geringen Menge Kalk abgekühlt und dickflüssig gemacht; dann läßt man gleichzeitig das Flußeisen aus der Birne und das Spiegeleisen aus dem Kupolofen oder einer Pfanne in die

Gietspfanne fließen, so daß die Reactionen (Desoxydation und Kohlung) in dieser vollendet sind, ehe die Schlacke hinzutritt. — Nach dem zweiten Verfahren erfolgt die Kohlung ebenfalls in der Gietspfanne, aber mit festem Kohlenstoffe (Darby-Procès), der sich in dem flüssigen, hochehitzen Eisen mit überraschender Schnelligkeit auflöst, wie Zucker in heißem Wasser. Der Kohlenstoff wird entweder in Pulverform (gemahlener Koks) oder in Form von Kohlenziegeln (gemahlener Koks mit Kalk gebunden) gleichzeitig mit dem Eisen in die Gießpfanne gebracht.

Während also früher das Thomasverfahren vorwiegend nur zur Erzeugung sehr weicher Flußeisensorten geeignet und in dieser Hinsicht dem Bessemerverfahren entschieden überlegen war, kann es jetzt auch alle die Aufgaben erfüllen, für welche letzteres längere Zeit noch unentbehrlich erschien. Hatte schon vorher, als die Schwierigkeiten beim Rückkohlern noch nicht überwunden waren, das Thomasverfahren binnen wenig Jahren dem Bessemern ein sehr beträchtliches Gebiet abgewonnen (denn ein sehr großer Theil des in der Birne dargestellten schmiedbaren Eisens ist Flußeisen, nicht Flußstahl), so wird es jetzt das saure Verfahren, wenigstens in Deutschland, dessen Hüttenleute durch die wissenschaftliche Art und Weise ihrer Arbeit das von Engländern erfundene basische Verfahren erst gehörig ausgebildet und auf den hohen Stand seiner heutigen Entwicklung gebracht haben, fast vollständig verdrängen.

Die Vortheile des Thomasverfahrens sind für uns Deutsche handgreiflich. Unser Vaterland ist durch dasselbe unabhängig geworden von der Einfuhr fremden phosphorarmen Roheisens und könnte auch unabhängig werden von der fremder reicher Eisenerze; denn phosphorreiche Eisenerze stehen in Lothringen und Luxemburg in unerschöpflichen Mengen zu Gebote. Nur diejenigen bergbautreibenden Gegenden, deren Erze zu phosphorreich für Bessemer-, zu phosphorarm für Thomasroheisen, also nur zur Erzeugung von Puddelroheisen geeignet sind, haben unter seiner Ausbreitung etwas gelitten. Aber auch ihnen droht noch lange nicht, wie von manchen Seiten glauben gemacht werden möchte, der Untergang ihres Hauptgewerbes, wenn man sich nur vorwiegend auf die Erzeugung hervorragend guter Sorten Puddelroheisen legen wollte; denn die geringen Schweißeisensorten dürften durch das Thomasverfahren, dessen Erzeugniß auch bezüglich der Schweißbarkeit jenen nichts mehr nachgiebt, in nicht zu ferner Zeit gänzlich verdrängt werden.

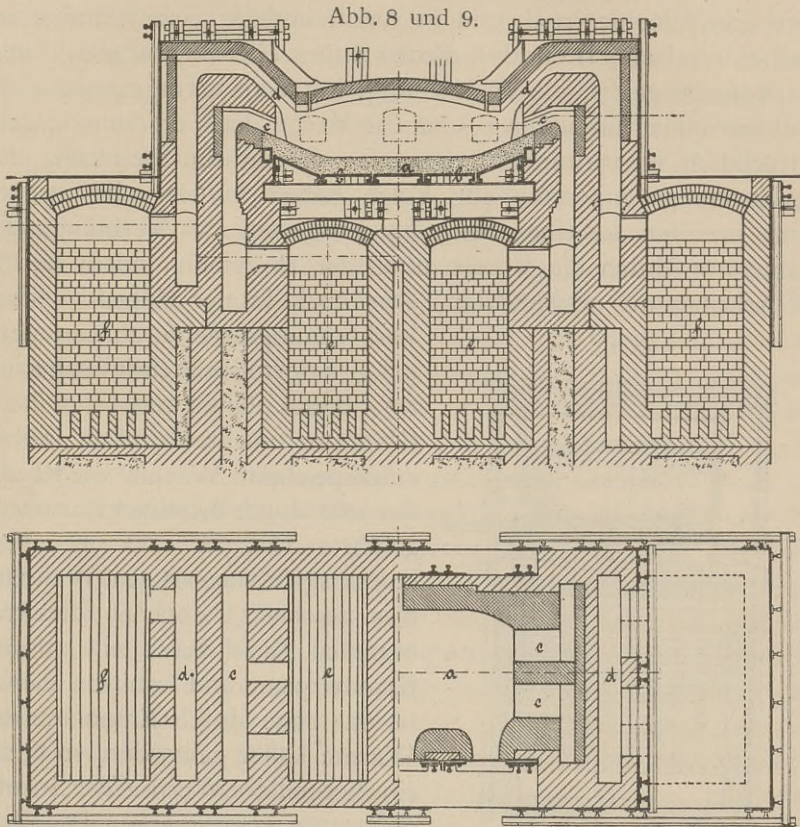
Noch auf einen andern Punkt lohnt es sich die Aufmerksamkeit weiter Kreise zu lenken. Die Thomasschlacke besteht in der Hauptsache aus Kalk und Phosphorsäure; von letzterer enthält sie 14 bis 20 %. Mit beiden Stoffen düngt der Landwirth seine Felder. Zahlreiche Versuche haben dargethan, daß die Schlacke, so wie sie fällt, im Erdboden als Düngemittel zur Wirkung gelangt, wenn sie nur genügend fein gemahlen wurde; sie erfordert also nicht, wie das Knochenmehl, ein vorhergehendes Aufschließen oder eine Umwandlung in Superphosphat wie die Phosphorite, kann der Landwirthschaft demnach auch zu weit niedrigeren Preisen als diese zur Verfügung gestellt werden. Leider aber muß jetzt noch ein Theil der Schlacke dieser natürlichsten Bestimmung entzogen und wieder im Hochofen verhüttet werden, um den Phosphor für das Thomasroheisen zurückzugewinnen, der bislang aus Puddelschlacken reducirt wurde und in Zukunft auch im rheinisch-westfälischen Hüttenbezirke den noch ungehobenen Schätzen Lothringens und Luxemburgs an Minette entnommen werden könnte, wie es in den günstiger gelegenen westlichen Hüttenbezirken bereits heute geschieht, und ein anderer nicht unbeträchtlicher Theil des werthvollen Phosphors geht in den Hochofen- und Kupolofenschlacken verloren.

Da den Landwirthen natürlich daran gelegen ist, das vorzügliche Düngemittel in möglichst concentrirter Form zu erhalten, so arbeiten einige Hüttenwerke nach dem von Scheibler angegebenen Verfahren, d. h. sie setzen von Anfang an nur zwei Drittel des Kalkzuschlages, gießen vor Beginn der stärksten Verschlackung des Phosphors die Schlacke ab und geben nun das letzte Drittel Kalk in die Birne, so daß sich die meiste Phosphorsäure in einer geringeren Schlackenmenge ansammelt. Gleichzeitig werden etwa 2 % Kalk erspart. Nicht alle Phosphorsäure der Schlacke gelangt im Boden zur Wirkung, sondern nur die in organischen Säuren lösliche; um diesen Antheil möglichst zu erhöhen, führt man auf manchen Hütten der Schlacke beim Abgießen Kieselsäure in Gestalt von Sand zu, welcher den Kalküberschuß bindet und so die Verbindung der Phosphorsäure mit dem Kalke lockert.

Das Flammofenverfahren.

Etwa in der Mitte der sechziger Jahre, als Bessemers Erfindung sich auch außerhalb Englands mehr und mehr zu verbreiten begann, nahmen die Brüder Martin die schon häufig

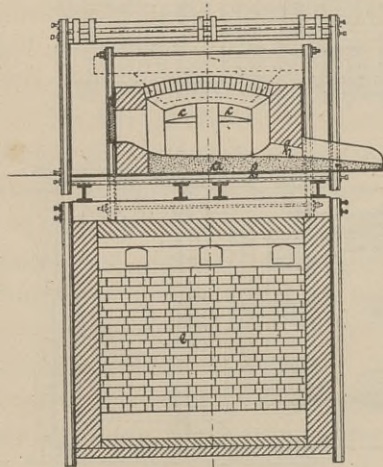
erfolglos gebliebenen Versuche wieder auf, Stahl nach der bereits von Réaumur erwähnten Weise des Zusammenschmelzens von Roheisen mit Schmiedeeisen herzustellen. Was aber im Tiegel, also mit kleinen Mengen, sowie unter Ausschluss der Luft und der Feuergase ausführbar war, wollte auf dem Herd eines Flammofens durchaus nicht gelingen, weil mit den damaligen Mitteln



der Feuerungstechnik in einem solch weiten Raume Temperaturen, wie sie zur Flüssigerhaltung mehrerer Tonnen schiedbaren Eisens erforderlich sind, nicht erzielt werden konnten. Erst als sich die beiden Martin entschlossen, die epochemachende Erfindung der Wärmespeicherfeuerung von Friedrich und Wilhelm Siemens auch bei ihren Versuchen in Anwendung zu bringen, hatten sie Erfolge zu verzeichnen, und mit Recht trägt seitdem der Proceß auch vielfach beider Erfinder Namen.

Siemens' ersetzten in erster Linie den festen Brennstoff durch gasförmigen, indem sie die Kohlen in gemauerten prismatischen, unten mit Rost versehenen Räumen in hoher, hoch erhitzter Schicht verbrannten. So erhielten sie aus ihren Gaserzeugern (Generatoren) nicht, wie es bei gewöhnlichen mit niedriger Brennstoffschicht arbeitenden Rostfeuerungen der Fall ist, Kohlensäure und Stickstoff, sondern ein Gemisch, das außer den Destillationsgasen der Kohle vorwiegend Kohlenoxyd und Stickstoff enthält, also brennbar ist und seinerseits als Brennstoff dienen kann. Hiermit war gleichzeitig die Aufgabe gelöst, die Verbrennung mit dem geringst möglichen Luftüberschufs auszuführen und die Menge der Verbrennungsgase beträchtlich zu vermindern, was eine wesentliche Steigerung der Verbrennungstemperatur zur Folge haben mußte. In zweiter Linie erzielten sie eine abermalige Steigerung der Verbrennungstemperatur durch die Vorwärmung der Heizstoffe, indem sie die im Arbeitsraum ausgenutzten, aber noch immer glühend heißen

Abb. 10.



Verbrennungsgase durch Kammern mit gitterförmiger Steinfüllung leiten, dieses Gitterwerk auf helle Glühhitze brachten und die in ihm aufgespeicherte Wärme wieder auf das jetzt durch dieselben Kammern geführte Heizgas und die Verbrennungsluft übertragen. Während dies geschieht, streichen die verbrannten Gase durch ein zweites Kammerpaar und erhitzen dieses. Ist das erste durch Entnahme der Wärme kälter geworden, so findet ein abermaliger Wechsel der Stromrichtungen statt u. s. w. Das Ver-

fahren ist also dasselbe, wie das der Winderhitzung in steinernen Oefen, die sich aus Siemens' Wärmespeichern (Regeneratoren) entwickelt haben. Außer dem Vorzug einer weit über das natürliche Maß gesteigerten Verbrennungstemperatur hat die Wärmespeicherfeuerung auch den einer wesentlichen Ersparnis an Brennstoff, da die den verbrannten Gasen innewohnende Wärme nicht mehr durch den Schornstein verloren geht, sondern größtentheils auf die Brennstoffe übertragen, also wieder gewonnen wird

Der Martinofen (Abbildungen 8 bis 10) hat einen von den beiden Schmalseiten nach der Mitte und von der Arbeit- nach der Abstichseite hin abfallenden Herd *a*, welcher auf einer starken Herdplatte *b* aus quarziger oder aus dolomitischer Masse aufgestampft oder auch aus Magnesitsteinen gemauert wird. An den Schmalseiten münden aus den Ofenköpfen mehrere (hier drei) Schlitzlöcher *c, d*, welche die Verbindung mit den Gas- (*e*) und Luftwärmespeichern *f* herstellen. Durch sie fließen an einer Seite Heizgas und erhitzte Verbrennungsluft dem Herde zu; auf der anderen Seite werden die Verbrennungsgase abgeführt. Die Flamme entwickelt sich über dem Herd und bringt den Einsatz zum Schmelzen. An den beiden Langseiten befinden sich Thüren zum Einsetzen der Beschickung, zum Abziehen der Schlacke, zur Ausbesserung des Herdes und zu anderen Arbeiten, und an einer auch das Stichloch *h*.

Auf dem vertieften Herde des Siemens-Martinofens schmilzt man zu Beginn der Hitze eine von 5 bis 50 % des ganzen Einsatzes wechselnde Menge Roheisen nieder und trägt dann das gewöhnlich aus Abfällen von der Flusseisenverarbeitung bestehende Schmiedeeisen auf einmal oder in einzelnen Posten ein und löst es in dem Roheisenbad auf. Ist dies geschehen, so enthält der Ofen ein Gemisch, dessen Kohlenstoffgehalt zwischen dem der beiden Rohstoffe steht, so daß dieses je nach der Menge des angewendeten Roheisens sich mehr dem Stahl oder dem Flusseisen nähert. Das Einschmelzen nimmt bei den großen Einsätzen (gewöhnlich 10 bis 30 Tonnen) sehr viel Zeit in Anspruch, so daß man nur 2½ bis 6 Hitzten in 24 Stunden ausführen kann. Während dieser langen Zeit verbrennt infolge Berührung der Feuergase mit dem Eisen eine nicht unbedeutende Menge Kohlenstoff, wie die sich entwickelnden Blasen von Kohlenoxydgas beweisen; es findet also neben der Verflüssigung ein langsames Frischen statt. Der Schmelzer hat es in der Hand, dieses Frischen in größerem oder geringerem Maße eintreten zu lassen; es wird z. B. viel mehr Kohlenstoff verbrannt, wenn er, wie es früher geschah, behufs Beschleunigung des Einschmelzens die Schmiedeeisenabfälle in einem besonderen Ofen auf Glühhitze vorwärmt und so an ihrer Oberfläche eine Oxyduloxyschicht erzeugt, die wie die Schlacke im Puddelofen lebhaft auf den Kohlenstoff einwirkt, oder wenn er reiche Eisenerze zusetzt, was bei Verwendung großer Roheisensätze beliebt ist. Die Oxydation ist aber nur gering, wenn der Einsatz vor-

wiegend aus Schrott besteht. Thatsächlich ist das Flammofenverfahren heute weder ein reiner Misch-, noch ein reiner Frischproceß, sondern ein Zwischending von beiden und nähert sich bald dem einen, bald dem anderen, je nach dem Verhältnisse der Rohstoffe; er wird zum reinen Frischen, wenn man nur mit Roheisen und Eisenerzen arbeitet, zum bloßen Umschmelzen schmiedbaren Eisens, wenn der Einsatz fast lediglich aus Abfällen besteht.

Gewöhnlich wird der Proceß so geführt, daß das Ergebnis ein ganz kohlenstoffarmes Flußeisen ist, welches dann durch Zusatz entsprechender Mengen Eisenmangan oder Spiegeleisen von dem gelösten Eisenoxyde befreit und mehr oder weniger zurückgekühlt wird, so daß man ebensowohl weichstes Flußeisen als harten Stahl erhalten kann.

Das Siemens-Martinverfahren hat ungemein an Gebiet gewonnen, einmal weil es Gelegenheit bietet, außerordentlich große Mengen Flußeisenabfälle vortheilhaft zu verwerthen und es somit eine glückliche Ergänzung der Birnenverfahren bildet, ein zweites Mal, weil infolge des langsamen Verlaufes Eisenlegierungen von bestimmt vorgeschriebener Zusammensetzung mit größter Sicherheit erzielt werden können.

Der jüngste und wichtigste Fortschritt besteht in der Uebertragung der basischen Arbeit auf den Siemens-Martinofen, der bis vor 15 Jahren, weil ebenfalls nur mit sauerem Futter versehen, ebenso phosphorfreier Rohstoffe bedurfte wie die Bessemerbirne. Die Güte des im basischen Martinofen erzeugten Flußeisens ist so unübertroffen, und auch seine Schweißbarkeit so groß, daß in ihm dem Schweiß Eisen wohl der gefährlichste Feind erwachsen ist.

Das Tempern.

Im Anschluß an die Frischverfahren, welche mit flüssigem Eisen arbeiten, sei noch kurz des Temperns oder Glühfrischens gedacht. Die Aufgabe dieses Verfahrens ist nicht, wie die der vorigen, die Darstellung schmiedbaren Eisens zur weiteren Bearbeitung, sondern die Umwandlung ihrer Form nach bereits fertiger, durch Gießen erzeugter Gebrauchstücke aus weißem Roheisen in weiche, zähe, schmiedbare Gegenstände. Zu diesem Zwecke werden die Gußstücke in eisernen Töpfen oder auch, wenn sie größer sind, in gemauerten Räumen in Rotheisensteinpulver gepackt und mehrere Tage lang auf Rothglut erhitzt. In dieser hohen

Temperatur befinden sich die Moleküle des Eisens sowohl wie die des Eisenoxydes in solch erregtem Zustande, daß sie, obwohl die Stoffe in festem Aggregatzustande verharren, doch chemisch aufeinander einwirken. Die an der Oberfläche des Eisens befindlichen Kohlenstoffmoleküle verbinden sich mit dem Sauerstoffe des Eisenerzes zu Kohlenoxyd. Dadurch entsteht eine kohlenstoffärmere Schicht, die aber von innen her sofort wieder angereichert wird; die Kohlenstoffmoleküle fließen gewissermaßen von innen nach außen, wie das Grundwasser nach einem ausgepumpten Brunnen oder die Luft nach einem Raume, in dem geringere Spannung herrscht als ringsum. Die Folge ist, daß allmählich der Kohlenstoffgehalt des ganzen Stückes einen so niedrigen Stand erreicht, wie im Schmiedeeisen, daß der vorher harte und spröde Gegenstand sich thatsächlich schmieden läßt. Nur mit dem Eisen legirter Kohlenstoff unterliegt diesem Vorgange, nicht aber Graphit, der nicht wie jener in einzelnen Molekülen im Eisen vertheilt, sondern örtlich zu Krystallkörpern angehäuft ist; somit kann nur weißes, nicht graues Roheisen getempert werden. Die Dauer des Verfahrens steht im geraden Verhältnisse zu der Menge des zu oxydirenden Kohlenstoffes; um sie abzukürzen und wegen der starken Neigung weißen Roheisens, zu zerspringen, gießt man die Gegenstände nicht aus solchem allein, sondern setzt ihm Schmiedeeisen zu, wodurch der Kohlenstoffgehalt natürlich wesentlich herabgezogen werden kann.

Tempergufs spielt heute eine bedeutende Rolle, weil sich durch Gießen die Formstücke weit leichter und billiger herstellen lassen als durch Schmieden. Viele Werkzeuge, wie Schraubenschlüssel, Schlauchverbindungen, Schlofstheile, Schlüssel, Fenster- und Thürbeschläge, Förderwagenräder und viele andere Dinge werden mit Vorliebe auf diesem Wege erzeugt. Das Verfahren ist jedoch nur auf Gegenstände von geringer Stärke, etwa bis 25 mm, anwendbar.

Das Cementiren und die Erzeugung des Raffinirstahles, sowie des Tiegel-Flußstahles.

Alle bisher betrachteten Wege zur Erzeugung von Stahl gehen vom Roheisen aus. Seit Jahrhunderten schon hat man auch das entgegengesetzte Verfahren eingeschlagen und weiches, reines Schmiedeeisen durch Zuführung von Kohlenstoff in Stahl verwandelt.

Dieser Proceß, Cementiren genannt, ist seit dem vorigen Jahrhundert besonders in Sheffield heimisch; 1811 wurde er nach Deutschland und zwar nach Remscheid verpflanzt, das noch heute den Mittelpunkt der Cementstahlerzeugung in unserer Vaterlande bildet. Die Kohlung des Schmiedeeisens vollzieht sich in derselben Weise wie die Entkohlung des Roheisens beim Tempern. Packt man nämlich Eisenstäbe in großen, bis zu acht Tonnen fassenden steinernen Kisten zwischen Holzkohlenpulver und glüht sie bei etwa 1000° eine Woche lang, so wandern die Kohlenstoffmoleküle aus der Holzkohle in das Eisen, allmählich bis ins Innerste der Stäbe. Die Menge des aufgenommenen Kohlenstoffes ist von der Temperatur abhängig, die Dauer des Vorganges von dieser und von der Dicke der zu cementirenden Stücke.

Alles Schweifeisen enthält noch Schlackeneinschlüsse, die vor seiner Verwendung zu entfernen sind; auch der Kohlenstoffgehalt ist nicht in allen Theilen gleichmäßig hoch und fordert eine Ausgleichung. Beides kann man sowohl durch Schweissen als durch Umschmelzen erreichen. Das erste Verfahren ist das ältere und auf Schmiedeeisen allein angewendete; für Stahl ist auch der zweite Weg in Aufnahme gekommen.

Das Schweissen besteht im Vereinigen der Luppenstäbe zu Packeten, Erhitzen und Zusammendrücken derselben unter Hämmern oder Walzen. Die zum Fliefsen gebrachte Schlacke wird dabei ausgequetscht, während der Kohlenstoffgehalt sich durch einen, dem Cementiren entsprechenden Vorgang ohne besondere mechanische Arbeit von selbst ausgleicht. Auf diese Weise verbesserter Rohstahl, möge er durch Herdfrischen, Puddeln oder Cementiren entstanden sein, heißt Raffinir- oder Gärbstahl. Die Schwierigkeit, durch Schweissen (Raffiniren oder Gärben) trotz mehrfacher Wiederholung des Verfahrens Stahl von wirklich gleichmäßigem Gefüge und gleichmäßiger Zusammensetzung zu erhalten und der Umstand, daß mit jeder Hitze der Kohlenstoffgehalt sich etwas vermindert, veranlaßten Huntsman 1730 zu dem Versuche, dasselbe Ziel durch Umschmelzen des Rohstahles in Tiegeln (Tiegel-Flußstahl) zu erreichen. Der Erfolg war ein so vollkommener, daß das Raffiniren mehr und mehr verdrängt worden ist.

Obwohl man glauben sollte, daß das einfache Umschmelzen die Zusammensetzung des Einsatzes nicht verändere, so ist dies

doch der Fall, da eine lebhaftere Wechselwirkung zwischen Tiegelwand und Tiegelinhalt stattfindet. Die Vorgänge sind ziemlich verwickelter Natur und bestehen in der Hauptsache in einer Aufnahme von Silicium aus dem feuerfesten Thon und auch von Kohlenstoff, wenn Graphittiegel angewendet werden. Raffinirstahl und Tiegel-Flußstahl sind, wenn aus den obengenannten Rohstählen erzeugt, die edelsten Stahlsorten, welche es giebt und werden vorwiegend zu Schneidwerkzeugen verwendet.

Daß Tiegel-Flußstahl auch durch Zusammenschmelzen von Roheisen und Schmiedeeisen erzeugt werden kann, wurde bereits früher erwähnt. Diese Mischung dient aber fast ausschließlich zur Herstellung von Stahlgußstücken.

III. Abschnitt.



Die Formgebungsarbeiten.

Die Eisengießerei.

Die Naturvölker bedienen sich bis heute zur Eisengewinnung des Rennens, zur Formgebung des Schmiedens. Beide Verfahren sind mit den einfachsten Hilfsmitteln ausführbar, da eine flache Grube im Erdboden und ein Blasebalg, sowie ein Stein als Amboß und ein zweiter als Hammer genügen. Bei den Kulturvölkern blieben bis weit ins Mittelalter hinein gleichfalls die Rennfeuer die einzigen Vorrichtungen zur Eisendarstellung, Hammer und Amboß trotz der hohen Entwicklung der Eisenbearbeitung die hauptsächlichsten Werkzeuge zur Umgestaltung. Erst mit der Erfindung des Hochofenprocesses, mit der Darstellung flüssigen Eisens waren die Bedingungen für die Entstehung der Eisengießerei gegeben. Bei der hohen Entwicklung der seit Jahrtausenden geübten Metallgießerei hätte man erwarten sollen, die erheblich geringere technische Schwierigkeiten bietende Eisengießerei werde sofort allgemein in Aufnahme kommen, und doch vergehen etwa zwei Jahrhunderte, ehe Eisenguß Erwähnung findet. Während Spuren der gewerbmäßigen Roheisenerzeugung im Siegerland und in Schmalkalden bis in den Anfang des 13. Jahrhunderts zurück nachweisbar sind, werden gußeiserne Kanonen erst zur Beginn des 15. Jahrhunderts

erwähnt; denn nachweislich stellte 1412 der Büchsenmeister Yolent zwei kleine, nur je 21,5 kg schwere Stücke für die Stadt Lille her, und 1422 finden ebensolche im Hussitenkriege bei der Belagerung von Karlstein Anwendung. Allerdings wird von anderer Seite behauptet, daß bereits 1345 die Eisengießerei bei Namur in hoher Blüthe gestanden habe und daß Kanonen 1370 in Franken und Thüringen durch Gießen erzeugt worden seien; unwiderlegliche Beweise sind dafür aber nicht erbracht worden.

Der Grund für die späte Verwendung des Eisens zum Gießen ist zweifellos in der Untauglichkeit des zuerst erblasenen weißen Roheisens zu suchen. Erst als durch Erhöhung der Oefen die Temperatur im Schmelzherde stieg, konnte Silicium reducirt werden und somit graues Roheisen entstehen.

Als Gießerei bezeichnen wir das Verfahren, durch Eingießen einer flüssigen, später erstarrenden Masse in Hohlformen Gebrauchsgegenstände zu erzeugen. Zu derselben werden zwei Stoffe, einer für die Formen, einer zur Ausfüllung gebraucht. In der Eisengießerei ist der letztere graues Roheisen, da dieses allein die Eigenschaft besitzt, beim Erstarren sich auszudehnen, die feinsten Vertiefungen der Form scharf auszufüllen und infolge seiner Weichheit sich leicht bearbeiten zu lassen.

Je dünnflüssiger das Eisen ist, desto feinere Erzeugnisse kann man aus ihm herstellen; Roheisen mit mäsigem Phosphorgehalt eignet sich deshalb in hervorragender Weise zu Kunstguß. Werden dagegen hohe Ansprüche an die Festigkeit der Gußwaaren gestellt, so darf nur besonders zähes, also phosphorarmes Roheisen (Hämatiteisen) zur Verwendung gelangen. — Schwefel macht das Eisen dickflüssig und muß deshalb beim Erblasen von Gießereiroheisen durch Bildung einer stark kalkigen Schlacke ferngehalten werden. Dieser Umstand, sowie die Nothwendigkeit, dem Gießereiroheisen ziemlich viel Silicium zuzuführen, erfordern die Anwendung sehr schwerer Kokssätze und erhöhen den Preis über den anderer Roheisensorten.

Solange vorwiegend mit Holzkohlen gehüttet wurde, konnte man das Eisen unmittelbar aus dem Hochofen vergießen, und so pflegte man bis gegen Ende des ersten Drittels unseres Jahrhunderts allgemein zu verfahren. Mit der raschen Entwicklung der Maschinenteknik und der allgemeinen Steigerung des Bedarfes an Gußwaaren konnten die wenigen Holzkohlenhochöfen

nicht Schritt halten; auch eigneten sich ihre Gufswaren bei weitem nicht zu allen Zwecken. Die Eisengiefsereien muſten sich deshalb, da auch das Giefsen unmittelbar aus dem Kokshochofen nur selten thunlich ist, von den Hochöfen trennen und bedienen sich heute fast ausschliesslich des Koksroheisens, aber im umgeschmolzenen Zustande. Die mit dem Umschmelzen unvermeidlich verbundene Veränderung der Zusammensetzung, besonders die Oxydation des Siliciums, jenes für die Bildung grauen Eisens unbedingt erforderlichen Stoffes, verlangt siliciumreicheres Roheisen, als Holzkohlenhochöfen erzeugen, wie es aber beim Koksbetriebe fällt.

Bis in die erste Hälfte der fünfziger Jahre verstand man nur aus Roheisen Gufsstücke herzustellen. Um diese Zeit gelang es jedoch dem Leiter der Bochumer Gufsstahlfabrik, Jakob Mayer, auch schmiedbares Eisen für diesen Zweck zu verwenden, was bei der viel gröfseren Festigkeit und Zähigkeit dieses Stoffes einen sehr beträchtlichen Fortschritt bedeutet. Die unter dem Namen Stahlformgufs (übrigens im Gegensatze zu Eisengufs besser Flufseisengufs zu nennenden) überall bekannten Erzeugnisse dieses jüngeren Verfahrens haben nicht nur bei ihrem Erscheinen berechtigtes Aufsehen erregt, sondern auch rasch ein weites Feld der Anwendung erobert. — Unter Mitisgufs, auch Weichgufs genannt, versteht man Gufsstücke von geringen Abmessungen, die aus ganz weichem, in Tiegeln eingeschmolzenem Schmiedeeisen hergestellt werden. Diese Unterart des Flufseisengusses ist noch ziemlich jung und wird bislang nur an wenigen Stellen erzeugt.

Das Umschmelzen des Roheisens erfolgt fast stets in cylindrischen Schachtöfen, den Kupolöfen, mit Koks und schwach geprefstem Winde; nur für besondere Zwecke, beispielsweise für die Herstellung besonders zäher Walzen und dergl., finden auch Flammöfen mit Steinkohlenrostfeuerung Anwendung. Das zu vergiefsende schmiedbare Eisen wurde zuerst nur in Tiegeln, heute wird es viel häufiger in Martinöfen erzeugt.

Die Herstellung der Gufsformen ist eine, bedeutende Geschicklichkeit und oft viel Scharfsinn erfordernde Arbeit, die in zahlreichen Fällen schon eine Kunst genannt werden muſs, wie denn auch der Name »Kunstgufs« für einen grofsen Theil der Giefsereierzeugnisse darthut. Je nach der Art des Verfahrens

unterscheiden wir die Modellformerei von der Schablonen- und der freien Formerei.

Bei der Modellformerei, dem einfachsten Verfahren, stellt man die Formen dadurch her, daß man ein genaues Abbild des zu erzeugenden Gegenstandes, das Modell, im Formstoff abdrückt. Diese Modelle werden, falls es sich um die Erzeugung technischer Gufswaren handelt, meist vom Modelltischler aus Holz gefertigt; nur sehr häufig abzugießende macht man der größeren Haltbarkeit wegen aus Metall. Sollen Kunstgegenstände nur einmal abgegossen werden, so führt der Künstler das Modell in Wachs oder Gyps aus; für wiederholten Abguß zieht man jedoch vor, ein zweites Modell nach dem Urbild in Metall zu gießen und durch Ciseliren u. s. w. sehr sorgfältig auszugestalten. Alle Modelle müssen, der Verkleinerung der Abgüsse beim Erkalten (des Schwindens) wegen, um ein gewisses Maß, das Schwindmaß, größer sein als die Gufswaren; für Roheisen ist dasselbe durchschnittlich ein Hunderthteil in jeder Richtung.

Der meist gebrauchte Formstoff ist feuchter Sand von großer Durchlässigkeit für Gase und einem gewissen Grade von Bildsamkeit, der durch Mahlen und Zumischen von Steinkohlenpulver für Gießereizwecke besonders vorbereitet werden muß.

Die Erzeugung einfacher Gegenstände kann durch Abdrücken des Modelles in dem auf dem Boden der Formhalle, dem Herde, liegenden Sand erfolgen. In den so gebildeten offenen Formen erhält man Gufsstücke, die nur an der unteren Seite ausgestaltet sind, während die obere, da der Flüssigkeitsspiegel stets wagrecht liegt, zwar eben, aber nicht vollkommen glatt ist; das ist der sogenannte Herdguß. Stücke von weniger einfacher Gestalt können dagegen nur in ringsum geschlossenen Formen, in eisernen Rahmen, Formkästen oder Gießflaschen genannt, erzeugt werden und heißen daher Kastenguß. Dann legt man beim Einformen das Modell auf ein Modellbrett, stürzt den Rahmen darüber und stampft ihn mit dem Sande voll. Wird nun der Kasten mit dem Modelle gewendet, ein zweiter, genau auf den unteren passender Rahmen darüber gestülpt und ebenfalls voll Stand gestampft, so ist das Modell allseitig mit Formstoff umgeben. Nach dem Abheben des Oberkastens vom Unterkasten kann man das Modell herausnehmen und durch Wiedervereinigen der beiden Hälften die volle Gufsform herstellen; durch einen im Sand ausgesparten

Eingußstrichter läßt sie sich dann mit flüssigem Metalle füllen. Da das Ausheben der Modelle von verwickelter Gestalt im ganzen oft unmöglich ist, so sind dieselben in mehrere Theile zerschnitten, welche man nacheinander aushebt. Nicht selten kommen auch Kästen aus mehr als zwei (drei bis höchstens vier) Theilen zur Verwendung.

Durch die Berührung mit dem heißen Metalle schmelzen die Sandkörnchen leicht unter sich sowie mit dem Eisen zusammen und verunstalten die Gußstücke. Ersteres verhindert man durch Zumischen von Steinkohlenstaub, letzteres durch Ueberziehen der inneren Formflächen mit einem unschmelzbaren Stoffe, gewöhnlich Holzkohlenpulver. Wenn auch dadurch das Anbrennen an das Roheisen verhindert werden kann, so genügt es doch nicht beim Flußeisenguß, da das schmiedbare Eisen viel heißer ist. Hier muß der Formsand durch einen feuerbeständigeren Stoff, die Masse, ein Gemisch von gemahlener Schamotte, d. i. gebrannter feuerfester Thon, und fettem, ungebranntem feuerfesten Thon ersetzt werden. Masse ist für Gase undurchdringlich; deshalb sind diese Formen vor der Verwendung scharf zu trocknen. Auch sie erhalten einen gegen das Anbrennen schützenden Ueberzug, und zwar, da Pulver hier nicht haftet, durch Bepinseln mit einer Aufschwemmung von Thon- und Graphitmehl in Wasser, der Schwärze.

Gute Former müssen ihrer Geschicklichkeit entsprechend hoch bezahlt werden. Trotz der höchsten Löhne konnten die Eisengiessereien in den Jahren der stürmischen Entwicklung nach 1871 nicht genügend Former erhalten und sahen sich gezwungen, die Herstellung der Formen mittels mechanischer Vorrichtungen, der Formmaschinen, zu versuchen. Was damals nur als Nothbehelf erschien, ist heute ein wichtiges Hilfsmittel zur Erzeugung von Massenartikeln geworden, die nur durch Verwendung bloßer Handarbeiter, also ohne gelernte Former, in einer Zahl, Genauigkeit und Sauberkeit geliefert werden können, wie es durch die sorgfältigste Handformerei nicht möglich ist. Hebt man nämlich die Modelle mit mechanischen Vorrichtungen genau senkrecht aus der Form, so wird jede Verletzung dieser, wie sie durch das geringste Schwanken der Hand eintritt, vermieden; der schwierigste (das Ausheben) und der langwierigste (das Ausbessern der Verletzungen) Theil der Formerarbeit ist erspart. — Hebt die Maschine

nur die Modelltheile aus, so bleibt das Feststampfen des Formsandes noch von Hand auszuführen; das kann aber ein gewöhnlicher Arbeiter verrichten. Manche Formmaschinen übernehmen auch noch diesen Theil der Arbeit, freilich nicht, indem sie den Sand stampfen, sondern zusammendrücken, was wohl bei ziemlich niedrigen Modellen, doch nicht in allen Fällen zugänglich ist. Die zuerst erwähnten Maschinen sind deshalb verbreiteter.

Neben den geschilderten Formmaschinen, mit denen besonders Formerlöhne gespart werden sollen, giebt es noch eine andere Gruppe, die Räderformmaschinen, deren Vorzüge in äußerst genauer Arbeit und in Ersparnis der theueren Modelle bestehen. Die Modellkosten sind schon im allgemeinen sehr hoch, besonders groß aber für Zahnräder. Da zudem die Holzmodelle trotz größter Sorgfalt nicht in der gewünschten Genauigkeit erzeugt werden können und bei vielfachem Gebrauch ihre Form merklich verändern, so sind Zahnräder mit genau gleichmäßiger Theilung und durchaus übereinstimmenden Zähnen nach Modellen gar nicht herzustellen. Die Formmaschinen aber, welche nur mit einem kleinen Theile des Modelles, nämlich mit nur zwei Zähnen, arbeiten, geben, allerdings bei höherem Aufwand für Formerlohn, Erzeugnisse von der höchsten Genauigkeit.

Es ist einleuchtend, daß nach Modellen Gufsstücke jeder beliebigen Form sich erzeugen lassen. Für zahlreiche gesetzmäßige Formen kann man die theueren Modelle ersparen und durch ein nach dem Umriss des Körpers ausgeschnittenes Brett, eine Schablone, ersetzen; aber nur Umdrehungskörper und solche, die man durch Fortbewegen eines Umrisses an einer Leitlinie entstanden denken kann, sind so herstellbar. In einem bestimmten Zweige der Metallgießerei, im Glockengusse, ist die Schablonenformerei seit Jahrhunderten in Gebrauch; ihre weitere Ausbildung hat sie jedoch erst in der Neuzeit erhalten.

Je nach dem zu verwendenden Formstoff ist die Ausführung verschieden. Sand- und Masseformen erzeugt man in einer der Modellformerei gerade entgegengesetzten Weise. Während dort das Modell mit dem Formstoff umstampft wird, füllt man hier zunächst den Herd oder den Kasten mit demselben aus und schneidet dann mittels der an einem Träger befestigten, um die feststehende Achse drehbaren Schablone den überflüssigen Stoff heraus, bis der Hohlraum die dem Gufsstück entsprechende Ge-

stalt hat. — Abweichend von diesem jüngsten Verfahren ist die weit ältere Anwendung der Schablone seitens des Lehmformers. Dieser stellt sich zunächst den Kern, wie der zur Ausbildung der Innengestalt von Hohlkörpern dienende Formtheil genannt wird, her, indem er ihn in rohen Umrissen aus Backsteinen aufmauert und dann, immer unter Benutzung der um den Kern herumgeführten Schablone, mit einer dünnen Lehmschicht überzieht.

Der Formerlehm ist nicht das so sehr verbreitete Mineral gleichen Namens, sondern ein Gemenge desselben mit magerem, trockenem Sand und Pferdedünger, Spreu oder ähnlichen organischen Stoffen, das unter Zusatz von Wasser durch Kneten zu einer breiigen, ganz gleichmäßigen Masse verarbeitet wird. Trocknet man die Lehmformen scharf, so verkohlen die organischen Stoffe und hinterlassen an ihrer Stelle Hohlräume, welche die Wand äußerst durchlässig machen.

Ist der Kern fertig gestellt, so wird er getrocknet, geschwärzt und abermals getrocknet. Dann bildet der Former mittels der Schablone über diesem Kern aus Lehm einen Körper, der genau die Gestalt des Gufsstückes hat, trocknet, schwärzt und trocknet abermals und führt endlich um das Ganze einen Mantel auf, dessen Innenfläche zu einem genauen Abbilde der Außengestalt des Gufsstückes wird. Ist auch der Mantel getrocknet, so hebt man ihn ab, schlägt den über dem Kerne sitzenden Lehmkörper, die falsche Eisenstärke, in Stücke und setzt den Mantel wieder darüber. So ist zwischen Kern und Mantel die Form entstanden, welche nur noch mit Metall gefüllt zu werden braucht.

Dieses Verfahren ist zwar sehr genau, aber langwierig; es läßt sich abkürzen, indem man die beiden Formtheile unabhängig von einander, also gleichzeitig mit je einer Schablone ausbildet und dann zusammensetzt, doch ist es so schwieriger, Kern und Mantel ganz genau aufeinanderpassend zu erhalten.

Unter freien Formen versteht man solche Lehmformen, die ohne Benutzung von Modell oder Schablone nur nach der Zeichnung mit Hülfe von Maßstab, Zirkel, Lehren u. s. w. aus Stein und Lehm aufgebaut werden.

Die Lehmformerei erfordert viel Geschicklichkeit, ein gut Theil Vorstellungsgabe und nimmt sehr viel Zeit in Anspruch. Lehmformen sind deshalb sehr theuer und werden vorwiegend nur zur Erzeugung sehr verwickelt gestalteter Maschinenteile verwendet.

Alle Gufsstücke müssen nach dem Entfernen des umhüllenden Formstoffes von den Eingufstrichtern und den Graten sowie von anhängendem Sand und dergleichen befreit, geputzt werden, wie der gewerbmäßige Ausdruck lautet, und gelangen dann entweder in rohem Zustande zur Ablieferung an die mechanischen Werkstätten bezw. die Besteller, oder sie unterliegen noch weiteren, Schutz gegen Rost und Verschönerung des Aussehens bezweckenden Arbeiten, wie dem Anstreichen, Asphaltiren, Emailiren, dem Ueberziehen mit dünnen Schichten anderer Metalle; Gas- und Wasserleitungsröhren werden unter hohem Druck auf ihre Dichtigkeit geprüft u. s. w.

Zum Schlusse sei noch kurz einer besonderen Art von Eisengufs, des Hartgusses, gedacht. An viele gufseiserne Gegenstände werden hinsichtlich ihrer Härte besonders hohe Ansprüche gestellt, z. B. an Herzstücke des Eisenbahnoberbaues, an Wagenräder, manche Walzen für Eisenhütten, für Papierfabriken, Getreide- und andere Mühlen, Panzerplatten u. s. w. Graues Eisen genügt diesen Ansprüchen nicht, wohl aber weifses. Ganze Gufswaaren aus weifsem Roheisen sind jedoch nicht brauchbar, weil viel zu spröde. So muß man Gufswaaren erzeugen, die außen eine harte weifse Schale besitzen, im Innern aber grau, weich und zähe sind. Ihre Herstellung gründet sich auf das eigenthümliche Verhalten geeigneten zusammengesetzten Roheisens, bei langsamer Abkühlung grau, bei plötzlichem Erstarren weifs zu werden. — Giefst man solches Eisen in metallene Formen, so entziehen diese infolge ihrer bedeutenden Wärmeleitungsfähigkeit dem Eisen, soweit es mit ihnen in Berührung kommt, sehr viel Wärme und bringen es rasch zum Erstarren; es wird weifs. Im Innern aber, wo die Abkühlung langsamer erfolgt, bleibt es grau.

Die Herstellung des Hartgusses ist jedoch nicht so einfach, wie es hiernach scheinen könnte; sie erfordert vielmehr außerordentlich genaue Kenntniß des Verhaltens der verschiedenen Eisensorten, der Einwirkung aller in Betracht kommenden Umstände und sehr viel Erfahrung. So kann es nicht wundernehmen, daß es in den meisten Ländern nur einzelne Firmen sind, welche auf diesem Gebiete Hervorragendes leisten. Welche hohe Stufe darunter die Deutschen einnehmen, wird den meisten Lesern durch die Berichte über Schiefsversuche bekannt geworden sein, welche vor mehreren Jahren in Rumänien und Italien gegen deutsche Hartgufspanzer stattgefunden haben.

Schmieden und Walzen.

Die Gestaltung von Gebrauchsgegenständen aus schmiedbarem Eisen kann zwar, wie wir eben gesehen haben, durch Gießen erfolgen, doch bedient man sich in viel größerem Umfange noch immer des seit undenklichen Zeiten gebräuchlichen Verfahrens der Umformung, des Drückens in hoher Temperatur erweichten und knetbaren Metalles zwischen härteren Körpern, zwischen Amboss und Hammer, des Schmiedens. Nicht viele Metalle besitzen die werthvolle Eigenschaft der Schmiedbarkeit in genügendem Grade, so daß, abgesehen vom Kupfer und Platin, fast nur beim Eisen ausgiebig von ihr Gebrauch gemacht wird.

Es kann nicht Aufgabe dieser kurzen Darstellung sein, die Schmiedetechnik eingehend zu beschreiben, da sie allgemein bekannt und überall Gelegenheit gegeben ist, das Verfahren in der Werkstatt eines Hufschmiedes, eines Schlossers oder irgend eines anderen Eisenarbeiters zu beobachten. Vielmehr soll hier nur mit wenigen Worten erörtert werden, wie es kommt, daß sie im Großgewerbe nicht mehr so ausschließlich Anwendung findet, wie ehemals.

Die im Rennfeuer erzeugten Luppen waren so klein, daß sie mit schweren Handhämmern noch recht gut ausreichend geschweifst und geformt werden konnten. Für die Luppen der Frischfeuer genügen noch heute von Wasserrädern getriebene Stielhämmer geringen Hubes und Gewichtes. Zum Zängen der großen Luppen aus den Puddelöfen, zum Schweißen schwerer Pakete für die Blechherstellung, zum Dichten von Flußeisenblöcken und zur Erzeugung der ungeheueren Schmiedestücke, wie sie Maschinen- und Schiffbau der Gegenwart erfordern, ist die Wirkung der kleinen Stielhämmer durchaus unzureichend; sie würde etwa dem Erfolge eines Schusses aus der Vogelflinte auf den Panzer eines Krokodiles zu vergleichen sein. Solche große Leistungen wurden erst möglich durch die Erfindung der Dampfhammer durch Nasmyth (1842). Trotz unausgesetzter Vergrößerung dieser mächtigen Vorrichtungen bis zu 113,5 t Gewicht des Schlagbaren sind auch sie schließlic an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angelangt; ihre wuchtigen, die ganze Umgebung weithin erschütternden Schläge wirken nur auf der Oberfläche der ungeheueren, zu schweren Belagerungsgeschützen bestimmten Gufs-

stahlblöcke, so daß das Kruppsche u. a. große Werke sich gezwungen sahen, sie durch Schmiedepressen, welche mit ihrem Drucke von 5000 bis 12600 t bis ins Innerste der Arbeitstücke zu dringen vermögen, zu ersetzen.

Abgesehen von der obenerwähnten vorbereitenden Bearbeitung schwerer Eisenmassen dienen in den Eisenhütten die Dampfhämmer in der Regel nur zur Erzeugung schwerer Schmiedestücke. Das Schmieden der zahlreichen Handelswaren ist dagegen die besondere Aufgabe des Kleiseisengewerbes geworden und fällt deshalb außerhalb des Bereiches unserer Betrachtung.

Alle die vielen einfachen, Stabeisen genannten Formen (Quadrat-, Rund-, Flach-, Bandeisen und dergl.) werden heute fast ausschließlich auf andere, die Erzeugung viel größerer Mengen zulassende Weise auf Walzwerken hergestellt. Als Walzwerke bezeichnen wir Vorrichtungen, die im wesentlichen aus zwei dicken gußeisernen Cylindern (Walzen) bestehen, welche parallel und in solchem Abstand in eisernen Rahmen, den Walzenständern, gelagert sind, daß ein geringer Zwischenraum zwischen den Walzenmänteln bleibt. Diese Walzen erhalten von einer Kraftmaschine aus ihre Bewegung derart, daß sie sich in entgegengesetzter Richtung um ihre Achsen drehen. Steckt man einen Körper zwischen sie, welcher dick genug ist, um beide zu berühren, so wird er infolge der Reibung erfaßt, mit fortgezogen und auf der anderen Seite hinausgepreßt. Körper von größerer Dicke als der Walzenabstand werden dabei, falls sie spröde sind, zerdrückt; sind sie aber weich, knetbar und zähe, so daß sich ihr Zusammenhang trotz des starken von den Walzen ausgeübten Druckes nicht löst, so werden sie auf den Walzenabstand zusammengedrückt, verdünnt und, da der Rauminhalt annähernd derselbe bleibt, in die Länge gestreckt; sie werden in eine andere Form gebracht. Die Wirkung der Walzen hat also große Aehnlichkeit mit der von Hammer und Amboss, und doch ist sie hinwiederum sehr verschieden von ihr. Während die Wirkung des Hammers mit den einzelnen Schlägen nur in Absätzen Schritt für Schritt und häufig unterbrochen durch wiederholtes Erhitzen des Schmiedestückes in die Erscheinung tritt, verrichten die Walzen rasch, ununterbrochen, in einem Zuge ihre Arbeit. Aber so gut wie ein einmaliges Ueberschmieden nicht genügt, die gewünschte Form aus dem rohen Blocke zu gestalten, so reicht auch ein einziger

Durchgang durch die Walzen (ein Stich) nicht hin. Obwohl das Eisen in hochohittem Zustande sehr weich und zähe ist, so bleibt sein Widerstand doch noch reichlich hoch, und seine Festigkeit ist viel zu gering, um sehr bedeutende Formveränderungen auf einmal erleiden zu können. Die Walzen würden brechen; das Eisen würde zerreißen. So erklärt es sich, daß vom Packet aus Luppenstäben bis zum Bleche, von der Luppe oder dem Blocke bis zum Drahte das Eisen wohl dreifsigmal und öfter die Walzen durchlaufen muß. Da es während der langen hierzu erforderlichen Zeit natürlich auskühlt, und zwar um so rascher, je weiter die Streckung vorgeschritten, so ist, wie beim Schmieden, wiederholtes Erhitzen erforderlich.

Als Erhitzungsvorrichtungen dienten bisher für Schmieden und Walzen nur Flammöfen, theils mit Rost-, theils mit Gasfeuerung. Mit dem erstmaligen und dem Wiedererhitzen ist ein sehr beträchtlicher, selbst das doppelte Gewicht des Erzeugnisses erreichender Brennstoffaufwand verbunden. Durch Beschleunigung der Walzwerkarbeit, die das Fertigstellen der Erzeugnisse in einer Hitze gestattet, durch geeignete Anordnung der einzelnen Betriebsabtheilungen, zufolge deren es möglich wird, die Blöcke noch heiß aus den Gufsformen in die Wärmöfen zu bringen, durch Verbesserung dieser selbst, sind zwar erhebliche Ersparnisse erzielt worden, aber erst in neuerer Zeit ist man dahin gelangt, unter günstigen Verhältnissen allen Brennstoff, mit Ausnahme desjenigen zur Dampferzeugung, zu ersparen und mit der Wärmemenge auszukommen, welche der Koks im Hochofen geliefert hat.

Entnimmt man das Eisen für die Bessemerbirne unmittelbar dem Hochofen, so erspart man das Umschmelzen; denn die dem Metall innewohnende Wärme reicht aus, um das Frischen in Gang zu bringen. In der Birne entwickelt sich, wie wir oben sahen, durch Verbrennen der mit Hilfe des Koks reducirten Nebenbestandtheile von neuem eine weitere sehr große Wärmemenge und wird zum Theil im Eisen aufgespeichert. Entfernt man die eisernen Gussformen möglichst rasch von den Blöcken, so sind diese noch hellroth-glühend; die Hitze ist hoch genug, um sie unmittelbar dem Walzwerke zu übergeben. Aber sie besitzen nur eine verhältnißmäßig dünne erstarrte Kruste und sind innen noch flüssig, so daß sie beim Walzen ausspritzen und die Walzer in große Gefahr bringen würden. So lange zu warten, bis sie durch

und durch erstarrt sind, ist jedoch auch nicht angängig; denn dann sind sie aufsen zum Walzen bereits zu kalt.

Könnte man den Wärmeüberschufs des Innern mit dem Wärmemangel der Schale ausgleichen, so würde der ganze Block ausreichend warm und weich sein, um unmittelbar bis zum Fertigerzeugniß sich auswalzen zu lassen. Diese Aufgabe auf höchst einfache Weise zu lösen, ist Gjers gelungen. Er setzte die Blöcke sofort nach dem Abziehen der Gufsformen in enge, im Boden der Hütte angebrachte und gut verschließbare Gruben mit Wänden aus feuerfesten Steinen. Die Blöcke geben die Wärme ab und erhitzen die Steine, so daß nach mehrmaliger Wiederholung die Wände selbst hellrothglühend geworden sind. Die geschützte Lage im Erdboden und die geringe Wärmeleitungsfähigkeit der Steine hält die Wärme so gut zusammen, daß selbst große Blöcke binnen einer halben bis zwei Stunden den Wärmeunterschied des Innern und der Kruste ohne nennenswerthen Verlust ausgeglichen haben und in einen für die nachfolgende Bearbeitung durchaus geeigneten Zustand gelangt sind. Solche Wärmeausgleichgruben werden auch in Deutschland vielfach angewendet und haben sich, obgleich anfänglich manche Versuche fehlschlugen, vollkommen bewährt. Bei der Verarbeitung von Schweisseisen ist dieses Verfahren selbstverständlich ausgeschlossen.

Kehren wir jetzt zu den Walzwerken zurück und betrachten ihre Einrichtung etwas genauer, so fällt uns sofort auf, daß die Walzstücke nach jedem Stich über die Oberwalze auf die vordere Seite des Walzwerkes zurückgegeben werden müssen, wenn sie von neuem die Walzen durchlaufen sollen. Das Bestreben, den damit verbundenen Arbeitsaufwand, die Zeit- und Wärmeverluste zu vermeiden, führte zu zwei grundverschiedenen Anordnungen. Bei der einen hält man die Walzen nach dem Durchgang an, steuert die Maschine um und läßt sie in entgegengesetzter Richtung laufen, so daß auch das Walzstück von der Rückseite her gestochen werden kann. Diese Kehrwalzwerke genannten Vorrichtungen erfordern, da die Anwendung eines Schwungrades zur Aufspeicherung des Arbeitüberschusses in den Leergangpausen ausgeschlossen ist, sehr starke Maschinen mit hohem Dampfverbrauche, sind also theuer im Betriebe. Wir wenden sie deshalb heute auch nur dort an, wo das hohe Gewicht der Walzstücke ein Heben auf die Höhe der Oberwalze beschwerlich macht; wo

dies nicht der Fall ist, bedienen wir uns meist der Walzwerke mit drei Walzen, der Triowalzwerke, die mit Unter- und Mittelwalze das Walzstück nach der einen, mit Mittel- und Oberwalze nach der andern Seite ziehen. Die Mittelwalze arbeitet also nach beiden Richtungen. Diese Einrichtung gestattet, weil die Maschine ununterbrochen in derselben Richtung weiter laufen kann, aufser einer erheblichen Beschleunigung der Walzarbeit auch die Anbringung eines schweren, die Maschine ganz beträchtlich unterstützenden Schwungrades.

Die einfachste Form von allen Walzwerkerzeugnissen hat das Blech; hier sind nur zwei parallele ebene Flächen zu erzeugen, während an den Seitenkanten das Eisen sich beliebig breiten kann. Die Walzen brauchen demzufolge nur glatte Cylinder zu sein. Das Blech erfordert sehr viele Stiche zu seiner Vollendung; wollte man für jeden ein besonderes Walzenpaar mit immer geringerem Abstand anwenden, so müfste die Walzenstrafse (so heifst die Vereinigung mehrerer, je ein Walzenpaar oder -Trio enthaltenden Walzgerüste zu einem Ganzen) eine Ausdehnung erhalten, dafs Maschinen von ganz aufsergewöhnlicher Stärke erforderlich würden. Man bedient sich deshalb immer derselben oder höchstens zweier Walzgerüste, nähert die Walzen aber nach jedem Stich einander mehr und mehr durch das gleichzeitige Anziehen zweier starken, die Ständerköpfe von oben her durchdringenden Stellschrauben, was mittels einer Rädervorrichtung von einer Stelle aus erfolgen kann. Werden die Bleche sehr weit ausgestreckt, so ist die Abnahme von einem Stiche zum andern äufserst gering und die Anstellung der Walzen mittels der Schrauben für ein Blech nicht mehr ausführbar. Dann doppelt man, d. h. man legt zwei, vier, acht auch sechzehn Bleche aufeinander und walzt sie gemeinschaftlich weiter aus; von der Abnahme des Walzenabstandes zwischen je zwei Stichen fällt jetzt auf jedes Blech nur ein Bruchtheil. Feinbleche, d. h. solche von weniger als 1 mm Dicke, werden übrigens, weil in sehr hoher Hitze ein unverhältnifsmäfsig grofser Metallverlust entstünde, verhältnifsmäfsig kalt gewalzt; freilich werden sie dadurch äufserst hart und spröde, aber durch Glühen bei Luftabschluss läfst sich die ursprüngliche Weichheit wiederherstellen.

Um allseitig begrenzte Querschnittsformen, wie die der Stabeisensorten, der Baueisen (L-, I-, T-, C-Eisen und andere), der

Eisenbahnschienen herzustellen, welche aus dem vierkantigen Block oder dem aus Rohschienen aufgebauten Packete nur ganz allmählich gebildet werden können, wendet man gefurchte (kaliberirte) Walzen an. Unter Kaliber versteht der Walzwerkstechniker eine von den beiden Walzenmänteln umschlossene Oeffnung, durch welche das Eisen, unter gleichzeitiger Annahme ihrer Gestalt zur Querschnittsform, hindurchgezwängt wird. Diese Kaliber sind theils in der Unter-, theils in der Oberwalze eingeschnitten und von vorstehenden Ringen der einen, die in die andere eingreifen, seitlich begrenzt. Sie bilden eine Reihe von Uebergangsformen von dem Querschnitte des Packetes oder Blockes bis zu dem des Erzeugnisses. Das letzte, das Fertigkaliber, weicht von diesem Querschnitte nur der Gröfse nach, um das Schwindmafs des heifsen Eisens, ab. Um die Endform möglichst genau zu erzielen, wird es von dem Walzstücke häufig mehr als einmal durchlaufen. Jedes Kaliber ist enger als das vorhergehende; in jedem findet also eine Querschnittsverdünnung und eine Streckung statt. Die Verschiedenheit der Walzenwirkung in Punkten mit verschiedenem Abstände von der Walzenachse, also in den einzelnen Theilen eines Kalibers, macht die Herstellung verwickelter Querschnittsformen zu einer keineswegs leichten Aufgabe, zu deren Lösung nur längere Uebung und auf vielseitige Beobachtung gegründete Erfahrung befähigt. Das Kaliberiren der Walzen ist eine Kunst, in der nur Wenige Meister sind, und die deshalb auch auf den meisten Walzwerken als ein Geheimniß streng gehütet wird.

Ein Walzenpaar kann zwar immer mehrere, selten aber alle zu einem bestimmten Erzeugniß erforderlichen Kaliber aufnehmen, so daß die meisten Walzenstraßen aus zwei bis drei Gerüsten bestehen. Abweichend hiervon schneidet man in die Walzen der Drahtwalzwerke (ausgenommen die beiden ersten Paare, welche je zwei erhalten) immer nur ein Kaliber ein. Der Draht muß, wenn man ihn auf 4 bis 5 mm Durchmesser herunterwalzen will, äußerst schnell gestreckt werden; andernfalls würde er erkalten, und ein Wiedererhitzen ist nicht wohl ausführbar. Er kann demnach nicht, wie andere Walzstücke, immer erst ein Kaliber ganz durchlaufen, ehe er in das zweite gestochen wird, sondern muß gleichzeitig in mehreren der Streckung unterliegen. Zwischen je zwei Kalibern steht ein Mann, der ihn beim Austritte mit der Zange erfafst und nach einer schnellen Wendung in das nächste

Walzenpaar einführt. Der hierzu erforderliche Platz ist nur an der Verbindungsstelle zweier Walzenpaare, dort wo die Kuppelungen liegen, zu gewinnen. Drahtstrassen, die ihres schnellen Ganges wegen (die Walzen machen in der Minute bis 500 Umgänge) auch Schnellwalzen genannt werden, haben deshalb 7 bis 8 (die zugehörige Vorwalze hat noch 2) Gerüste, sind also verhältnißmäßig sehr lang. Ihre Arbeit bietet mit den auf der Hüttensohle gleich glühenden Schlangen sich hin und her windenden, immer länger und länger werdenden Drahtschlingen eines der anregendsten Schauspiele für den Laien, dem hierbei hinlängliche Gelegenheit geboten wird, zu beobachten, mit welcher Behendigkeit die jungen Walzer ihre durchaus nicht ungefährliche Arbeit verrichten und auf den vollendeten Vorrichtungen der Neuzeit in kurzer Zeit unglaubliche Mengen (bis zu 80 t und mehr auf einer Straße in 24 Stunden) eines doch so leichten Erzeugnisses fertigstellen.

Noch bewundernswerther ist die Arbeit der Walzwerke für endloses Stabeisen, für die Reifen der Räder unserer Eisenbahnfahrzeuge, sofern diese nicht aus Hartguß bestehen, also keiner Reifen bedürfen. Das Reifenwalzwerk bearbeitet aus Flußstahlblöcken roh vorgeschmiedete Ringe in derselben Weise wie ein Blechwalzwerk die Packete. Es hat zwar, abweichend von letzterem, oft 2 bis 4 Kaliber, doch müssen diese, damit sie zur Gestaltung der gewünschten Form ausreichen, durch Nähern der Walzen allmählich verengt werden; dies Nähern aber darf nicht schrittweise, sondern muß ununterbrochen erfolgen. Eine Druckwasserpresse bewirkt die Anstellung der einen Walze (die andere liegt fest) und erzeugt gleichzeitig den zur Streckung erforderlichen Druck.

Schließlich muß noch kurz der Röhrenwalzwerke gedacht werden. Schmiedeeiserne Röhren von 35 cm und größerer Weite aus dicken Blechen erzeugt man durch Schweißen mit dem Hammer. Enge Röhren bis zu 3 cm Durchmesser, wie für Gasleitungen und ähnliche Zwecke, werden seit langer Zeit auf der Ziehbank durch Aneinanderschweißen der Blechkanten hergestellt. Wo aber bei geringer Wandstärke hohe Ansprüche an die Festigkeit der Schweißsfuge gestellt werden müssen, wie bei der Verwendung zu den sich immer mehr ausbreitenden Röhrendampfkesseln oder zu Leitungen für Druckwasser, da reißen die gezogenen Rohre oft auf, weil die Schweißung nicht unter dem genügenden Drucke vorgenommen wurde. Ein Schweißen mit dem Hammer ist des

geringen Durchmessers wegen ausgeschlossen; da tritt dann das Walzwerk mit seinem hohen Druck auf das Arbeitstück helfend ein, indem es die Ränder übereinander schweißst. Den Rohstoff bilden Blechstreifen vor 2 bis 11 mm Dicke und einer etwas größeren Breite, als dem Umfange des Rohres entspricht. Diese Streifen werden an den Längskanten abgeschrägt, in einem Ofen glühend gemacht, vorgerundet, wieder erhitzt und durch eine Ziehdüte vollends übereinandergerollt. Jetzt erhalten sie Schweisshitze und gehen in das Walzwerk, dessen Walzen (nur ein Paar) die Gestalt von Scheiben mit halbkreisförmiger Furche am Umfange haben und zusammen ein kreisrundes Kaliber umschließen. Dieses muß das Rohr passiren. Da letzteres hohl ist, so würde der Druck der Walzen es höchstens etwas weiter zusammenrollen, nicht aber die übereinanderliegenden abgeschrägten Blechkanten verschweißen. Den hierzu erforderlichen Gegendruck bringt ein birnförmiger Eisenkörper, der Dorn, hervor, den man an einer langen Stange in das Kaliber schiebt. Ueber diesen Dorn treiben die Walzen mit großer Schnelligkeit und unter lautem Knalle das Rohr hin und pressen, da der Raum zwischen ihm und den Walzenmänteln etwas geringer ist als die Blechdicke, die Kanten scharf aufeinander. Dieses Verfahren wird unter Verwendung immer dickerer Dorne mehrmals wiederholt und so eine höchst vollkommene Schweissung zugleich mit einer geringen Streckung des Rohres hervorgerufen. Sodann wird das Rohr durch mehrmaliges Ziehen genau auf den geforderten Durchmesser gebracht und vom Glühspan gereinigt, schließlichs abgeschnitten und unter hohem Wasserdruck auf die Dichtheit der Schweissfuge geprüft.

Die Prüfung des Eisens.

Ehe wir diese kurze Darstellung des Eisenhüttenwesens schließens, sei noch mit einigen Worten der Verfahren gedacht, durch welche sich Erzeuger und Verbraucher von der Güte des Eisens oder der Eisenwaaren überzeugen.

Die Prüfung des Roheisens ist ziemlich einfach. Vielfach begnügt man sich mit der Beurtheilung des frischen Bruches, dessen Aussehen ja allerdings schon manchen Schluß auf die Zusammensetzung zuläßt. So deutet z. B. grobkrySTALLINISCHES Gefüge und dunkle Farbe bei grauem Roheisen auf hohen Silicium-

gehalt, und die meisten Eisengießser sind befriedigt, wenn das gekaufte Eisen ein entsprechendes Aussehen zeigt, da sie glauben, alles feinkörnigere, heller gefärbte, weniger hoch bewerthen zu müssen. Auch bei weißem Puddel- und bei Spiegeleisen läßt der Mangel oder das Vorhandensein krystallinischen Gefüges bezw. die Größe der Krystallflächen einen Schluß auf Güte und Zusammensetzung (z. B. den Mangangehalt) zu. Doch täuscht man sich beim Verlaß auf diese rein äußerlichen Kennzeichen leicht, da nicht die Zusammensetzung allein das Gefüge beeinflusst. Der richtigste Weg bleibt immer die Anstellung einer chemischen Analyse.

Erheblich schwieriger liegt die Sache hinsichtlich der Prüfung des schmiedbaren Eisens, nicht nur, weil dessen Zusammensetzung infolge Anwesenheit viel geringerer Mengen fremder Bestandtheile das Aussehen kaum beeinflusst, sondern weil die Brauchbarkeit für viele Zwecke von Eigenschaften abhängt, die gleich zusammengesetzte Eisensorten in sehr verschiedenem Grade besitzen können. Zwar gestattet auch hier die Analyse eine Entscheidung darüber, ob das betreffende Material für diese oder jene Verwendung überhaupt in Frage kommen kann, nicht aber ob das der Zusammensetzung nach nicht zu verwerfende Eisen thatsächlich die geforderten Eigenschaften besitzt.

Schon die Unterscheidung in Schmiedeeisen und Stahl, solange es nur geschweißtes Material gab lediglich nach dem Bruchaussehen ausführbar (Stahl hat immer körniges, Schmiedeeisen meist sehniges Gefüge), ist heute schwieriger, da die Flusseisensorten ebenfalls körnige Textur haben. Man muß also behufs Unterscheidung bereits hie und da zur Prüfung der Härtungsfähigkeit greifen, da auch die Analyse zuweilen im Stiche läßt.

Den Arbeitseigenschaften, wie Schmiedbarkeit, Schweißbarkeit, Zähigkeit im kalten und erhitzten Zustande, ist durch die Analyse noch viel weniger beizukommen; sie können allein durch rein praktische Proben, durch Schmieden, Schweißen, Biegen in gewöhnlicher und in hoher Temperatur, durch Bohren u. s. w. geprüft werden. Was die mechanischen Eigenschaften, wie die verschiedenen Arten der Festigkeit (Zerreiß-, Biegungs-, Drehfestigkeit), die Elasticität, die Dehnbarkeit anlangt, so hat man zu deren Feststellung sehr sinnreiche Vorrichtungen gebaut, die höchst genaue Messungen gestatten.

Eine ganz besonders und zwar unberechtigt große Rolle hat längere Zeit die Zerreißprobe gespielt. Diese besteht darin, daß man einen Stab von genau gemessenem Querschnitt und vorgezeichneter Länge einer allmählich steigenden Belastung unterwirft und gleichzeitig die Veränderungen seiner Form (die vorübergehenden sowohl als die bleibenden) beobachtet. Zuerst dehnt sich der Stab unter der Belastung und zwar im Verhältnisse zu dieser; doch nimmt er nach der Entlastung seine ursprüngliche Länge wieder an; denn das Eisen ist elastisch. Ueberschreitet die Belastung eine gewisse Höhe, die Proportionalitätsgrenze, so tritt bleibende Verlängerung ein, welche gegen vorhin bei nur mäßig anwachsender Belastung sehr rasch zunimmt. Ist eine gewisse Belastung die Streckgrenze erreicht, so findet unter Verminderung des Querschnittes auch ohne weitere Zunahme der Kraft, ja selbst bei Entlastung eine rasch fortschreitende Formveränderung statt, die zum Bruche führt. Die Last, bei der dieser erfolgt, heißt die Bruchgrenze, aus welcher mittels Theilung durch die ursprüngliche Querschnittsgröße die Zugfestigkeit berechnet wird (ausgedrückt in Kilogrammen, bezogen auf ein Quadratcentimeter Anfangsquerschnitt).

Von den durch den Zugversuch gewonnenen Kraftgrößen und Gestaltsänderungen ist die Proportionalitätsgrenze maßgebend für die zulässige Belastung des Eisens als Baustoff. Die Formänderungsfähigkeit, d. i. die Größe der Dehnung von der Proportionalitäts- bis zur Streckgrenze, gewährt dagegen ein Bild von der Zähigkeit des Metalles, also der Eigenschaft, auf welcher dessen Sicherheit als Baustoff beruht, falls einmal unbeabsichtigt die zulässige Belastung überschritten werden sollte.

Anstatt die genaue Bestimmung der Formänderungsfähigkeit vorzunehmen, begnügt man sich häufig mit der Bestimmung der Bruchdehnung, welche man erhält durch genaues Zusammenfügen der beiden Bruchstücke, Bestimmen der Meßlänge und Abziehen der ursprünglichen Länge. Diese Dehnung wird in Hunderttheilen der ursprünglichen angegeben.

Kurz vor dem Bruche bemerken wir, daß die Verdünnung des Querschnittes sich nicht mehr über die ganze Länge erstreckt, sondern daß eine Stelle auffällig schwächer wird, daß eine Einschnürung entsteht und endlich ebenda der Bruch eintritt. Durch Vergleichung des Bruchquerschnittes mit dem ursprünglichen er-

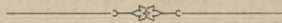
halten wir die Querschnittszusammenziehung oder Kontraktion, die gleichfalls in Hunderththeilen des Anfangsquerschnittes angegeben und wie die Dehnung als Mafs für die Zähigkeit des Metalles betrachtet wird.

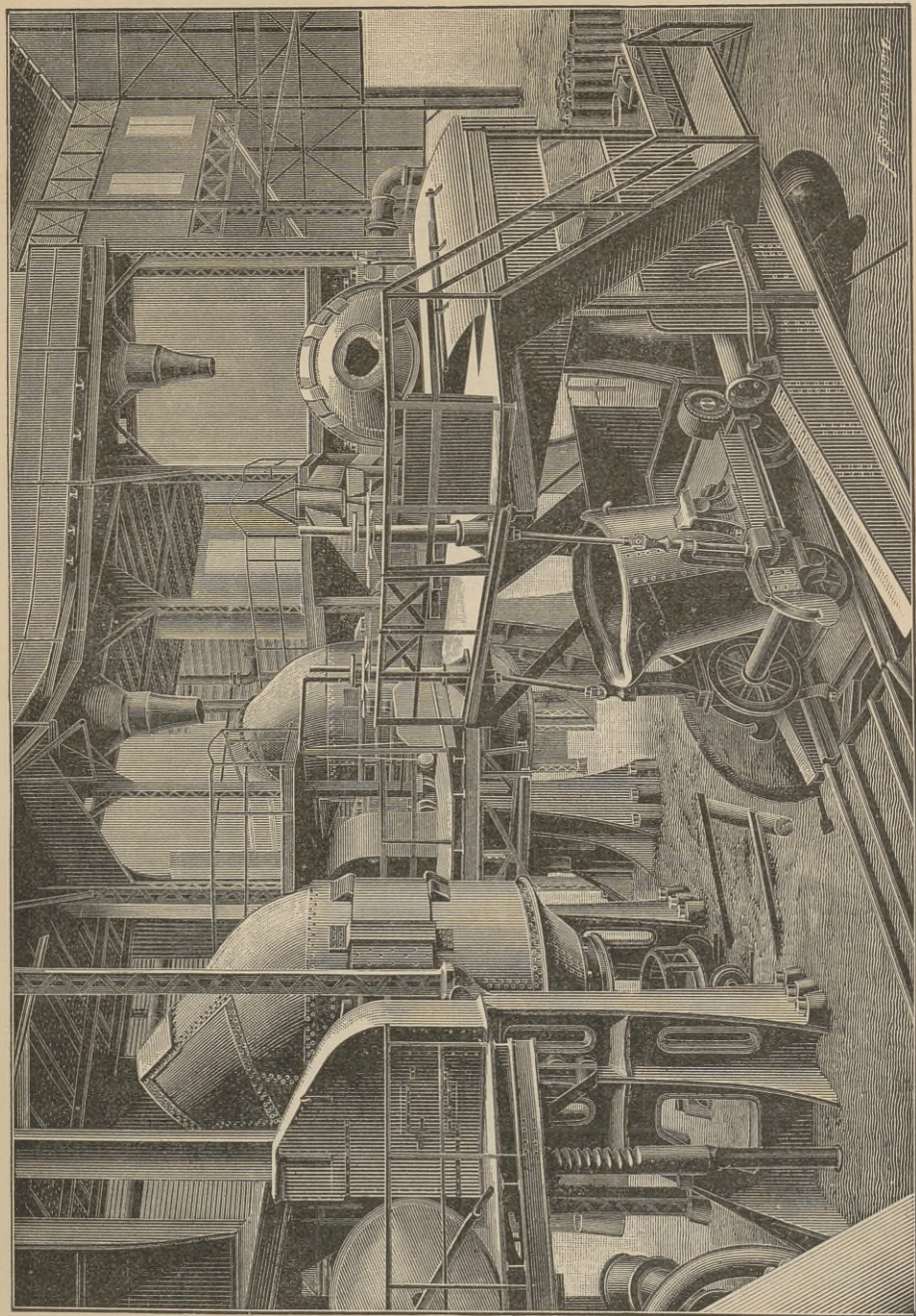
Die Handlichkeit der Ausführung und der wissenschaftliche Anstrich, welchen diese Probe besitzt, ist die Ursache, dafs sie zum Schaden des Gewerbes den Eisenhütten selbst für solche Erzeugnisse aufgezwungen worden ist, zu deren Prüfung sie sich durchaus nicht eignet. Sicher ist sie ganz angebracht, wo es sich um die Prüfung von eisernen Bautheilen (Blechen, Formeisen) handelt, die ja wirklich auf Zug beansprucht werden, nicht aber dort, wo die Beanspruchung in Stöfsen und Schlägen besteht, die noch dazu in ganz anderer Richtung angreifen, als der Zug der Zerreißmaschine. Als besonders erschwerender Umstand kommt hinzu, dafs der kleinste Fehler in einem Probestabe, der der hohen Festigkeit des Eisens wegen doch immer nur einen geringen Theil des Querschnittes vieler Erzeugnisse, wie z. B. der Schienen, Schwellen, Radreifen u. s. w., bildet, zu ungünstigen Schlüssen über die Güte des Stückes führen mufs und nicht selten die Verwerfung beträchtlicher Waarenmengen zur Folge hat, während er doch im ganzen Erzeugniß ohne jeglichen Einfluß auf die Haltbarkeit geblieben wäre. Erst in neuerer Zeit ist es gelungen, durch Anstellung zahlreicher Proben an anerkannt guten, viele Jahre im Gebrauch gewesenen Eisenbahnbautheilen und an solchen, die, obwohl sie seinerzeit nach der strengen Zerreißprobe für gut befunden wurden, sich nicht bewährt haben, auch den Eisenbahnverwaltungen die Ueberzeugung beizubringen, dafs schöne Zerreißproben und Brauchbarkeit im Betriebe sich nicht im entferntesten decken und so das Aufgeben derselben als allein mafsgebender Proben zu erlangen.

In ähnlicher Weise wie Zerreißproben werden auch Biegeproben, aber wie billig und recht, mit ganzen Gebrauchstücken vorgenommen. Man legt ein solches auf zwei in gewissem Abstände stehende Schneiden und belastet es in der Mitte. Die zu bestimmenden Daten sind hier dieselben wie vorhin, nur tritt an Stelle der Verlängerung die vorübergehende und die bleibende Durchbiegung, sowie die Biegefestigkeit.

Schließlich müssen wir auch noch die jetzt wieder zu Ehren gekommene Schlagprobe erwähnen. Behufs Anstellung derselben

werden ganze Gebrauchstücke wie bei der Biegeprobe an zwei Stellen gelagert und in der Mitte mittels eines schweren, aus gemessener Höhe herabfallenden Bären geschlagen. Die Gröfse der Durchbiegung nach dem ersten und den folgenden Schlägen, sowie die Zahl dieser bis zum Bruche gestatten ein äußerst scharfes Urtheil über Weichheit oder Härte, über Zähigkeit oder Sprödigkeit, also über die Güte oder die Unbrauchbarkeit des geprüften Eisens für bestimmte Zwecke.





Converterhalle.

II. Theil.



Wirtschaftliche Bedeutung des Eisengewerbes.

Von J. Schlink †, neu bearbeitet und erweitert von E. Schrödter.

1. Allgemeines.

Der Werth von Kohlen und Roheisen wird gegenwärtig auf etwa den fünffachen Betrag der Ausbeute an den beiden Hauptedelmetallen, Gold und Silber, geschätzt. Die Behauptung, daß Kohle und Eisen die Welt beherrschen, erhält damit ihre volle Bestätigung.

Die verschiedenen Länder der Erde erzeugten an Roheisen:

Roheisen-Erzeugung der Erde in Tausenden von Tonnen.

	1865	1870	1875	1880	1885	1886	1887	1888
England	4896	6060	6432	7802	7369	7124	7683	8129
Deutschland	975	1391	2029	2729	3687	3528	4024	4337
Frankreich	1290	1173	1416	1733	1630	1516	1568	1683
Belgien	471	565	540	608	713	702	756	827
Oesterreich-Ungarn . . .	292	403	463	464	715	720	704	790
Rufsland	299	360	427	450	528	533	613	668
Schweden	227	300	351	406	464	442	457	457
Italien	6	14	29	17	16	12	12	12
Spanien	50	54	37	86	159	58	288	252
Uebrige Länder Europas*	30	35	40	40	50	50	50	50
Summe von Europa. . .	8536	10355	11764	14335	15331	14685	16155	17205
Vereinigte Staaten von Nordamerika	845	1691	2056	3896	4111	5776	6522	6595
Uebrige Länder der Erde*	100	100	100	100	350	300	300	210
Summe der Roheisen-erzeugung auf der Erde	9481	12146	13920	18331	19792	20761	22977	24010

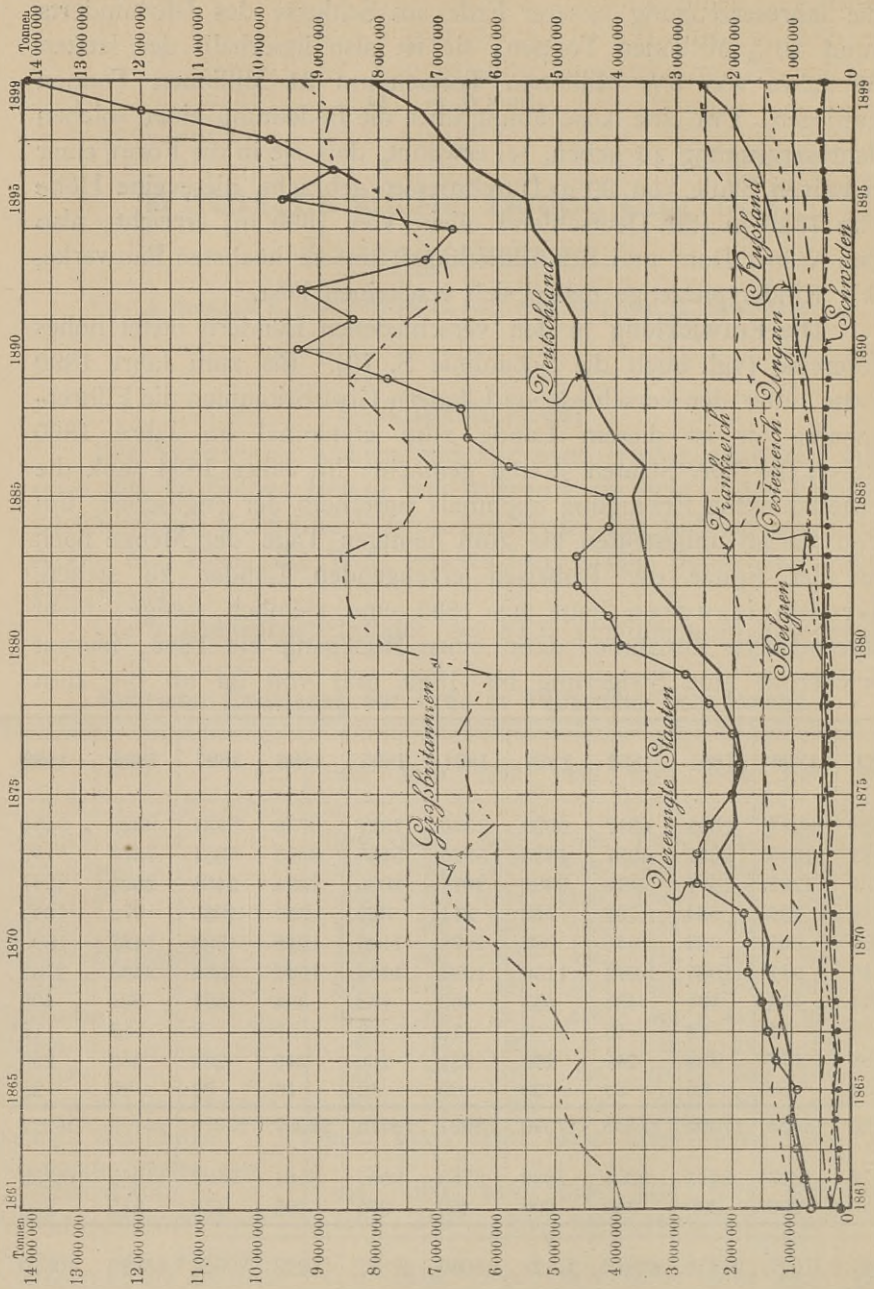
* Geschätzt.

Wie die unterste, die Summen angegebende Reihe zeigt, betrug die Jahrerzeugung unserer Erde am Schlusse des Jahrhunderts rund $40\frac{1}{2}$ Millionen Tonnen, sie ist also innerhalb der letzten 35 Jahre von $9\frac{1}{2}$ Millionen Tonnen um 31 Millionen Tonnen gestiegen. Um eine Anschauung über die Bedeutung einer solchen Jahrerzeugung zu geben, sei erwähnt, daß sie in die Form einer massiven Säule von 30 m Durchmesser gebracht, diese eine Höhe von 7320 m (für Deutschland allein von 1690 m) erreicht, also den Kölner Dom und den Eiffelthurm, unsere höchsten Bauwerke, wie Kinderspielzeuge neben sich erscheinen läßt.

Die Entwicklung in den verschiedenen Ländern bietet hohes Interesse (vgl. auch die Schaulinie S. 70). Bis zum Jahre 1890 hatte unter den verschiedenen Ländern Großbritannien die Führerschaft; sie ist diesem Lande zum erstenmal im Jahre 1890 durch die Ver. Staaten streitig gemacht; im Jahre 1894 sank die amerikanische Erzeugung nochmals unterhalb der englischen, um von da ab unbestritten bis zum heutigen Tage der Menge nach an der Spitze der Roheisen erzeugenden Länder zu stehen. Großbritannien hatte bis 1882 eine ziemlich stetige, nicht unerhebliche Zunahme, dann einen Rückgang bis 1886, hierauf wiederum eine Steigerung bis 1889 und von da ab bis zum

1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899
8458	8033	7525	6817	6939	7546	7827	8798	8937	8820	9454
4524	4658	4641	4937	4986	5380	5465	6373	6881	7313	8142
1734	1962	1897	2023	2032	2077	2005	2334	2484	2525	2567
832	788	684	753	760	811	829	959	1035	979	1025
855	965	922	940	982	1072	1128	1218	1308	1427	1500*
740	927	1005	1 073	1150	1334	1453	1622	1882	2223	2707
421	456	491	485	453	463	463	494	531	532	498
13	14	12	13	8	10	9	7	8	12	12*
198	171	278	247	260	224	206	246	282	262	296
50	50	50	50	20	20	10	16	22	20	20
17825	18024	17505	17338	17590	18937	19415	22067	23370	24113	26221
7872	9353	8413	9304	7239	6763	9597	8761	9807	11962	13839
330	250	300	300	300	350	375	395	450	545	550
26027	27627	26218	26942	25129	26040	29387	31223	33627	36620	40610

* Nach vorläufigen Ermittlungen.



Roheisenerzeugung der Erde in Tonnen.

Jahre 1892 einen scharfen Rückgang zu verzeichnen, der alsdann einer bis heute andauernden Aufwärtsbewegung Platz machte. In den Ver. Staaten ist die Erzeugung von 845 000 t in 1865 in mächtigen Sprüngen auf nicht weniger als 9 353 020 t in 1890 oder um mehr als das Elffache gestiegen, hat dann aber einen höchst unregelmäßigen Verlauf gehabt, denn sie fiel im Jahre 1894 wieder unter 7 Millionen Tonnen, um im vergangenen Jahre auf fast das Doppelte zu steigen. In welch jäher, man kann wohl sagen, echt amerikanischer Weise in den Ver. Staaten die Verhältnisse wechseln und von glänzendem Aufschwung in trauriges Darniederliegen übergehen, ist in dem Abschnitt, welcher die Verhältnisse dieses Landes im besonderen behandelt, beleuchtet.

In wohlthüendem Gegensatz zu dem sprunghaften Charakter der amerikanischen Roheisenerzeugung steht die Stetigkeit, mit welcher gleichzeitig die Entwicklung in Deutschland, dem hinsichtlich der ziffermäßigen Bedeutung an dritter Stelle stehenden Lande, vor sich gegangen ist. Die Erzeugung ist bei uns von Jahr zu Jahr mit ziemlich gleichbleibender Zunahme von 975 000 t in 1865 auf 8 Millionen Tonnen in 1899 oder fast das Achteinhalbfache gestiegen. Sie erkämpft sich Schritt für Schritt den Platz, der ihr vermöge der natürlichen Bodenschätze unseres Vaterlandes und seiner heutigen Machtstellung zukommt und den sie in früheren Jahren nicht hat einnehmen können aus denselben bekannten, der allgemein politischen Lage entspringenden Gründen, aus denen damals unsere gesammte industrielle Entwicklung, namentlich im Verhältniß zu England, zurückgeblieben ist; daß wir dabei gezwungen waren, in manchen Fällen uns auf Plätze zu setzen, die ein Anderer bisher eingenommen hatte, und daß es dabei nicht ohne Ellbogenstöße hergegangen ist, liegt in der Natur der Dinge. Wir unsererseits glauben darauf hinweisen zu sollen, daß die Entwicklung bei uns noch nicht als abgeschlossen anzusehen ist, wie wir denn auch z. B. hinter England hinsichtlich der Roheisenerzeugung noch erheblich zurückgeblieben sind; wenn wir die Bevölkerungsziffern beider Länder in Betracht ziehen, so ergibt sich daraus, daß im Jahre 1894, auf den Kopf der Bevölkerung umgerechnet, in Großbritannien **230** kg, in Deutschland dagegen nur **156** kg Roheisen erzeugt wurden.

In den Ländern, welche bei der Roheisenerzeugung der Erde außer den drei genannten noch in Betracht kommen, sind die Mengen wesentlich geringer. In Frankreich ist sie in dem 35jährigen Zeitraum von rund 1,3 Millionen auf rund 2,5 Millionen Tonnen gestiegen. Rußland, dessen Roheisenerzeugung im Jahre 1890 noch unter 1 Million Tonnen betrug, ist jetzt mit einer Jahreserzeugung von $2\frac{2}{3}$ Millionen an die dritte Stelle in Europa aufgerückt, Oesterreich-Ungarn, mit dem es zwei Jahrzehnte so ziemlich gleichen Schritt hielt und von dem es dann zeitweise nicht unbedeutend überflügelt wurde, weit hinter sich zurücklassend. Belgien hat sich bereits seit einer Reihe von Jahren auf gleicher Höhe gehalten, während Schweden von $\frac{1}{4}$ Million auf $\frac{1}{2}$ Million gestiegen ist.

Ueber die Kohlen- und Eisenerzförderung der einzelnen Länder geben die beiden nachstehenden Tabellen Aufschluß:

**Die Kohlenförderung in den einzelnen Ländern stellte sich wie folgt
in Mengen von 1000 Tonnen à 1000 kg:**

	1894	1895	1896	1897	1898	1899
Deutschland*	98 805	103 958	111 471	120 471	127 959	135 823
Großbritannien	191 290	192 687	198 478	205 353	205 275	223 606
Vereinigte Staaten	154 188	179 593	175 363	179 819	199 548	234 532
Oesterreich-Ungarn*	26 905	27 250	33 676	35 939	37 577	—
Frankreich	26 964	27 801	28 870	30 278	31 908	32 331
Belgien	20 534	20 458	21 252	21 492	22 088	22 072
Rußland	8 763	9 098	9 378	9 750	12 862	15 000†
Australien	4 957	4 772	5 410	5 952	6 000†	6 199
Canada	3 496	3 187	3 398	3 562	3 600†	4 077
Japan	4 329	4 844	5 100	5 648	6 000†	—
Indien	2 671	2 650	3 910	4 128	4 136	—
Spanien	1 659	1 774	1 853	2 019	2 467	2 742
Afrika	1 015	1 402	1 788	2 003	2 000†	—
Italien	271	250	276	314	341	—
Schweden	214	205	226	224	236	239

* Einschließlich Braunkohle.

† Geschätzt.

Förderung von Eisenerzen in 1000 Tonnen.

	1870	1875	1880	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899
Europa:																		
Deutschland . . .	3839	4730	7239	9158	8486	9351	10664	11002	11406	10657	11539	11458	12392	12350	14162	15465	15901	17990
Großbritannien .	14601	16074	18314	15665	14336	13308	14824	14779	14001	12992	11494	11383	12568	12817	13920	14008	10299	9888
Oesterr.-Ungarn .	1135	1103	1143	1583	1432	1413	1644	1781	2154	2107	1914	2086	2115	2340	2718	3335	3341	—
Frankreich . . .	2900	2506	2874	2318	2286	2579	2842	3070	3472	3579	3707	3517	3772	3680	4062	4582	4731	—
Belgien	654	386	253	187	153	172	186	182	173	202	210	239	311	313	307	304	217	201
Rußland	799	1064	1024	1094	1061	1356	1434	1640	1796	1999	2044	2195	2487	2927	3130	4024	4871	—
Schweden	630	822	775	873	872	903	960	986	941	987	1300	1484	1927	1905	2039	2086	2303	2420
Italien	74	234	289	201	209	231	177	173	221	216	214	191	188	183	204	201	201	—
Spanien	437	497	3565	3933	4167	6796	5910	5711	6065	5123	5041	5419	5352	5514	6808	7468	7126	9234
Griechenland . . .	—	—	—	—	83	96	109	123	134	210	180	244	189	280	343	416	443	503
Andere Länder . .	15	24	62	29	30	30	30	22	22	30	24	32	40	44	54	50	50	—
Sa. Europa	25084	27413	35538	35124	33128	36248	38794	39480	40461	38072	37731	38193	41432	42416	47820	51966	49543	—
Amerika:																		
Ver. Staaten . . .	3080	4080	7234	7782	10160	11481	12256	14750	16293	14825	16557	11773	12070	16213	17542	17798	19745	25000
Canada	—	—	—	42	63	69	71	76	69	63	94	113	100	93	83	50	53	69
Cuba	—	—	—	82	113	99	201	260	368	271	347	369	153	392	551	500	167	369
Andere Staaten . .	—	—	—	—	—	—	—	—	40	50	72	63	70	70	70	75	75	75
Sa. Amerika	3080	4080	7234	7906	10336	11649	12528	15086	16770	15209	17070	12318	12393	16768	18249	18423	20040	25513
Asien	5	5	10	10	20	20	20	40	90	90	220	100	100	100	100	100	100	—
Afrika	85	557	614	419	433	438	384	352	475	405	483	394	344	318	374	441	473	—
Gesamtsumme	28254	32085	43396	43459	43917	48355	51726	54958	57796	53776	55474	51005	54269	59602	66543	70930	70156	—

Auf jeden Bewohner entfallen Kilogramm:

	Roheisen	Kohlen
Großbritannien	230	5 535
Belgien	155	3 451
Deutschland	156	2 598
Ver. Staaten von Amerika	197	3 156
Schweden	90	43
Frankreich	66	840
Oesterreich-Ungarn	33	841
Spanien	15	144
Rußland	25	120

Im Jahre 1888 wurde die gesammte Erzeugung der Erde an Schweißseisen auf $8\frac{1}{4}$ Millionen Tonnen, die an Flußseisen auf $9\frac{1}{4}$ Millionen, im Jahre 1895 die erstere auf 3 bis 4 Millionen, die letztere auf über 13 Millionen Tonnen geschätzt. Die Flußseisenerzeugung ist mittlerweile auf etwa 25 Millionen Tonnen gestiegen, die Schweißseisenerzeugung dagegen ständig zurückgegangen und für einzelne große Gebiete, die sie früher gänzlich beherrschte, praktisch gleich Null geworden. Leider fehlen uns zuverlässige Angaben über die Größe der Schweißseisenerzeugung der Erde, hinsichtlich der Stahl- oder Flußseisenerzeugung vermögen wir folgende Zusammenstellung zu geben (siehe nebenstehende Tabelle).

Die Entwicklung der Eisenindustrie ist Hand in Hand mit derjenigen des Eisenbahnwesens gegangen.

Am 27. September 1825 wurde die erste, 41 km lange Eisenbahn zwischen den Städten Stockton und Darlington eröffnet.

Nach Mittheilungen im „Archiv für Eisenbahnwesen“ hatte am Schluß des Jahres 1893 das Eisenbahnnetz der Erde eine Ausdehnung von 671 170 km erreicht, eine Länge, welche dem $16\frac{3}{4}$ fachen des 40 070 km betragenden Umfangs der Erde gleichkommt und die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde — 384 420 km — noch um nahezu 300 000 km übertrifft. Die gesammten Anlagekosten stellen sich auf rund 143 Milliarden Mark oder durchschnittlich für 1 km rund 213 000 Mark.

Die Erzeugung an Flußmetall der Erde nach Ländern von 1865 bis 1899 in metrischen Tonnen.

	Deutschland einschl. Luxemburg *	Vereinigte Staaten	Groß- britannien	Frankreich	Belgien	Oesterreich- Ungarn	Rußland	Schweden	Italien	Spanien
1865	99 543	13 848	225 000	40 574	650	3 879	3 871	5 000	—	—
1866	114 434	17 216	235 000	37 764	1 050	8 607	3 932	7 000	—	—
1867	122 591	19 963	245 000	46 467	1 575	8 275	6 271	9 000	—	—
1868	122 837	27 223	260 000	80 564	1 928	11 053	9 327	13 500	—	—
1869	161 319	31 760	275 000	110 227	2 940	18 727	7 200	13 150	—	—
1870	169 951	68 057	286 797	94 386	4 321	28 991	8 647	12 193	—	—
1871	250 947	74 710	410 585	86 125	7 453	47 700	7 132	8 551	—	217
1872	285 582	145 289	497 987	141 704	15 079	73 123	8 254	15 876	—	272
1873	310 425	202 075	588 437	150 529	21 657	80 259	8 807	15 685	—	216
1874	361 946	219 250	643 317	208 787	37 683	87 166	9 511	21 312	—	171
1875	347 336	396 165	723 605	256 393	54 420	97 705	14 252	19 367	—	149
1876	366 140	541 900	851 659	241 842	76 524	114 783	10 749	21 002	—	—
1877	411 456	578 921	904 507	269 181	104 182	116 117	48 793	16 995	—	—
1878	489 151	743 931	1 117 930	312 921	124 195	129 416	104 766	19 336	—	—
1879	478 344	950 550	1 029 522	333 265	111 275	124 888	233 471	20 400	—	—
1880	624 418	1 267 700	1 320 561	388 894	132 052	134 218	295 568	28 597	—	—
1881	840 224	1 614 258	1 808 728	422 416	141 640	188 361	293 323	38 252	3 630	—
1882	1 003 406	1 765 070	2 245 666	458 238	182 627	239 772	247 669	41 000	3 450	—
1883	859 813	1 708 865	2 041 624	521 820	179 489	289 624	221 883	45 000	—	—
1884	862 529	1 576 210	1 891 985	502 908	187 066	258 917	206 965	74 241	—	373
1885	893 742	1 739 883	2 020 450	553 839	155 012	278 783	192 895	80 550	6 370	361
1886	954 586	2 604 355	2 403 214	427 589	164 045	279 967	241 791	77 118	23 760	20 261
1887	1 163 884	3 393 640	3 196 778	493 234	229 321	392 192	225 497	110 100	73 262	?
1888	1 298 574	2 933 260	3 774 670	517 294	243 647	392 813	222 289	114 537	117 785	?
1889	1 425 439	3 441 037	3 605 346	529 302	261 397	416 512	258 745	135 237	157 899	49 125
1890	1 613 733	4 346 932	3 637 381	581 998	221 296	499 600	378 424	169 237	107 676	75 255
1891	1 841 063	3 968 010	3 207 994	638 530	243 729	480 555	433 478	172 774	75 925	69 972
1892	1 976 735	5 001 494	2 966 522	682 000	260 037	505 074	371 199	158 958	56 543	56 430
1893	2 231 873	4 084 305	2 983 000	664 032	273 113	560 891	389 238	165 761	71 380	71 200
1894	2 608 313	4 482 592	3 260 453	663 264	405 661	649 058	492 874	167 835	54 614	70 000
1895	2 830 468	6 212 671	3 312 115	899 676	454 619	732 186	574 112	231 900	50 314	65 000
1896	3 462 736	5 366 518	4 306 211	1 159 970	598 755	868 834	625 000	250 600	59 500	104 577
1897	3 863 469	7 259 300	4 559 736	1 281 595	616 604	?	831 000	268 300	57 250	121 100
1898	4 352 831	9 075 783	4 639 042	1 441 633	653 130	?	1 095 000	263 987	58 750	112 605
1899	4 791 022	10 809 094	4 933 010	1 529 182	731 249	1 100 000	1 494 000	272 480	61 500	122 954

* Für Deutschland und Luxemburg Erzeugung von Flußeisenfertigungsfabrikaten, für die übrigen Länder Erzeugung von Rohstahl.

Die Entwicklung in den einzelnen Ländern zeigt die nachstehende, für 1898 geltende Tabelle:

	Länge der Eisenbahnen km	km Bahnlänge auf 100 qkm	auf je 10000 Einwohner	Anlage- kapital in Mill. Mark
Ver. Staaten von Amerika	299 911	3,8	42,6	45 438
Deutschland	49 560	9,2	9,5	11 854
Frankreich	41 703	7,9	10,9	13 079
Rußland	42 535	0,8	4,0	7 368
Großbritannien	34 668	10,9	8,6	21 795
Oesterreich-Ungarn	35 113	5,2	7,8	6 436
Britisch-Nordamerika	27 161	0,3	51,7	3 950
Italien	15 715	5,5	5,0	3 931
Spanien	13 048	2,5	7,1	2 273
Schweden	10 240	2,3	20,4	717
Belgien	6 089	20,6	9,2	1 413
Asien	55 605	—	—	—
Afrika	17 058	—	—	—
Australien	23 334	0,3	51,5	—

Das ausgedehnteste Netz im Verhältniß zur Einwohnerzahl besitzen Canada und die Ver. Staaten, das dichteste Netz auf die Flächeneinheit Belgien und England, dann Deutschland. Die Ver. Staaten haben für ihre Eisenbahnen mehr verausgabt als Deutschland, Frankreich und Großbritannien zusammen.

2. Das Eisengewerbe in den einzelnen Hauptländern.

a) Deutschland einschl. Luxemburg.

Deutschland steht bezüglich Kohlen und Eisen an dritter Stelle auf der Erde, an erster auf dem europäischen Festland. Die Gesamtgewinnung an Kohlen betrug 1899:

	Tonnen	Werth in Mark	Arbeiter (1898)
Steinkohlen	101 621 866	789 632 229	357 695
Braunkohlen	34 202 561	78 375 215	42 812
Insgesamt	135 824 427	868 007 444	400 507

Die für einzelne Gegenden und Gewerbe sehr wichtigen Braunkohlen finden in der Eisenindustrie kaum Verwendung.

Abgesehen von einigen kleineren Ablagerungen sind als Hauptbecken der Steinkohlen zu nennen:

Oberschlesien, Niederschlesien, Zwickau, Niederrhein-Westfalen (Ruhr), Aachen (Inde und Wurm) und Saarbrücken (Saar). Preußen ist an der Kohलगewinnung des Jahres 1898 theilhaftig mit:

	Tonnen	Werth in Mark
Steinkohlen	89 573 528	641 861 342
Braunkohlen	26 035 814	59 127 583
Insgesamt	115 609 342	700 988 925

Auf die einzelnen Steinkohlenbezirke entfallen:

	Tonnen	Werth in Mark
Schlesien	26 853 260	162 884 643
Niederrhein-Westfalen	51 353 285	375 816 556
Saarbrücken	8 883 057	83 987 770
Aachen	1 804 495	13 321 400

Der Oberbergamtsbezirk Dortmund, welcher Niederrhein-Westfalen umfaßt, fördert etwa $\frac{1}{14}$ der ganzen Kohlenmenge aller Länder, über die Hälfte der Steinkohlen Deutschlands, fast das Doppelte von Nieder- und Oberschlesien zusammen und das Sechsfache des Saarbezirkes. Die Kohlen des Ruhrbeckens eignen sich vorzüglich für den Eisenhüttenbetrieb. Nicht nur treffliche Kokskohlen sind vorhanden, sondern auch beste Flamm- und Gaskohlen für Puddel-, Schweiß- und Martin-Siemensöfen. Der Ruhrkoks genießt eines guten Rufes und geht weit über die Grenzen von Rheinland-Westfalen hinaus, nach Luxemburg-Lothringen, nach Frankreich, nach dem Siegerland und Nassau, nach Hannover, Bayern u. s. w., wird stellenweise sogar seewärts ausgeführt.

Die Kokserzeugung gestaltete sich 1898:

	Tonnen
Ruhrbezirk	7 374 320
Saarbezirk	887 000
Aachener Bezirk	338 442
Oberschlesien	1 347 820
Niederschlesien	430 040
Obernkirchen	29 515
Kgr. Sachsen	72 250
	<u>10 479 387</u>

Die Eisensteinförderung Deutschlands einschließl. Luxemburg betrug 1899:

Tonnen	im Werth von Mark
17 989 665	70 157 833

1899 wurden an Eisenerzen eingeführt 4 165 372 t, ausgeführt 3 119 878 t. Letztere bestehen hauptsächlich aus luxemburg-lothringischen Minetteerzen, welche in Frankreich und Belgien verschmolzen werden, erstere größtentheils aus spanischen, schwedischen und anderen ausländischen Erzen, die für den rheinisch-westfälischen und oberschlesischen Bezirk bestimmt sind. Gefördert wurden im Jahre 1899 Eisenerze:

	Tonnen	Werth in Mark
im Oberbergamtsbezirk Breslau	476 823	3 028 645
„ „ Clausthal	660 728	2 688 630
„ „ Bonn	2 725 019	27 607 678
in Elsaß-Lothringen	6 972 758	18 684 154
„ Luxemburg	6 014 394	12 989 818

Roheisen erzeugte Deutschland einschließlich Luxemburg 1899 nach der Reichsstatistik:

	Tonnen	Werth in Mark
Masseln zur Gießerei	1 374 347	80 674 873
„ für Flufseisen	5 475 400	299 980 591
„ „ Schweifseisen	1 206 712	67 208 695
Gufswaaren I. Schmelzung	48 658	5 655 846
Bruch- und Wascheisen	12 477	607 736
Insgesammt	8 117 594	454 127 741
Hergestellt wurden:	Tonnen	Werth in Mark
Gufswaaren	1 720 443	320 233 870
Schweifseisen-Fertigfabricate	1 103 740	174 917 944
Flufseisen-Fertigfabricate	4 791 022	692 523 584
Zusammen	7 615 205	1 187 675 398

Es betrug im Jahre 1899:

	Einfuhr		Ausfuhr	
	Tonnen	Mark	Tonnen	Mark
Roheisen	612 652	36 759 000	182 091	11 836 000
Eisen und Eisenwaaren	164 046	60 048 000	1 274 693	404 255 000
Maschinen	150 439	75 854 000	283 245	246 890 000

Unter der Ausfuhr sind: 109 813 t Eisenbahnschienen, 154 332 t 193 933 t Stabeisen, 173 062 t grobe Eisenwaaren, 51 997 t Drahtstifte.

Die Roheisenerzeugung vertheilte sich nach Dr. Rentzsch auf die 6 Gruppen des Vereins deutscher Eisen- und Stahlindustrieller:

	1898		1899	
	Tonnen	%	Tonnen	%
Rheinland-Westfalen, ohne Saarbezirk und ohne Siegerland	2 990 325	40,4	3 186 704	39,7
Siegerland, Lahnbezirk und Hessen-Nassau	657 491	8,9	678 054	8,4
Schlesien und Pommern	747 731	10,1	825 019	10,3
Königreich Sachsen	24 279	0,3	25 391	0,3
Hannover und Braunschweig	329 139	4,5	349 156	4,4
Bayern, Württemberg und Thüringen . .	124 962	1,7	145 222	1,8
Saarbezirk, Lothringen und Luxemburg .	2 528 790	34,1	2 819 759	35,1
	<u>7 402 717</u>	100,0	<u>8 029 305</u>	100,0

Die in Preußen 1899 erblasenen Roheisenmengen sind:

a) Holzkohlenroheisen.

Oberbergamtsbezirk Clausthal 4 554 t 531 610 *M*

Uebrigcs Preußen 1 385 „ 157 912 „

b) Steinkohlen- und Koksroheisen, sowie Roheisen aus gemischtem Brennstoff.

Oberbergamtsbezirk Breslau 744 143 t 45 481 496 *M*

„ Dortmund 2 796 468 „ 168 001 238 „

„ Bonn 1 793 507 „ 105 621 297 „

Uebrigcs Preußen 304 557 „ 13 358 126 „

Zusammen b) 5 638 675 t 33 246 215 *M*

Summe aus a) und b) 5 644 614 t 333 151 679 *M*

Die 8 Berufsgenossenschaften des deutschen Eisengewerbes umfaßten 1894 851 000 versicherte Personen von 6 300 000 Personen der sämtlichen gewerblichen Berufsgenossenschaften, mithin 13,5 %, mit etwas über 819 Millionen Mark Jahreslohn. Diese 851 000 Personen vertheilen sich auf acht verschiedene, nach der geographischen Lage angeordnete Berufsgenossenschaften.

Man kann in Deutschland für das Eisengewerbe folgende Hauptbezirke unterscheiden:

1. Niederrhein-Westfalen;
2. Siegerland und Nassau;
3. Saarbezirk;
4. Luxemburg-Lothringen;
5. Oberschlesien; hierzu kommen
6. die zerstreut liegenden Werke.

Der erste Aufschwung des Eisenhüttenwesens am Niederrhein und in Westfalen fällt etwa in die zweite Hälfte der fünfziger

Jahre. Er hängt mit der Entwicklung des Kohlenbergbaues und der Eisenbahnen zusammen. Die Hochöfen fanden in unmittelbarer Nachbarschaft trefflichen Brennstoff, Absatz des Roheisens und eine tüchtige Arbeiterbevölkerung. Den Bezug von Spath-, Braun- und Rotheisensteinen aus dem Siegerland, von der Lahn und Dill, der Rasenerze aus Holland und Belgien, erleichterte ein sich stetig ausdehnendes, weitverzweigtes Eisenbahnnetz, wozu noch die theilweise Benutzung des Rheinstromes trat. Auch hoffte man auf nachhaltige Eisenerzgewinnung, z. B. an Kohleneisenstein, im Bezirk selbst, was sich allerdings als Täuschung erwies. Der Schwerpunkt lag in der Herstellung guten Puddelroheisens, womit die Mehrzahl der Hochöfen beschäftigt war und das in den zahlreichen Puddel- und Walzwerken der Gegend selbst und auch über deren Grenze hinaus willige Abnehmer fand. Die Einführung des Bessemerverfahrens veranlaßte den ersten Umschwung. Graues, phosphorfrees Roheisen wurde stark begehrt, für welches nur wenige Hütten geeignete Erze beschaffen konnten. Das Ausland, namentlich der Bilbaobezirk in Nordspanien, bot Aushülfe, die noch heute, auch für andere Roheisensorten, benutzt wird. Wenn auch die Walzwerke allmählich gelernt hatten, das billige Roheisen aus Luxemburg-Lothringen und Ilsede zu verarbeiten, so trat jedoch die Bedeutung des phosphorhaltigen Roheisens mit der Einbürgerung des Thomasverfahrens erst in ihrem ganzen Umfang auf. Im Flußeisen liegt die Zukunft des Eisengewerbes im allgemeinen, Deutschlands Ausfuhrfähigkeit beruht darauf.

Die Erzeugung an Thomasroheisen, welche im Herbst 1879 gleichzeitig in Hörde und Meiderich ihren Anfang nahm, ist seither auf 1 402 444 t bis zum Jahre 1889 und auf 4 424 052 t in 1899 gestiegen, während nur noch 516 950 t Bessemerroheisen oder 6,4 % gleichzeitig fielen, d. h. mehr als 8 mal soviel Thomasroheisen als Bessemerroheisen. Die Nachfrage steigt täglich, so daß namhafte Mengen aus dem Ausland bezogen werden.

Preußen ist an der deutschen Roheisenerzeugung mit fast 73%, dagegen an der Eisensteinförderung nur mit 24% bethelligt.* Dieser Mangel trifft hauptsächlich den Oberbergamtsbezirk Dortmund, der fast 50% der Roheisenmenge Preußens, aber kaum 8% des Eisensteins liefert. In erster Reihe fehlt es an geeigneten Erzen für Thomas-

* Die Procentsätze des Jahres 1889 waren noch 75 bezw. 31,6 %.

roheisen, namentlich nachdem die vorhandenen Schlackenhalde aufgebraucht sind, so daß man zu ausgiebigem Bezug von ausländischen Erzen hat übergehen müssen. Die einzige Aushilfe mit Eisenstein deutschen Ursprungs bieten die luxemburg-lothringischen Minetteerze, die in riesigen Mengen an der Obermosel abgelagert sind, deren Massenverbrauch jedoch die hohen Eisenbahnfrachten verhindern. —

Das Eisengewerbe im Flußgebiet der Sieg und Lahn ist uralte, da alle Grundbedingungen hierfür vorhanden waren. Eisenerze boten die Berge, Holzkohlen die Waldungen, Betriebskräfte die vielen kleinen Flüsse und Bäche, welche auf den Höhen entspringen. Im Einklang mit den damaligen Gebräuchen bildete sich ein vollständig zunftmäßiger Eisenhüttenbetrieb aus, der theilweise bis in die erste Hälfte dieses Jahrhunderts bestand. Die ersten genauen Nachrichten sind aus dem 15. Jahrhundert. Am 22. Juli 1443 wurde die älteste bekannte landesherrliche Verordnung über den Eisenhüttenbetrieb gegeben. Im Jahre 1478 schlossen Graf Johann von Nassau und Graf Eberhard von Sayn einen Vertrag, wonach die beiderseitigen Unterthanen sich eidlich verpflichten sollten, außerhalb der Grafschaften Nassau und Sayn die Schmelzkunst nicht zu lehren bei Verwirkung des Leibes und Lebens. Die noch in Betrieb befindliche Hainerhütte bestand schon 1492. Im Anfang dieses Jahrhunderts waren die Hochöfen 18 bis 20 Fufs hoch, bildeten auf der Sohle ein längliches Viereck von $2\frac{1}{2} \times 2\frac{3}{4}$ Fufs Seitenlänge und endeten auf der Gicht in einem Viereck von 30 Zoll Quadrat. Das Gebläse bestand aus zwei 14 Fufs langen, $2\frac{1}{2}$ bzw. $1\frac{1}{2}$ Fufs breiten Bälgen, aus Pappelweiden und Ochsenleder angefertigt, und wurde durch Wasserräder getrieben. In 24 Stunden wurden durchschnittlich 6 Wagen oder 20 000 bis 24 000 Pfd. Eisensteine mit $3\frac{1}{2}$ Wagen Holzkohlen verbraucht und daraus 6000 bis 9000 Pfd. Roheisen erblasen.

Das Siegerland ist mit Recht berühmt wegen seiner reinen manganhaltigen Eisensteine, die sich besonders zur Darstellung von Spiegeleisen und hochstrahligen Puddeleisens eignen. Die Erze werden theils an Ort und Stelle verschmolzen, theils den rheinisch-westfälischen und anderen Hochöfen geliefert. In der Hochbewegung des Jahres 1899 sind 5 oder 6 der dortigen Hochöfen in den Besitz von westfälischen Werken übergegangen, weil diese sich bei der Knappheit an Roheisen ihren Bezug sichern wollten. Demgegenüber machen sich im Siegerland Bestrebungen

geltend, das Roheisen dort zu verarbeiten, auch plant man daselbst, den Kohlenbedarf durch Erwerb eigener Kohlenzechen oder abgebohrter Felder zu decken. —

Die Hauptförderung an Dill und Lahn im ehemaligen Herzogthum Nassau besteht aus Rotheisensteinen, welche ebenfalls theils zu trefflichem Gießerei-Roheisen in der Nähe, theils in Rheinland-Westfalen, im Minette-Revier und im Ausland zur Verhüttung gelangen. —

Das Vorkommen thoniger Sphärosiderite und rother Thoneisensteine innerhalb des Saarbrücker Steinkohlenebirges gab die erste Veranlassung zur Entwicklung des Eisenhüttenbetriebes an der Saar, welcher jetzt seinen Erzbedarf zum allergrößten Theil aus Lothringen und Luxemburg bezieht. In den Schlackenhalde aufgefundene römische Münzen hat man als Beweis dafür angesehen, daß schon zur Zeit der Römerherrschaft Eisenhütten dort betrieben worden sind; im Jahre 1514 wurden in dem Eisenwerk zu Wiebelskirchen eiserne Töpfe, Oefen, Geschütze und Kugeln gegossen, es hatte sich also dort in jener Zeit bereits der Uebergang von der unmittelbaren Erzeugung schmiedbaren Eisens aus Erzen zum Hochofenbetrieb vollzogen. Der 30jährige Krieg brachte auch den Eisenwerken an der Saar schwere Schädigungen. Das Neunkirchener Werk wurde 1635 durch lothringisch-spanische Truppen völlig zerstört; der unsägliche Jammer, der in der damaligen Zeit unser unglückliches Vaterland allenthalben erfüllte, erhält eine lebendige Illustration durch die amtlichen Schriftstücke, welche die späteren Bemühungen, das kaltliegende Werk wieder in Betrieb zu setzen, darthun. Gleichzeitig mit dem Aufschwung, der in der 2. Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts die Eisenindustrie an der Ruhr nahm, entwickelte sich auch die Eisencfabrication an der Saar, zögernd aber mit durchschlagendem Erfolg ging sie dann auch zur Einführung des Thomasverfahrens über. Für die Formeisenfabrication ist der Bezirk von solcher Bedeutung geworden, daß bei ihr die Berechnung auf „Frachtbasis Burbach“ gang und gebe in ganz Deutschland geworden ist.

Der Aufschluß der Minetteerz-Ablagerungen in Luxemburg, Lothringen und ihren Ausläufern nach Frankreich und Belgien veranlaßte in diesen und den Nachbargebieten einen großartigen Aufschwung des Eisengewerbes. Lothringens Eisenerzförderung hat in kurzer Zeit alle anderen Bezirke Deutschlands überflügelt, sie betrug im Jahre 1899 nicht weniger als 58 % in der Gesamtförderung,

und auf den dortigen Vorräthen beruht die Zukunft der deutschen Eisenindustrie. Nach neueren Schätzungen sind sie auf annähernd 3000 Millionen Tonnen zu veranschlagen, so daß sie unter Zugrundelegung der heutigen Förderung auf etwa 700 Jahre ausreichen.

Anfangs der 60er Jahre wagte sich das phosphorhaltige Minetteroheisen nur schüchtern nach außen, man lernte es jedoch allmählich verarbeiten, ein Umstand, der zur gedeihlichen Entwicklung des dortigen Bergbaues und Hüttenbetriebes wesentlich beitrug. In Frankreich verstanden es einzelne Besitzer, den Wettbewerb Anderer lahmzulegen und ein gewisses Alleinrecht auf die Erzschatze zu behaupten. Die Einverleibung Lothringens ins Deutsche Reich änderte diese Sachlage gründlich, aber der durchschlagende Erfolg lag doch in der Durchführung des Thomasverfahrens. Der Phosphorgehalt der Erze bzw. des Roheisens schädigte nicht mehr wie früher, sondern begünstigte im Gegentheil die Verwendbarkeit. Nachstehende für 1899 geltende Zahlen beweisen die Wichtigkeit jener Lande für das deutsche Eisengewerbe:

	Erzförderung Tonnen	Roheisenerzeugung Tonnen
Luxemburg	6 014 394	982 930
Lothringen	6 972 758	1 290 264
Zusammen	12 987 152	2 273 194

Nimmt man das durchschnittliche Eisenausbringen der Erze zu 30% an, so verlangen die 2¹/₄ Millionen Tonnen Roheisen, welche an Ort und Stelle erblasen werden, mehr als 7 Millionen Tonnen Eisenerz; von dem Rest gehen etwa 1¹/₂ Millionen nach der Saar und 2 Millionen nach Belgien und Frankreich, während Niederrhein-Westfalen nur kleine Mengen beziehen.

Die Saarwerke brauchen nur 90 km beim Bezug der Erze zu überwinden und haben andererseits den Vortheil, die Kohle bei der Hand zu haben, sie arbeiten daher unter ziemlich gleichen Verhältnissen wie die luxemburgisch-lothringischen; zählt man deren Roheisenerzeugung von rund 646 000 t zu obigen, so erhält man eine Gesamtmenge, welche derjenigen des niederrheinisch-westfälischen Bezirks nicht viel nachsteht und den unwiderstehlichen Zug nach dem Westen, dem die deutsche Eisenindustrie seit 2 Jahrzehnten unterliegt, uns vor Augen führt. Während bis vor nicht langer Zeit man sich in Lothringen auf die Erblasung von Roheisen beschränkte, ist man dort neuerdings, begünstigt durch die

Fortschritte in der Wärmeausnützung der Brennstoffe im Hochofen, in großartiger Weise zur Herstellung von Flußeisen und Fabricaten daraus übergegangen. Am Schluß des Jahres 1899 bezw. zu Beginn des folgenden Jahres sind in Lothringen und dem benachbarten Luxemburg, in welchem ähnliche Verhältnisse wie in ersterem obwalten, drei Stahlwerke in Betrieb gekommen, welche mit den modernsten maschinellen Einrichtungen zur Massenfabrication eingerichtet sind.

Ein weiterer großer Eisenbezirk Deutschlands liegt an seiner Ostgrenze, in Oberschlesien. Im Jahre 1796 wurde auf staatliche Veranlassung in Gleiwitz der erste Kokshochofen angeblasen. Die oberschlesischen Kohlen können bezüglich ihrer Güte und Verwendbarkeit für den Eisenhüttenbetrieb mit denen des Ruhrbezirkes nicht wetteifern. Der Koks ist viel mürber und unreiner, aber man bemüht sich mit sichtlichem Erfolg dort eifrig, durch gute Einrichtungen das Mögliche zu erreichen. Auch die vorhandenen Eisenerze erleichtern deren Verhüttung nicht; der Gehalt ist keineswegs hoch, die Beschaffenheit theilweise fein und mulmig.

Nach der Statistik des Oberschlesischen Berg- und Hüttenmännischen Vereins wurden in Oberschlesien 1899 an Eisenstein verbraucht 1 198 766 t, darunter nur 536 550 t einheimische und 605 111 t ausländische; an Brucheisen und Alteisen 4818 t, an Schlacken und Sinter 434 485 t vergichtet, und daraus 744 466 t Roheisen hergestellt. Die Weiterverarbeitung des Eisens in Oberschlesien ist ungemein vielseitig.

Neuerdings ist von Oberschlesien aus eine Hochofenanlage bei Stettin errichtet worden, in welcher aus ausländischen, in erster Linie schwedischen Erzen Gießereiroheisen erblasen wird, das sich schnell guten Ruf erworben hat.

Ilsede und Georgsmarienhütte im ehemaligen Königreich Hannover und Maximilianshütte in Bayern sind vereinzelt liegende bedeutende Werke, deren Gründung und Betrieb auf Erzvorkommen in der Nachbarschaft beruhte. Die Zeitverhältnisse haben Manches an den ursprünglichen Zuständen geändert. Diese Hütten arbeiten größtentheils mit westfälischen, das neuerbaute Werk der Maximilianshütte bei Zwickau dagegen mit dortigen Kohlen bezw. Koks. Die großen Ablagerungen von Eisenerzen, welche sich zum Thomasroheisen trefflich eignen, in der Nähe von Ilsede, sichern diesem Werk eine technisch-wirtschaftliche Ausnahmestellung.

b) Großbritannien.

Kein Land der Erde arbeitet unter gleich günstigen Verhältnissen wie England. Ausgedehnte Lagerstätten trefflicher Kohlen und Erze, leichter und billiger Bezug fremder Rohstoffe, günstige Lage für den Absatz, in Verbindung mit der sonstigen politischen und wirtschaftlichen Stärke des Staates, begründeten die frühere Allmacht des Inselreichs auf dem Weltmarkt. Seit einiger Zeit ertönen in England eindringliche Klagen über den auf demselben zunehmenden ausländischen Wettbewerb, insbesondere ist es das belgische, das deutsche und neuerdings das amerikanische Eisen-gewerbe, über welches man sich am meisten beschwert.

Dafs die Erstarkung der deutschen Eisenindustrie und das damit verbundene erfolgreiche Auftreten derselben in Großbritannien unbequem empfunden wird, ist wohl begreiflich; nach richtiger Auffassung liegt aber das Verhältniß so, dafs dieses Land vor dem durch Jahrhunderte lange Kämpfe erschöpften Deutschland in der industriellen Thätigkeit einen mächtigen Vorsprung gewonnen hatte, der jetzt, nachdem die kraftvolle Faust eines Bismarck die deutsche Einheit zusammengeschweifst hat, keine Berechtigung mehr hat und den daher einzuholen unser Vaterland naturgemäfs bemüht ist.

Dafs England für Deutschland die Lehrmeisterin auf gewerblichem Gebiet gewesen ist, wird hierbei willig anerkannt. —

Wenden wir uns nach diesen einleitenden Worten zu der Geschichte des Kohlenbergbaus in England, so finden wir, dafs dort der Gebrauch von Steinkohlen älter als anderswo ist. Zu Tage tretende Flötze liefsen die Verwendbarkeit und den Werth des mineralischen Brennstoffes frühzeitig erkennen. Die frühesten urkundlichen Erwähnungen rühren aus der ersten Hälfte des 13. Jahrhunderts her. Der stärkste Verbrauch fand in London statt, dessen gute Lage den Schiffsbezug sehr erleichterte. Mit Stolz wird gegen Ende des 17. Jahrhunderts berichtet, dafs auf der Themse jährlich 280 000 Chaldrons — etwa 350 000 englische Tonnen — ankommen, während zu König Eduards I. Zeiten ein Verbot gegen den Verbrauch erlassen wurde, da der Rauch gesundheitsschädlich sei, was allerdings der Begründung nicht ganz entbehrte. Professor Chandler Roberts berechnete kürzlich, dafs der Kohlenwerth des jährlichen Rauches von London etwa

45 Millionen Mark betrage, hierzu kämen an Schaden des Rauches und sonstigen Ausgaben weitere 45 Millionen, so daß sich der ganze Verlust durch den Rauch Londons auf rund 90 Millionen Mark jährlich schätzen lasse. Wir müssen die Vertretung dieser Zahlen unserm Gewährsmann überlassen.

Zu Zeiten der Königin Elisabeth klagte man über die Verwüstung der Wälder infolge des Verbrauches der Holzkohlen im Eisengewerbe und verbot deshalb durch Parlamentsbeschluß die Verwendung. Der größte Theil des Eisenbedarfs wurde aus Belgien und Deutschland eingeführt, die im Lande selbst erzeugte Eisenmenge am Ende des 17. Jahrhunderts auf 10 000 englische Tonnen geschätzt. Anfang des 18. Jahrhunderts begann der Aufschwung mit der Verwendung der Steinkohlen, welche ursprünglich gleich dem Holz in offenen Meilern verkocht wurden, wie das stellenweise z. B. in Schlesien bis vor nicht langer Zeit geschah. Bald ging man jedoch zu geschlossenen Oefen über. Lord Dundonald legte 1786 Koksöfen an und belustigte sich damit, das entwickelte Gas in Röhren aufzufangen und anzuzünden. Diese Spielerei veranlaßte Murdoch zu ernstlichen Bestrebungen, die 1796 zur Errichtung der ersten Gasfabrik für die bekannte Boulton-Wattsche Maschinenbauanstalt führte.

Großbritannien steht heute noch an der Spitze aller kohlen-erzeugenden Länder, während ihm für Roheisen von den Vereinigten Staaten der Rang streitig gemacht worden ist. Seine Kohlenförderung erreichte 33 % der ganzen Erde. Die gesammte Kohlenförderung von 1899 — rund 220 Millionen Tonnen, davon 156 Mill. Tonnen in England, 33 Mill. Tonnen in Wales, 31 Mill. Tonnen in Schottland und $\frac{1}{8}$ Mill. Tonnen in Irland — hatte auf den Gruben einen Werth von etwa 76 Mill. £.

Die Zahl der bei der Kohlegewinnung 1899 beschäftigten Leute betrug, einschl. bei der Gewinnung der Nebenerzeugnisse, rund 764 166, darunter 160 539 über Tage.

Geographisch werden die Kohlenfelder gewöhnlich in 3 große Gruppen eingetheilt:

1. der Norden: Durham, Northumberland, Schottland;
2. das Centrum: Yorkshire, Derbyshire, Staffordshire, Cheshire, Nottinghamshire, Worcestershire, Leicestershire, Warwickshire;
3. der Westen: Süd-Wales und die südlichen Becken.

Das bedeutendste Becken ist Durham und Northumberland mit den Ausfuhrhäfen Newcastle, Sunderland und Hartlepool. Die berühmten fast rauchlosen Walliserkohlen werden in Cardiff, Newport und Swansea verschifft. Im allgemeinen darf man behaupten, daß England einen Ueberschuß an besten Kohlen besitzt, deren Ausfuhr die kurze Entfernung zwischen den Gruben und Häfen sehr begünstigt. Die Ausfuhr im Jahre 1899 betrug 43 798 305 t Kohlen, Koks und Briketts.

Die britische Eisenerzförderung des Jahres 1899 betrug 9 888 387 t gegen 10 229 236 t im Jahre 1898. Sie vertheilte sich auf die einzelnen Bezirke: Yorkshire 58,2 %, Staffordshire 10,9 %, Lincolnshire 1,4 %, Cumberland und Lancashire 19,6 %, Schottland 8,6 % und der Rest 1,3 % auf verschiedene andere Bezirke. Außerdem wurden 7 168 061 t fremde Eisenerze oder über 1½ Millionen Tonnen mehr als im Vorjahr eingeführt. Der Umstand, daß die Einfuhr fremder Eisenerze seit einer Reihe von Jahren bei gleichzeitiger Verringerung der heimischen Erzförderung in stetigem Wachstum begriffen ist, somit die britische Eisenindustrie in steigendem Maße von dem Ausland abhängig wird, bildet den Gegenstand eifriger Besprechung in dortigen metallurgischen Kreisen; man sieht mit Sorge die Erschöpfung der Lagerstätten von Bilbao nahen, aus welchen der weitaus überwiegende Theil der Einfuhr stammt, und wirft die Blicke auf Schweden, neuerdings sogar auf Canada. Auch ist man vielfach der Ansicht, daß der basische Proceß in England stärker vernachlässigt worden sei, als die Gesamtlage rechtfertige.

Der Schwerpunkt des Eisengewerbes liegt an der Ostküste in Yorkshire, im Clevelandbezirk, wo mächtige Thoneisensteinlager Mitte der 50er Jahre aufgeschlossen wurden. Dem Hauptbegründer der dortigen Eisenindustrie Karl Bolkow, einem geborenen Mecklenburger, hat die dankbare Stadt Middlesborough, die ihm ihre Blüthe verdankt und deren langjähriger Parlamentsvertreter er war, ein Denkmal errichtet. Die 30 procentigen Erze werden auf den Hochöfen selbst geröstet, sind leicht schmelzbar, aber etwas phosphorhaltig. Sie dienen zur Darstellung des sogenannten »englischen« Gießereiroheisens, von Puddel- und Thomasroheisen. Die günstige Lage an der Seeküste erleichtert obendrein den Bezug fremder Eisensteine, welche in großen Mengen dort verschmolzen werden. Der engere Bezirk erzeugt nahezu ein Drittel des gesammten Roheisens von Großbritannien.

Cumberland und das benachbarte Lancashire auf der Westküste Englands sind die Fundstätten der berühmten Hämatiterze, 50- bis 60procentiger und phosphorarmer Rotheisensteine, welche zur Darstellung des Roheisens für das Bessemerverfahren dienen. Eine Eigenheit der dortigen Erzgruben ist, dafs in ihnen auch schlagende Wetter vorkommen.

Schottland besitzt in seiner Gaskohle und seinem Kohleneisenstein (Blackband) vortreffliche Rohstoffe für die Darstellung des weltbekannten »schottischen« Giefsereiroheisens, dessen Bedeutung jedoch infolge von Erschöpfung der Lagerstätten und starken Wettbewerbes der anderen Bezirke sinkt. In Staffordshire werden Thoneisensteine gewonnen.

Im Jahre 1899 wurden 9 454 204 t Roheisen erblasen; auf die einzelnen Bezirke vertheilte sich die Roheisenerzeugung wie folgt: Yorkshire 28 0/0, Durham und Northumberland 11 0/0, Cumberland 10 0/0, Schottland 12 0/0, Lancashire 8 0/0, Wales 10 0/0, Staffordshire 7 0/0, Derbyshire und Nottinghamshire 4 0/0, Lincolnshire 4 0/0, und alle die übrigen Bezirke 6 0/0.

Grofsbritanniens Antheil an der gesammten Roheisenerzeugung sinkt allmählich infolge des Aufschwunges anderer Länder. Derselbe betrug:

1871	1881	1888	1894	1899
55,25 0/0	44,25 0/0	34,6 0/0	28,8 0/0	23,6 0/0

Der Gesammtroheisenvorrath am 31. December 1888 war 2,63 Millionen Tonnen, hat dann aber bis Ende 1899 sich bis auf nur 732 248 Tonnen verringert.

An anderen Erzeugnissen sind für das Jahr 1899 zu verzeichnen:

Bessemerblöcke	1 328 619 t
Bessemerschienen	851 558 „
Thomasflusseisenblöcke	525 656 „
Siemens-Martinblöcke	3 078 735 „

Die Gesammtausfuhr an Roheisen, sonstigem Eisen und Stahl bemisst sich für 1899 auf 3 941 000 t im Werthe von 561 860 000 *M.*, dazu noch an Maschinen im Werthe von 393 020 000 *M.*

Eine eigenthümliche Rolle spielen in England die Lagerscheine oder Warrants, deren Börsenstand jeder Geschäftsmann zuerst in der Zeitung sucht und darnach auf gutes oder schlechtes Handelswetter schliesst. Zur Erleichterung der Hütten bestehen für die

Hauptbezirke große Lager, wo Roheisen von feststehender Durchschnittsbeschaffenheit gegen bestimmte Abgaben aufgestapelt wird. Der Einleger erhält einen Schein, der zur Entnahme einer gleichen Eisenmenge berechtigt und den er an der Börse, je nach dem Stand der Warrants, verkaufen und sich derart bares Geld verschaffen kann. Diese Lagerscheine wandern aus einer Hand in die andere, sind sogar sehr beliebte Speculationspapiere und unterliegen denselben, oft unerklärlichen Schwankungen wie andere Werthe. Ursprünglich sehr wohlthätig für das britische Eisengewerbe, ist die Einrichtung später zur Plage der ganzen Welt geworden, denn sie beförderte eine ungesunde Ueberproduction, welche stets auf den Markt drückt. Wie können sich Preise dauernd halten, wenn in Großbritannien auf Lagern und Hütten große Mengen Roheisen der Käufer harren? Das Verlangen nach Eisenzöllen in anderen Ländern hat dadurch eine wesentliche Unterstützung erhalten, denn selbst Freihändler müssen den Mißbrauch anerkennen.

Glücklicherweise haben die Warrants jedoch in den letzten Jahren an Bedeutung eingebüßt und sind die beliebten Roheisen-vorräthe, die sich früher auf Millionen von Tonnen beliefen, jetzt auf einige hunderttausend zurückgegangen.

c) Vereinigte Staaten von Amerika.

Scharfe Beobachter, wir nennen beispielsweise Unterstaatssecretär a. D. Herzog, haben schon frühzeitig darauf hingewiesen, daß jenseit des Oceans sich politische, wirthschaftliche und sociale Verhältnisse entwickeln, die von den europäischen durchaus verschieden, vielleicht berufen sind, dereinst die Welt zu beherrschen. Selbst ein besonderer Menschenschlag scheint dort aus dem Gemisch der verschiedenen Völker allmählich zu entstehen. Die gewisse Abhängigkeit von der alten Welt, welche bis vor nicht langer Zeit in geistiger und sachlicher Hinsicht bestand, ist überwunden, man hat sich zu voller Selbständigkeit durchgerungen. Amerika besitzt eine eigene Literatur, eine eigene Bauweise und steht auch in der Kunst nicht mehr hinter Europa zurück. Wir lesen Bret Harte und Mark Twaine mit Entzücken, staunen vor den weltstürmenden Erfindungen eines Edison und erhielten für unsere Dampfmaschinen das Vorbild von Corlifs. Amerikanische Locomotiven schlagen englische Locomotiven nicht nur in britischen Colonien, sondern im Herzen Englands selbst aus dem Feld. Im Werkzeugsbau, in Transmissionen, Holzbearbeitungs-

und Nähmaschinen, überhaupt in Allem, wo es gilt, Menschenkraft zu ersetzen, haben sich die Vereinigten Staaten namentlich in eigenartiger, vollendeter Weise entwickelt; ihre hohen Löhne bringen es mit sich, daß dort an vielen Stellen Maschinen verwendet werden, wo sich dies für unsere Verhältnisse nicht lohnt. Das große Geheimniß des Erfolges auf diesem Gebiet liegt ohne Zweifel in weitgetriebenster Specialisirung aller Fächer. Der schlaue Yankee hütet sich vor der Beschäftigung mit vielen Dingen, aber was er anfaßt, das treibt er mit der zähen Ausdauer und der ganzen Gewandtheit seines Geistes, das Uebrige kümmert ihn wenig. Diese Erscheinung wiederholt sich auch im Eisengewerbe.

Etwa 40 % der Gesamtlänge aller Eisenbahnen fallen auf die Vereinigten Staaten, ohne Ruh und Rast werden neue Länderstrecken angeschlossen, die ihre Erzeugnisse auf den Markt werfen. Diese beispiellose Entwicklung und die Begünstigung inländischer Arbeit durch hohe Schutzzölle haben einen ungewöhnlichen Aufschwung des Eisengewerbes und unmittelbar auch eine sprungweise Steigerung der Kohlegewinnung veranlaßt, aber jähen Uebergang zu tiefem Darniederliegen nicht hindern können.

Die Schätzungen der kohlenführenden Flächen in den Vereinigten Staaten, welche auf Grund der Censusangaben für das Jahr 1890 angestellt sind, beziffern sich auf rund 780 000 qkm; $\frac{1}{6}$ hiervon wird als abbauwürdige Flötze führend bezeichnet. Hier von entfallen 99,95 % auf Fettkohlen und 0,05 % auf Anthracit, eine Vertheilung, welche merkwürdig erscheint, wenn man hört, daß vor 20 Jahren beinahe die Hälfte der nordamerikanischen Förderung aus Anthracitkohlen bestand und heute noch etwa ein Viertel beträgt. Die Förderung des Jahres 1899 betrug insgesamt: 234 532 397 t gegen 199 548 448 t in 1898.

Nach Staaten war die Vertheilung 1898:

		% der Gesamtförderung
Pennsylvanien, a) Anthracit	48 418 059 t	} 53,86
b) Fettkohle	59 104 776 „	
Illinois	16 869 583 „	8,45
Ohio	13 166 919 „	6,60
West-Virginia	15 147 807 „	7,59
Alabama	5 927 245 „	2,87
Indiana	4 463 347 „	2,23

und der Rest auf 22 Staaten.

Die gewaltige Ueberlegenheit Pennsylvaniens fällt auf.

Amerikanische Eigenthümlichkeiten sind die Verwendung von Petroleum und des natürlichen Gases, das aus Bohrlöchern dem Boden entströmt. Während das erstere nur in Nebenbetrieben z. B. Kesselheizung benutzt wird, wird letzteres auch direct in der Eisenindustrie verwendet. Man schätzte seine Leistung im Jahre 1897 gleichwerthig mit über 8 Millionen Tonnen Kohlen im Werthe von 13 Millionen Dollars. Die Umgebung von Pittsburg war die Hauptquelle dieser Gewinnung, welche aber vor etwa vier Jahren stark nachließ und namentlich die größeren Werke zur Rückkehr zur Kohlenfeuerung zwang. Immerhin wird aber ausschließlicly natürliches Gas, für dessen Weiterführung ein Röhrennetz von 13 000 engl. Meilen vorhanden ist, nach der letzten Statistik noch auf 89 Werken benutzt; während in Pennsylvanien ein steter Rückgang in der Ergiebigkeit, der anscheinend dort bald dazu führen wird, daß man es ausschließlicly zu Beleuchtungszwecken verwendet, bemerkbar ist, nehmen andere Staaten, in erster Linie Indiania, zu.

Nordamerika ist reich an Eisensteinen, aber im allgemeinen sind die Fundstätten von Kohle und Erz weit voneinander entfernt. Das weitaus bedeutendste Eisensteingebiet liegt am Lake Superior in den Staaten Michigan, Wisconsin und Minnesota. Es sind hauptsächlich hochhaltige Hämatiterze, d. h. phosphorarme Rotheisensteine bis zu 68 und 69 % Eisengehalt, ferner auch Magneteisensteine. Von letzteren ist auch ein mächtiges Lager in Cornwall, Pa., ein weiteres am Lake Champlain im Staat New-York, das sogar im Jahre 1894 einige Ladungen nach Deutschland geliefert hat.

Die Erzförderungen vertheilen sich 1898 wie folgt:

	metr. Tonnen	% der Gesamttförderung
Obere See	13 999 777	70,90
Alabama	2 440 176	12,36
Pennsylvanien	785 451	3,98
Andere Staaten	2 519 251	12,76
Zusammen:	19 744 655	100,00

Die Erzförderung betrug 1897: 17 798 335, 1890: 16 292 619 t.

Die Einfuhr an Eisenerzen war

1899	1898	1890
684 867	190 086	1 266 779 t.

Im Jahre 1890 war die Einfuhr fremder Erze noch recht erheblich; die Amerikaner waren namentlich Abnehmer für Elba- und spanische Erze, ferner spielt auch Cuba eine Rolle; in den Jahren 1884 bis 1898 einschl. wurden insgesamt 3 211 250 t Eisenerze von Cuba eingeführt. Für das Jahr 1895 nahmen die Erzeinfuhren, welche 1894 auf eine unbedeutende Ziffer gesunken waren, wieder zu, da die östlichen Hochöfen bei den gestiegenen Preisen wiederum mitbewerbsfähig geworden sind. Neuerdings sollen auch südamerikanische Erze nach den Vereinigten Staaten kommen.

In dem großen Erzrevier, aus welchem die ersten Verfrachtungen im Marquettebezirk schon am Oberen See 1850 begonnen haben, wurden nacheinander neue Bezirke aufgeschlossen; es folgten die Reviere Menominee, Gogebic und Vermilion, die schon im Jahre 1890 nicht weniger als 9 Millionen Tonnen Erz lieferten. Im Jahre 1892 trat in dem Dreieck, das zwischen der canadischen Grenze, dem See und den Zuflüssen des Rainy-Lake einerseits und des Mississippi andererseits gelegen ist, der Mesabi, auch Mesaba genannte Bezirk hinzu. Dieses Revier zeichnet sich vor demjenigen in der Ober-Halbinsel dadurch aus, daß die Eisenerzlager flach einfallen und auch hier, wie überall in den dortigen Bezirken, nicht zusammenhängend, sondern in einzelnen getrennten, aber zum Theil sehr umfangreichen Ablagerungen auftreten, deren Mächtigkeit durchschnittlich etwa 28 m, aber vielfach 70 bis 120 m beträgt. An vielen Stellen sind diese mächtigen Lager gleichzeitig in Abbau genommen, und man hat dabei vielfach den geringen Abraum wie die Erze selbst durch starke Dampfegger abgegraben. Wo Sprengungen nothwendig waren, bezifferten sich ihre Kosten auf 3 Cents für die Tonne. Auf diese Weise hat man die Gewinnungskosten bis auf den Eisenbahnwagen auf $21\frac{1}{2}$ Cts., also auf rund 90 ¢ für die Tonne ermäßigt. In Mountain Iron soll ein Bagger es fertig gebracht haben, in 1 Stunde 500 t in den Eisenbahnwagen einzuladen. Das Erz ist im allgemeinen weicher Rotheisenstein, im Osten mehr hartes Roth-, öft Magnet-eisenerz. Sein Phosphorgehalt scheint im allgemeinen um ein Geringes höher, als der des Erzes im altberühmten Marquette-Bezirk zu sein, aber zum Theil doch noch unter den amerikanischen Begriff der »Bessemererze«, d. h. obere Grenze des Phosphors 0,045 % bei 60 % Fe-Gehalt, zu fallen; der andere Theil enthält zu wenig Phosphor für den Thomasproceß, hat daher zu

ausgedehnter Anwendung des basischen Martinverfahrens geführt. Der Eisengehalt ist selten unter 55 %; die immer noch nicht abgeschlossenen Entdeckungen von Eisenerz haben begrifflicher Weise eine große Unsicherheit auf dem gesammten Eisenerz- und damit dem Eisenmarkte der Vereinigten Staaten hervorgerufen, die von sachkundiger Seite sogar als die Grundursache für den scharfen Heruntergang der dortigen Eisenindustrie seit 1893 angesehen wurde. Dies ist auch durchaus wahrscheinlich; denn trotz der damals zurückgehenden Conjunction der amerikanischen Eisenindustrie betrug die Förderung in den anfangs der 90er Jahre entdeckten Mesabi-Erzlagern 1892: 4245 t, 1893: 613 620 t, 1894: 1 792 172 t und erreichte im Jahre 1899 die Höhe von 6 732 406 t. Eine so ungeheuerliche Förderungszunahme dürfte wohl auch in der Geschichte der Vereinigten Staaten, die an solchen Ereignissen nicht gerade selten ist, noch nicht dagewesen sein. Ein Umschwung trat in diesen Verhältnissen ein, als im Jahre 1898 etwa die Hochofenwerke, welche bis dahin das wilde Angebot sich zu nutze gemacht hatten, unter Führung von A. Carnegie dazu übergingen, die Erzfelder eigenthümlich zu erwerben und dadurch wiederum eine festere Grundlage für den Erzmarkt schufen.

Die Verfrachtung der Erze vom Oberen See nach den Häfen am Michigan- und Erie-See geschieht jetzt durch Dampfer bis 9000 Nettotonnen Gehalt; ihre Beladung erfolgt in kürzester Frist aus den automatisch eingerichteten Taschen der Docks, deren Gesammtfassungsraum durch zahlreiche Neubauten bis zum Frühjahr 1900 auf über 800 000 t gesteigert worden ist; ebenso ist vermöge der vortrefflichen mechanischen Ausladekräne die Entladung verblüffend schnell ausführbar. Man rechnet, daß ein solcher Dampfer, der an 500 Fuß lang ist und mit Vierfach-Verbundmaschine ausgerüstet ist, die Tour in 10 Tagen und daher etwa 20 Fahrten in der Saison macht. Der Frachtsatz war in den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts bis auf 45 Cts. heruntergegangen, er betrug in 1900, dem Jahre der Hochbewegung, auch nicht mehr als $1\frac{1}{4}$ \$ einschließlich der 16 bis 18 Cts. betragenden Kosten für Ein- und Ausladen. Durch die am Ausgang des Oberen Sees gelegene Schleuse Sault S. Mary passirten im Jahre 1899 nicht weniger als 20 255 Schiffe mit 25 255 810 t Fracht, d. h. der dortige Verkehr hat sich in den letzten 12 Jahren vervierfacht und liefs den des Suezkanals weit hinter sich.

Die Roheisenerzeugung betrug 1899 in den einzelnen Staaten:

	metr. Tonnen
Massachusetts	2 516
Connecticut	10 291
New York	268 576
New Jersey	129 640
Pennsylvanien	6 663 820
Maryland	238 228
Virginia	371 339
N. Carolina	} 18 120
Georgia	
Alabama	1 101 247
Texas	5 896
West-Virginia	190 864
Kentucky	120 923
Tennessee	351 704
Ohio	2 416 264
Illinois	1 465 084
Michigan	136 594
Wisconsin	} 206 426
Minnesota	
Missouri	} 141 102
Colorado	

Insgesamt 13 838 634

gegen 11 962 317 t in 1898 und 9 807 123 t in 1897.

Die Vorräthe spielen in Amerika keine so große Rolle wie in England; sie betragen lange Zeit, ohne großen Schwankungen ausgesetzt zu sein, annähernd $\frac{1}{2}$ Million Tonnen, sind dann aber von Mitte 1898 ab beständig zurückgegangen und beliefen sich Ende 1899 auf nur 63000 t.

Nach dem aufgewendeten Brennstoff unterscheidet man:

	Tonnen
Roheisen mit Anthracit erblasen	1 625 145
" " Koks	11 924 167
" " Holzkohle	289 322
	<u>13 838 634</u>

Bei dem hohen Erzausbringen marschiren die amerikanischen Hochöfen an der Spitze hinsichtlich der Erblasung größerer Mengen.

Der Durchschnitt für den Hochofen ist etwa 900 t, als Höchstleistung sollen jetzt die vier neuen Carnegieschen Hochöfen in Duquesne wöchentlich je 4800 t erblasen.

Holzkohlenroheisen spielt in Amerika noch immer eine gewisse Rolle. Meist aus reinen Erzen erblasen, zeichnet sich das Eisen durch große Festigkeit aus. Amerikanische Constructeure fertigen Maschinenteile aus Gufseisen an, welche in Europa nur noch in Schweifseisen bzw. Flufseisen ausgeführt werden. Die Eisenbahnräder sind dort fast ausnahmslos gufseiserne, allerdings aus bestem Rohstoff und mit großer Sorgfalt angefertigt.

Welch' großen Schwankungen die amerikanische Hochofenindustrie — glücklicherweise im Gegensatz zur deutschen! — ausgesetzt ist, erhellt drastisch aus der regelmässig in The Iron Age veröffentlichten Liste der in Betrieb befindlichen Hochöfen:

	Hochöfen	Wöchentliche Erzeugungsfähigkeit in Groß-Tonnen
1. Januar 1894	130	99 087
1. April 1894	144	126 732
1. Juni 1894	88	62 517
1. Januar 1895	182	168 414
1. Januar 1896	241	207 481
1. Juli 1896	191	180 532
1. October 1896	130	112 782
1. Januar 1897	154	159 720
1. October 1897	171	200 128
1. Januar 1898	188	226 608
1. August 1898	187	206 777
1. Januar 1899	200	243 516
1. Juli 1899	237	263 363
1. Januar 1900	280	294 186
1. Juni 1900	293	296 376
1. October 1900	213	223 169

Die Erzeugung an Flufs-Schmiedeeisen und -Stahl war:

	1898	1899
	Tonnen	
Bessemerstahl	6 714 761	7 707 736
Martinflusseisen	2 265 977	2 994 473
Tiegelstahl	91 183	102 832

Ueber die Schweißseisenfabrication scheint in den Vereinigten Staaten eine besondere Statistik nicht mehr zu bestehen; die Zusammenstellung, welche früher für die verschiedenen Fabricate aus Walzeisen gemacht wurde, wird heute für „rolled iron and steel“ geführt. An „gewalztem Eisen und Stahl“ wurden erzeugt: 1898: 8 649 584 t, 1899: 10 523 115 t.

Im letzten Jahr entfielen hiervon auf

	Tonnen
Schienen	2 309 063
Stab-, Band- und Formeisen	4 155 384
Walzdraht	1 116 965
Bleche und Platten	1 933 961
Geschnittene Nägel	86 362
Drahtstifte	334 638

Die Schienenerzeugung ist seit dem Jahre 1890, in welchem sie noch nahe 2 Millionen Tonnen betrug, ständig zurückgegangen. Verhältnißmäfsig am meisten Fortschritte hat die Drahtfabrication gemacht; sie ist offenbar durch den Umstand beeinflusst gewesen, dafs man drüben mehr und mehr von den geschnittenen Nägeln, deren Erzeugung vor 10 Jahren mehr als doppelt so grofs war, abgeht und diese durch Drahtstifte ersetzt. Das Verhältnifs dieser beiden Fabricate hat sich seit jener Zeit fast umgekehrt, denn es wurden fabricirt in Stückzahl von Fässern zu je 100 \bar{n} engl.:

	Geschnittene Nägel	Drahtstifte
1889	5 810 758	2 425 060
1899	1 904 340	7 599 522

Die Herstellung von Formeisen für Bauzwecke hat in dem letzten Jahre gewaltige Fortschritte gemacht; sie betrug 920 777 t in 1899.

Die Weißblechfabrication hat infolge der beträchtlichen Erhöhung des Schutzzolls einen kräftigen Anstofs erhalten; wäh rend sie vor 10 Jahren Null war, hat seit dem am 1. Juli 1891 eingetretenen Zollaufschlag die Erzeugung ständig in demselben Verhältnifs zugenommen wie die Einfuhr aus England zurückgegangen ist. Es betrug die Erzeugung:

	Tonnen
im 2. Halbjahr 1891	1 015
im Jahre 1892	19 104
“ „ 1893	56 065

	Tonnen
im Jahre 1894	75 448
„ „ 1895	115 485
„ „ 1896	162 928
„ „ 1897	260 704
„ „ 1898	332 146
„ „ 1899	404 131

Der Schiffbau berichtet über vom Stapel gelassene Schiffe im Gesamttonnagehalt von 113379 t, mehr als viermal so viel wie in 1891.

Wie in Bezug auf Roheisen Pennsylvanien die übrigen Staaten weit überragt, so ist dies in gleicher Weise für Bessemerstahl der Fall, welcher sich für 1899 wie folgt vertheilt:

	Tonnen
Pennsylvanien	4 032 279
Ohio	1 706 105
Illinois	1 230 626
Andere Staaten.	<u>738 725</u>
	7 707 735

Der Gesamtwert der Einfuhr an Eisen und Stahl einschließlich Waffen, Messerwaaren, Kleineisenzeug und Maschinen wird für 1899 auf 15 800 579 Dollars (1897: 12,4 Millionen und 1887: 56,4 Millionen) angegeben.

Die Ausfuhr an Eisen und Stahlfabricaten bewertete sich in den 70er und 80er Jahren erst zwischen 14 und 20 Millionen, schritt dann sicher voran und erfuhr seit mehreren Jahren eine gewaltige Zunahme. Sie betrug 1897: 62 $\frac{1}{2}$, 1898: 82 $\frac{1}{2}$ und 1899: 105 $\frac{1}{2}$ Millionen $\text{\$}$ Werth; auf Roheisen umgerechnet macht sie etwa 10 % von dessen Erzeugungsmenge aus.

In Amerika hat man in bemerkenswerther Weise es verstanden, das Haupthindernis, welches einer großartigen Entwicklung seines Eisenhüttenwesens im Weg zu stehen schien, nämlich die weiten, bei uns unbekanntenen Entfernungen zwischen den Hauptfundorten der Erze und den großen Kohlenbecken, durch entsprechende Einrichtungen und eine billige Tarifpolitik zu beseitigen. Von der billigen Wasserverfrachtung auf den Seen ist bereits oben die Rede gewesen; genaue Kenntniss über die Eisenbahnfrachten ist schwierig zu erlangen, weil wichtigste Bahnstrecken von den Eisenwerken selbst „controlirt“ werden, sicher aber ist, dass die Frachten

für Rohstoffe auf Sätze von $\frac{8}{10}$ ö und darunter f. d. tkm heruntergegangen sind. Erleichtert wurde diese enorme Verbilligung durch Einführung der 50 t fassenden Wagen aus geprefstem Stahlblech. Gegen die hohen Löhne und schwierige Arbeitsverhältnisse weiß man sinnreiche Einrichtungen zu treffen, welche das Aeußerste bezüglich Ersparniß menschlicher Arbeitskraft leisten.

Die Natur überschüttet die Vereinigten Staaten mit mineralischen Schätzen in ausgiebigster Art, angesichts deren man in der That von einem altersschwachen und durch 1000jährige Cultur erschöpften Europa sprechen kann. Die Wandlungen, welche das Eisenhüttenwesen der Vereinigten Staaten im letzten Jahrzehnt durchgemacht hat, sind so umwälzend, daß derselbe Staat, der zu Anfang noch hoher Schutzzölle bedurfte, um sich den eigenen Markt zu sichern, heute mit großem Erfolg nicht nur auf dem Weltmarkt auftritt, sondern den eisenerzeugenden Ländern der alten Welt in ihren eigensten Territorien mit Wettbewerb droht.

d) Frankreich.

Frankreich ist verhältnißmäßig arm an Kohlen und Erzen. Gefördert wurden 1899:

	Tonnen
Steinkohlen . . .	32 331 053
Braunkohlen . . .	602 735

Der Norden (Nord und Pas de Calais) hat in den letzten Jahren einen erheblichen Aufschwung genommen; auf ihn entfallen von der Steinkohlenförderung allein 19 958 637 t oder mehr als die Hälfte; an Bedeutung folgt dann das Loire-Becken mit 3 719 666 t, das Departement Gard mit 2 050 626 t, Bourgogne (Creusot) mit 2 040 771 t, Tarn und Aveyron mit 1 851 795 t und Bourbonnais mit 1 189 422 t. Die übrigen Vorkommen liefern viel kleinere Antheilziffern.

Der durchschnittliche Arbeitsverdienst aller bei dem Kohlenbergbau beschäftigten Personen betrug 1898: 4,63 Frs.; derjenige der Arbeiter über Tage 3,25 Frs.

Die Einfuhr (1898) betrug:	Tonnen
An Koks: aus Deutschland	725 000
» Belgien	641 000
» England	13 000
» anderen Ländern	9 000
Insgesammt	<u>1 388 000</u>

	Tonnen
An Steinkohlen: aus Belgien . . .	3 643 000
» England . . .	5 467 000
» Deutschland . . .	718 000
» anderen Ländern . . .	7 000
Insgesammt	<u>9 835 000</u>

Die Eisenerzförderung betrug 1898 in Frankreich 4 731 394 t Eisenerze, davon entfiel der weitaus größte Theil auf Minette; d. h. in das Departement Meurthe et Moselle; neuere Aufschlufsarbeiten haben ergeben, daß das dortige Vorkommen wesentlich reicher ist, als man bisher angenommen hatte. Man ist eifrig mit Vorrichtungsarbeiten beschäftigt, um die etwa 80 Hochöfen, die der Bezirk demnächst zählen wird, mit Erz zu versorgen. Die Einfuhr belief sich auf 2 032 000 t, darunter 1 411 000 t deutsche, 445 000 t spanische Erze. Im Jahre 1899 wurden erzeugt 2 567 388 t Roheisen, darunter noch 13 762 t mit Holzkohlen und 11 043 t mit gemischtem Brennstoff erblasenes Eisen. Darunter war:

	Tonnen
Frischroheisen*	2 058 554
Gießereiroheisen	508 834

Ferner wurden 1899 erzeugt:

	Tonnen
an Schweiß Eisen: im Puddelproceß	549 623
mit Holzkohlen gefrischt	6 868
aus Alteisen	286 264
Insgesammt	<u>842 755</u>

An fertigen Fabricaten aus Flußeisen und Stahl

	Tonnen
in der Bessemerbirne	698 053
im Siemens-Martinofen	520 476
im Puddelofen	8 015
im Cementirofen	1 041
im Tiegel	17 067
aus Altmaterial	9 049
	<u>1 253 701</u>

Die Erzeugung an Bessemer- und Martinblöcken wird gleichzeitig zu 1 529 182 t angegeben.

* für den Puddel-, Converter- und Martinofen.

Schienen wurden 265 796 t, Bleche 321 020 t, Handelsflußeisen 666 885 t erzeugt.

Das Schwergewicht der französischen Eisenerzeugung hat sich nach dem Departement Meurthe et Moselle verschoben, woselbst die Roheisenerzeugung im vorigen Jahre 1 564 745 t, d. h. weit über die Hälfte der Gesamtdarstellung, betrug; dann folgt an Wichtigkeit der Norden und Pas de Calais mit 390 738 t und Saône-Loire mit 86 206 t.

Frankreich erhebt einen Kohlen- und Koks Zoll von 1,20 Frs. auf die Tonne und gewährt in den Titres d'acquit à caution eine Ausfuhrvergütung. Der Ausführer von Eisenwaaren erhält einen Schein, welcher ihn zur zollfreien Einfuhr einer entsprechenden Menge ausländischen Roheisens berechtigt. Mit diesen Scheinen wird Handel getrieben, doch stehen sie meist viel niedriger, als der Roheisen Zoll beträgt. Der Stand richtet sich nach Angebot und Begehr. Wer in Deutschland zollfreies ausländisches Roheisen zu Ausfuhrwaaren verarbeiten will, muß nachweisen, daß jenes Roheisen auch wirklich die angegebene Verwendung gefunden hat.

e) Belgien.

Belgien ist reich an Brennstoff, dessen Gewinnung jedoch übertrieben wird, so daß eine Erschöpfung in absehbarer Zeit zu befürchten ist. Die Fläche des Kohlengebietes beträgt etwa $\frac{1}{22}$ von der des ganzen Landes. Die Kohlengruben und Eisenwerke liegen fast alle auf einem schmalen Landstrich vereinigt, welcher sich durch die Mitte des Königreichs, von der deutschen bis zur französischen Grenze, hinzieht. Von Osten nach Westen gehend, durchschneidet derselbe die Provinzen Lüttich, Namur und Hennegau und enthält in dieser Reihenfolge die Kohlenbecken von Lüttich, Namur, Charleroi, Centre und Mons. Die gesammte Gewinnung an Steinkohlen im Jahre 1899 betrug 22 072 068 t gegen 22 088 335 t im Vorjahr im Werthe (1899) von 274 Millionen Frs. Ausgeführt wurden im Jahre 1899 4 563 000 t Steinkohlen, 1 009 000 t Koks und 525 000 t Briketts; eingeführt 2 839 000 t Steinkohlen und 297 000 t Koks. Die Kokserzeugung (1899) betrug 2 304 607 t, die Kohlenziegelfabrication in 37 Werken 1 276 050 t mit über 14 Millionen Frs. Werth.

Beschäftigt waren bei der Kohlenförderung (1899) insgesamt 125 258 Leute mit 146 240 500 Frs. Lohn, also 1168 Frs. für

den Kopf, Frauen und jugendliche Arbeiter eingerechnet. Von Frauen und Mädchen waren 1899 noch 289 unter Tage, 7960 über Tage beschäftigt, gegen 3691 bzw. 7181 im Jahre 1891. Durch Gesetz ist bestimmt, daß vom 1. Januar 1892 ab Mädchen und Frauen unter 21 Jahren nicht mehr bei den unterirdischen Arbeiten neu beschäftigt werden sollen. Im ganzen arbeiteten 5863 Knaben mit im Alter von 14 bis 16 Jahren und 3180 Knaben von 12 bis 14 Jahren, von letzteren 2015 unter Tage. Der Gewinn belief sich auf 1,71 Frcs. durchschnittlich auf die Tonne; 104 Zechen arbeiteten mit einem Gewinn von 38 649 500 Frcs., 11 mit einer Zubuße von 806 300, es verbleibt demnach ein Gewinn von 37 843 200 Frcs.

Die durchschnittliche Gewinnungsteufe war 433 m. An Koks wurden 1899 2 304 607 t erzeugt gegen 2 161 162 t im Vorjahre; der Werth der Tonne Koks stellte sich auf 20,50 Frcs. Bei der Kokserzeugung waren 2894 Arbeiter beschäftigt. Die Eisenerzgewinnung ist gering, sie erreichte 1899 nur 201 445 t mit 1 073 100 Frs. Werth. Die Eisenerzeinfuhr betrug im Jahre 1899 2 621 000 t, die Ausfuhr 318 000 t; da Belgien jedoch höchstens 600 000 t Erz jährlich producirt, wird sich diese Ausfuhrzahl wohl in der Hauptsache auf Transitsendungen beziehen.

Es wurden erzeugt:

	Tonnen	
	1898	1899
Gießereiroheisen	93 645	84 165
Puddelroheisen	308 875	317 029
Roheisen für Stahlbereitung	577 235	623 382
Insgesamt	979 755	1 024 576

	Tonnen	
Schweiß Eisen	485 040	475 198
Fluß Eisenblöcke	653 523	731 249

Die gesammte Ausfuhr an Eisen und Eisenwaaren betrug 1898: 623 182 t, 1899: 609 886 t.

f) Oesterreich-Ungarn.

Die Steinkohlenbezirke der Oesterreichisch-Ungarischen Monarchie liegen hauptsächlich längs einer Linie von Westen nach Osten, welche bei Pilsen an der bayrischen Grenze beginnt, bis Galizien und die russische Grenze reicht, und die Becken von Pilsen,

Kladno-Schlan-Rakonitz, Schatzlar-Schwadowitz, Ostrau-Karwin und Javorzno umfasst; zum kleineren Theil im Süden und Südosten Ungarns, wo die Becken von Fünfkirchen und Steierdorf liegen. Von den übrigen Becken getrennt liegt in Mähren der Bezirk von Rossitz.

Kann Oesterreich-Ungarn bezüglich seiner Steinkohlen sich nicht mit England, Nordamerika und Deutschland messen, so besitzt es anderseits fast unerschöpfliche Lager vorzüglicher Braunkohlen. Diese eignen sich nicht nur für Hausbedarf, Kesselfeuerung u. s. w., sondern auch für den Puddelbetrieb und seit Einführung der Siemens-Regenerativöfen für Schweiß- und Martinöfen. Das größte und reichste Braunkohlenbecken dehnt sich am südlichen Abhang des Erzgebirges aus. Andere minder bedeutende Braunkohlenlager liegen zwischen den Ausläufern der Alpen und namentlich an deren östlichem Abhang, in Steiermark und Krain (Traunthal, Köflach, Leoben, Fohnsdorf, Hrastnigg, Cilli, Sagor u. s. w.). Endlich sind noch die Braunkohlenlager in Ungarn und Siebenbürgen zu nennen, besonders das von Salgó-Tarján im Gebiet der Metra. Es betragen die Förderungen an:

	Steinkohlen	Braunkohlen
	Tonnen	
In Oesterreich 1898	10 947 522	21 083 360
» Ungarn 1898	1 239 498	4 206 694
Zusammen	12 287 020	25 290 054

Oesterreich-Ungarn ist reich an Eisenerzen. Das Eisengewerbe vertheilt sich auf drei Hauptgruppen. Die erste und bedeutendste ist die der Alpenländer: Steiermark, Kärnten, Krain, Tirol, Ober- und Niederösterreich; die zweite umfasst die Sudetenländer: Böhmen, Mähren und Schlesien; und endlich die letzte die der Karpathenländer: Ungarn, Siebenbürgen, Galizien und die Militärgrenze.

Die Eisenförderung war 1898:	Tonnen
Oesterreich	1 733 648
Ungarn	1 607 477
Die Roheisenerzeugung:	Tonnen
Oesterreich	957 835
Ungarn	469 403

In Steiermark und Kärnten liegen die berühmten Spatheisensteinvorkommen: Eisenerz und Hüttenberg. Aus norischem Eisen sollen die Nägel angefertigt worden sein, mit welchen Christus

ans Kreuz geschlagen worden ist; Geschichtsforscher behaupten, daß aus diesen Erzen die Römer ihre Waffen und Pflüge herstellten, mit denen sie den damaligen Erdkreis unterjochten und cultivirten. Die Eisensteinmenge des steirischen Erzberges wird auf 125 — 150 Millionen Tonnen geschätzt; das Hüttenberger Vorkommen steht diesem wenig nach. Die Eisensteinförderung in Steiermark betrug im Jahre 1898 1 005 385 t, in Kärnten 66 400 t; die Roheisenerzeugung 220 633 bezw. 29 687 t. Die Verhüttung der Eisenerze erfolgt größtentheils mittels Holzkohlen und unterliegt deshalb einer wirthschaftlichen, durch die Erhaltung der Wälder gebotenen Beschränkung. Bekanntlich sind die Eisenwerke Steiermarks seit einigen Jahren in einen einigen Verband — die alpine Montangesellschaft — vereinigt. Zur Umwandlung des Roheisens in Schweifs- und Flusseisen dienen Braunkohlen, deren Güte den Fremden überrascht. Eigneten Braunkohlen sich zum Hochofenbetrieb, dann ständen Steiermark und Kärnten auf einer viel höheren Stufe unter den eisenerzeugenden Ländern.

In Böhmen, welches im Jahre 1898 633 278 t Eisenerze und 243 387 t Roheisen lieferte, liegen die großen Werke von Teplitz und Kladno (Prager Eisenindustrie-Gesellschaft), in Mähren 200 106 t Roheisen) die über 10 000 Leute beschäftigenden Werke von Witkowitz, in Ungarn die von Salgó-Tarján, und die der Staatsbahn gehörenden Werke von Resicza.

Die Ein- und Ausfuhrverhältnisse des österr.-ungarischen Zollgebietes gestalteten sich im Jahre 1899 wie folgt:

	Einfuhr Tonnen	Ausfuhr Tonnen
Lignite, Braunkohlen	19 534	8 662 658
Steinkohlen	5 297 330	879 456
Koks	564 005	252 941
Eisenerze	212 412	326 834
Eisen und Eisenwaaren	161 924	107 977
Roheisen	96 551	16 449
Luppeneisen und Ingots	1 167	7 532

g) Rußland.

Das gewaltige Czarenreich mit einem Flächenraum von 22,4 Millionen Quadratkilometer und einer Einwohnerzahl von 126 Millionen, davon 5,6 Millionen Quadratkilometer und 92 Millionen

Einwohner in Europa, leidet auch heute noch, trotz aller Anstrengungen der Regierung für Entwicklung der Gewerbthätigkeit, an den natürlichen Hindernissen allzugroßer Entfernungen und an sonstigen, mit Land und Leuten zusammenhängenden Schwierigkeiten. Seine Eingangszölle sind, auch nach Abschluß des letzten Handelsvertrages, die höchsten der Welt, die Regierung spendet außerdem vielfach den inländischen Gewerben Prämien und unterstützt sie durch besondere Begünstigungen, bereitet fremdländischen Unternehmungen Schwierigkeiten, aber Alles scheint noch nicht zur Erzielung gesunder gewerblicher Zustände zu helfen. Die unbedingte Herrschaft eines Einzelnen oder Weniger, die mit einem Federzug wirthschaftliche Existenzen schafft und vernichtet, hemmt den selbständigen Trieb, ohne welchen eine große Industrie nicht bestehen kann.

Das bedeutendste Kohlenbecken Rußlands ist das Donetzsche, nördlich vom Asowschen Meer, mit einem Flächeninhalt von über 27 000 qkm und mit 11 000 Millionen Tonnen Steinkohlen nach zuverlässiger Schätzung. Je nach der Beschaffenheit der Kohlen theilt man die Gruben in westliche und südliche; erstere liegen im südlichen Theil des Gouvernements Charkow und im Gouvernement Jekaterinoslaw, sie enthalten nur Steinkohlen, während die südliche Gruppe im Lande der donischen Kosaken vorzugsweise Anthracit führt. Dem Donetz-Revier kommt an Wichtigkeit zunächst das Weichselgebiet (Polen), während das Uralgebiet und Mittelrußland hierfür von geringerer Bedeutung sind.

Das Kohlenvorkommen im ehemaligen Königreich Polen schließt sich dem Oberschlesiens an. Das Moskauer Becken, dessen Kohlen in ihrer Beschaffenheit den Braunkohlen nahestehen, nimmt einen Flächenraum von 22 980 qkm ein; sie dienen hauptsächlich zu Heizzwecken und finden um so größeren Absatz, je mehr die Wälder im Innern Rußlands verschwinden. Die übrigen Landesheile haben nur unwesentlichen Kohlenbergbau.

Die Kohlenförderung Rußlands betrug 1897: 11 119 849 t gegen 9 468 300 t in 1896, 7 122 500 t in 1893 und 6 015 000 t in 1890.

Ueber die Kohleneinfuhr liegen für die letzten Jahre uns keine zuverlässigen Angaben vor; die Einfuhr scheint ziemlich regelmäßsig ungefähr eine Million Tonnen im Jahre gewesen zu sein.

An Eisenerzen wurden gefördert 1896: 3 268 400 t, 1895: 2 924 963 t, 1890: 1 795 663 t.

Die Roheisenerzeugung der russischen Eisenhütten stellte sich im Jahre

	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899
auf	1 149 900	1 333 600	1 453 400	1 622 100	1 881 700	2 223 100	2 707 400 t
die Einfuhr							
auf	130 876	154 633	148 403	75 117	102 178	99 819 t	

Die Productionsverhältnisse des Jahres 1898 gestalteten sich wie folgt:

	Roheisen	Schmiedeeisen	Stahl
	t	t	t
13 Werke des Nordens	26 399	60 011	129 462
106 Uraler Werke	713 170	252 792	131 002
46 centralrussische Werke	180 443	64 049	113 872
15 Werke des Südens	1 002 268	42 418	582 705
5 Werke des Südwestens	3 051	1 733	—
36 Werke des Königreichs Polen	263 225	64 442	187 718
3 Privatwerke in Sibirien	8 826	1 987	5
die Kronwerke	1 504	953	16
Finland	22 824	10 507	645
Summe	2 221 710	498 892	1 145 425

An Roheisen wurden im Jahre 1899 eingeführt 136 836 t, an Eisen- und Stahlerzeugnissen 385 065 t und an Maschinen und Apparaten 203 557 t.

Im Jahre 1880 wurden $\frac{9}{10}$, im Jahre 1891 noch gut $\frac{2}{3}$ der Gesammtroheisenerzeugung mittels Holzkohlen erblasen; durch die Inbetriebsetzung der großen Hütten in Südrufsland, welche natürlich alle auf Koks gehen, wird sich das Verhältniß bald verschieben.

Die Erzschatzkammer Rufslands ist von jeher das Uralgebirge gewesen — es mangelt dort jedoch an Brennstoffen. Vor einigen Jahren ist trotzdem in Bogoslowk (Gouv. Perm) ein neues Stahl-(Schienen-)werk mit vier Holzkohlen-Hochöfen von je 35 t Tagesleistung gebaut; hier ist ein vorzüglicher Rotheisenstein die Grundlage, sonst werden im Ural hauptsächlich Magnet- und Brauneisensteine von sehr guter Beschaffenheit verhüttet.

Der Entwicklung der Eisenerzeugung im Ural steht der Brennstoffmangel hindernd entgegen; hat doch Professor Thime berechnet, daß für eine jährliche Roheisenerzeugung von 10 000 t 40 000 ha Wald kaum genügen dürften. Ferner ist ein ebenso großes Hinderniß die Unterbrechung der Absatzwege durch den langen russischen Winter. Die Nothwendigkeit, den Eisgang der Kama abzuwarten, um die Erzeugung von acht Monaten nach Nischni-Nowgorod zu schaffen, läßt sich mit den Anforderungen, welche die Industrie

heute stellt, nicht in Einklang bringen. Die polnischen Hüttenwerke geben den nur durch die Grenze getrennt liegenden schlesischen nichts nach; sie sind benachtheiligt durch das niedrige Ausbringen ihrer Erze und den Umstand, daß sie im äußersten Winkel des Landes liegen. Die Anlage der Eisenwerke jenseit der preussischen Grenze ist zumeist durch schlesische Hüttengesellschaften infolge der eigenthümlichen Zollverhältnisse Rufslands geschehen; es ist bekannt, daß diesem Vorgehen seitens der russischen Regierung stetig sich mehrende Hindernisse in den Weg gelegt worden sind. Die Entdeckung und Ausbeutung der reichen Eisenerzlager von Krivoï-Rog in Südrufsland hat in Verbindung mit der Kohle des Donetzbeckens neuerdings eine mächtige südrussische Eisenindustrie geschaffen, welche die alteingesessene bald zu überflügeln scheint. Mit fremdem, größtentheils belgischem und französischem Kapital sind in den letzten 6 Jahren von der Stadt Jouzoro auf 500 km Entfernung bis nach Krivoï-Rog zahlreiche große Hochofen- bzw. Stahlwerke, welche mit den neuesten Einrichtungen versehen sind, entstanden. Weitere Werke sind dort und am Schwarzen Meere geplant bzw. im Bau begriffen.

h) Schweden.

Steinkohlen wurden in Südschweden (Schonen) im Jahr 1898 236 227 t, 1899 239 344 t gefördert. Hinsichtlich der Eisenerze kann man Schweden ohne Uebertreibung das gesegnetste Land der Erde nennen. Die Gesamtförderung betrug im Jahre 1898 2302516 t, 1899 2434606 t. Die eisenreichsten Regierungsbezirke sind: Kopparberg mit 771140 und Norbotten mit Gellivara und Kirunavara mit 957300 t Förderung im Jahre 1899. Die Ausfuhr betrug 1899 rund 1½ Millionen Tonnen. Oberschlesien und die benachbarten österreichischen Hütten sowie Rheinland-Westfalen sind starke Abnehmer der Grängesberg- und Gellivara-Erze.

An der Gesamterzeugung von 531 766 t Roheisen im Jahr 1898 sind hauptsächlich beteiligt: Orebo mit 25,77 %, Kopparberg mit 26,67 % und Gefleborg mit 13,50 %. 1899 wurden 497727 t Roheisen erblasen.

Das schwedische Schweißseisen ist berühmt wegen seiner vortrefflichen Eigenschaften, es wird zum allergrößten Theil in Lancashireerden mit Holzkohlen gefrischt. Die Schweißseisenerzeugung betrug im Jahre 1899 195331 t, die Flußeisenerzeugung

aus Convertern 91898 t, aus Martinöfen 179357 t, wozu noch 1225 t Tiegelstahl kommen.

Schwedens Ein- und Aufuhr stellte sich in den beiden letzten Jahren wie folgt:

	Einfuhr		Ausfuhr	
	1899 t	1898 t	1899 t	1898 t
Eisenerz	—	—	1 627 908	1 439 872
Roh- und Ballasteisen	52 895	54 376	93 775	91 744
Gufswaaren	—	—	10 484	9 017
Rohschienen und Blöcke	—	—	20 677	18 254
Stabeisen	3 563	2 884	167 684	160 863
Eisenbahnschienen	82 994	53 597	—	—
Walzdraht	—	—	5 564	4 758
Bleche	—	—	2 921	3 023
Gezogener Draht	—	—	1 179	750
Nägel	—	—	2 556	2 641
	hl	hl		
Steinkohle	40 300 000	31 554 000		

Die Industriestaaten Europas blicken sehnsüchtig nach Schweden und hoffen von dort dauernde Deckung ihres Bedarfes an fremden Eisensteinen. Gegenwärtig bereits bilden die Gruben von Grängesberg (Prov. Kopparberg) und diejenigen von Gellivara eine wichtige Erzbezugsquelle für Deutschland, welches von dorthier seine phosphorhaltigen Erze bezieht. Schwedens Eisenerzausfuhr nach Großbritannien ist vorläufig noch verhältnißmäßig gering. Es werden gegenwärtig Vorarbeiten gemacht, um die Eisenbahnlinie, welche zunächst schon die nördlichen Erzvorkommen mit Luleå am bottnischen Meerbusen verbindet, auch nach dem Hafen von Ofoten auszubauen und dergestalt einen Erzverschiffungshafen zu erlangen, welcher Sommer und Winter offen ist.

i) Spanien.

Im Jahre 1899 wurden an Steinkohlen und Lignit insgesamt 2 742 389 t gefördert, an Kohle und Koks wurden eingeführt 1 875 216 t, ausgeführt 8084 t, sodafs sich der Gesamt-Kohlenverbrauch auf 4 609 521 t stellte.

Etwa 60 % der Steinkohलगewinnung entfallen auf die Provinz Asturien (Oviedo) an der nördlichen Küste. Die Kohlenförderung Spaniens hat in den letzten 4 Jahren um über eine Million Tonnen zuge-

nommen; die Herstellung von Koks ist gleichfalls im Zunehmen begriffen, sie betrug in der Provinz Vizcaya im Jahre 1898 115 270 t, 1899 151 087 t. Die drei großen Bilbaer Hüttenwerke stellen den größeren Theil ihres Bedarfs an Koks selbst dar unter gleichmäßiger Verwendung einheimischer und ausländischer Kohle. Spanien ist überreich an Kupfer-, Blei-, Eisen- und anderen Erzen. Eisensteine wurden im Jahre 1899 gewonnen: 9 234 302 t gegen 7 197 047 t im Jahre 1898, davon allein 6 146 542 t in der Provinz Vizcaya und 1 285 440 t in Santander. Spanien selbst verhüttete von dieser Förderung nur 621 165 t d. i. 6,7 %, während der Rest zur Ausfuhr gelangte. Die Eisenerz-Ausfuhr betrug im Jahre 1898: 6 558 062 t, 1899: 8 613 137 t. Von der letztjährigen Ausfuhr entfielen auf Großbritannien 6 224 229 t, auf Deutschland 1 544 444 t d. i. 72,3 bzw. 17,9 %, während nach Frankreich 5,1 %, nach Belgien 3 % und nach den Vereinigten Staaten 1,5 % verschifft wurden.

Die bedeutendste Gewinnung und Ausfuhr findet in den baskischen Provinzen im Thale des Nervion bei der Hafenstadt Bilbao am Meerbusen von Viscaya, unweit der französischen Grenze, statt. Die Beschaffenheit der Eisensteine von Bilbao hat sich seit einigen Jahren verschlechtert. Die vorzügliche Gattung Campanil mit verbürgtem Eisengehalt von 54 bis 55 % und 4 bis 5 % Kalk ist kaum mehr erhältlich. Man ist daher dazu übergegangen, den noch in großen Mengen vorhandenen Spath-eisenstein zu rösten; der Eisengehalt der gerösteten Spathe beträgt durchschnittlich 58 bis 60 %.

Seit einigen Jahren kommen auch ziemlich viel südspanische Erze in den Handel, die rund 50 % Eisen und 4 % Mangan enthalten. Der Haupt-Ausfuhrhafen für spanische Eisenerze ist Bilbao, im Jahre 1899 wurden 5 441 732 t Eisenerz von dort verschifft. Für die Brauneisenerze ist auch der etwa 80 km von Bilbao gelegene Hafen von Santander von Wichtigkeit geworden. In Spanisch-Galicien kommen in der Nähe der Küste große Mengen phosphorhaltiger Eisenerze vor, deren Verwerthung für deutsche Hütten von besonderer Wichtigkeit zu werden verspricht. Die Erze von Malaga sind noch nicht genügend bekannt, jedoch scheint der Umstand, daß dort ein Hochofenwerk im Bau begriffen ist, darauf hinzudeuten, daß die dortigen Lagerstätten nicht unwichtig sind.

Für das Jahr 1899 wird als Gesammtzeugung angegeben für Roheisen 295 840 t, darunter etwa 19 000 t Holzkohlenroheisen,

für Bessemerstahlblöcke 68 300 t, für Martinstahlblöcke 54 654 t, für Fertigerzeugnisse aller Art 173 566 t. Die Roheisenausfuhr betrug im Jahre 1899: 40 919 t oder 5186 t weniger als im Vorjahre.

k) Italien.

Die Hauptproductionszahlen für 1898 sind:

	Tonnen	Werth in Lire
Mineralkohlen	341 327	2 429 825
Eisenerz	190 110	2 746 239
Manganerz	3 002	93 535
Manganhaltige Eisenerze	11 150	133 800
Roheisen in Masseln	12 387	1 299 485
Roheisen II. Schmelzung	12 675	1 934 599
Schweißseisen	167 499	40 865 825
Stahl	87 467	27 085 481
Weißblech	7 200	3 300 000

Von der Erzförderung entfällt der Löwenantheil mit 183 652 t auf die Insel Elba. Die Eisenerzgruben von Elba werden schon seit mehr als 4000 Jahren abgebaut. Es wird behauptet, daß die Waffen, welche bei der Belagerung von Troja gebraucht wurden, aus Elba-Erzen hergestellt waren. Um die Erze für das Land zu erhalten, wurde die zu Anfang des 19. Jahrhunderts auf 400 000 t veranschlagte Förderung eingeschränkt, so daß die Maximaljahresförderung von 1885 ab auf 180 000 t festgesetzt wurde.

Auf Elba ist neuerdings nach deutschen Plänen eine Hochofenanlage im Bau begriffen, desgleichen soll die französische Firma Schneider in Creusot an der der Insel Elba gegenüberliegenden Küste die Errichtung von Koksöfen planen.

Im Jahre 1897 wurden 207 619 t Elbaerze ausgeführt, die ihren Weg zumeist nach England und Frankreich nahmen.

	Eingeführt wurden in Italien u. a.:	
	Tonnen 1897	Tonnen 1898
Packeteisen	130 938	138 425
Roheisen	156 019	169 059
Schweißsluppen und Stahlblöcke	12 718	10 110
Walzeisen und Draht	32 076	32 472
Bleche	18 396	12 864
Eisenbahnschienen	11 289	14 561
Steinkohlen und Koks	4 259 643	?

1) Uebrige Länder.

Algier. Die Magnet-, Roth- und Spatheisensteinlager in Algier sind namentlich von Wichtigkeit für England; ihre Verschiffung erfolgt über die Häfen von Benisaf und Bona. Das Mocta-Erz hat 58 bis 61 % Eisen, im Tafna-Erz werden 55 % gewährleistet; neuere vielversprechende Eisenerzgruben liegen in Rar-el-Maden.

Griechenland. In Griechenland werden auf den Cycladen und an der Küste Roth-, Spath- und Magneteisenstein gewonnen, der größte Theil davon wird nach England verschifft.

Indien. Indien ist reich an Eisenerzen; die wichtigsten Lagerstätten liegen im Bezirk von Salem, die dortigen Eisenerze enthalten 60 % Eisen. Die heimische Eisenindustrie, welche sich auf die Anwendung primitiver Mittel beschränkt, geht infolge Einfuhr europäischen Eisens zurück und mangels Transportmittel sind die indischen Eisenerze bisher für die europäischen Hochöfen noch nicht in Frage gekommen.

China. In China ist die Eisenindustrie bereits mehr als 1000 Jahre alt, Eisenerze kommen häufig und reichlich vor, auch sind in dem deutschen Interessengebiet nach den Mittheilungen des Baron von Richthofen gute Lagerstätten sowohl von Eisenerz als auch von Steinkohle vorhanden. Das einzige moderne Eisenwerk in Hanyank ist durch die Mandarinenwirthschaft nicht zur Blüthe gelangt, obwohl alle Vorbedingungen dazu vorhanden waren.

Japan. Japan besitzt zwar gute Kohlenschätze, ist aber arm an Eisenerzen. So ist auch das neue Hochofen- und Stahlwerk in Yawatamura, für welches die Einrichtungen zum größten Theil aus Deutschland stammen, hauptsächlich auf chinesische Erze angewiesen. Erzeugt bezw. gefördert wurden in Japan im Jahre 1898

Manganerz	11 497 t
Braunkohle	6 598 033 „
Anthracit	53 175 „
natürlicher Koks	44 825 „
Roheisen	20 588 „
Schmiedeeisen und Stahl	1 101 „
Rohstahl	1 921 „

Australien. In Australien kommen bedeutende Eisenerz-lagerstätten in Neusüdwalles in unmittelbarer Nähe von Kohle und Kalkstein vor, ebenso auch in Victoria, wo Hämatit und Braun-

eisenerze vorkommen, und in Mittagong, wo Magneteisenstein mit Mangan-, Nickel- und Rhodiumgehalt in mächtigen Flötzen vorkommt. Grofse Lager von Eisensand, der zumeist titanhaltig ist, kommen auf den neuseeländischen Inseln vor.

Südamerika. Chile ist reich an Eisen- und Manganerzen, ohne dafs es bisher indessen zu gröfserer Ausbeute gekommen wäre. Aehnliches läfst sich von Brasilien sagen, doch scheint dort die Manganerzgewinnung neuerdings in Schwung zu kommen; auch in Columbien hat man mit dem Abbau von Manganerzen begonnen.

Canada. In Canada wurden im Jahre 1899 4 142 242 t Kohle gefördert gegen 3 785 408 t im Vorjahre und 69 997 bezw. 52 763 t Eisenerz. Die Roheisenerzeugung betrug:

1896 . . .	25 675 t
1897 . . .	21 783 „
1898 . . .	43 775 „
1899 . . .	58 740 „

Neue grofse Eisenwerke sind zur Zeit in Canada im Entstehen begriffen.

Cuba und Portorico. Die ausgedehnten Eisenerzvorkommen sind lange bekannt, ohne dafs ihnen bisher die nöthige Beachtung geschenkt worden ist. Die Eisenerzförderung betrug von 1884 bis 1897 zusammen rund $3\frac{1}{2}$ Millionen Tonnen. Die cubanischen Erze haben ein lebhaftes Interesse für die Eisenwerke im Osten der Vereinigten Staaten. Auch Portorico besitzt Eisenerzvorkommen, deren Verwerthung neuerdings in Betracht gezogen wird.

Südafrika. In Südafrika endlich ist an mehreren Stellen Eisenerz gefunden worden, doch ist man deren Gewinnung bisher noch nirgendwo näher getreten; es gilt dies insbesondere auch von Transvaal und Natal, obwohl man dort mit der Gewinnung der in nicht unerheblichen Flötzen vorkommenden Kohle schon erhebliche Fortschritte gemacht hat.

Statistische Zusammenstellungen über Blei, Kupfer, Zink, Zinn, Nickel, Aluminium und Quecksilber.

Für obige Metalle giebt nachstehende Tabelle Aufschluß über den ungefähren Werth der Erzeugung in Millionen Mark.

	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899
Kupfer . . .	300	293	276	262	261	296	361	403	434	693
Blei	142	146	133	122	116	134	150	172	206	230
Zink	159	165	152	129	116	120	139	153	189	240
Zinn	105	108	121	116	101	95	87	86	99	174
Quecksilber	20,1	16	13,5	13,1	11,6	14,2	14,2	15,5	15,3	15,3
Nickel . . .	11,2	21,5	16,8	16,7	17,1	11,4	11,1	11,9	17,2	18,4
Aluminium .	—	—	2,5	3,6	5	4,3	4,3	8,5	8,9	12,6

Der Menge nach stellten sich in den letzten Jahren die Erzeugung und der Verbrauch wie folgt:

	Erzeugung				Verbrauch			
	1896	1897	1898	1899	1896	1897	1898	1899
	metrische Tonnen				metrische Tonnen			
Rohkupfer .	391 677	416 482	424 974	477 968	386 747	421 211	433 521	477 271
Rohblei . .	679 100	701 000	796 400	774 700	677 622	712 286	775 841	762 353
Rohzink . .	424 141	443 302	469 031	490 205	424 326	442 082	475 982	496 065
Rohzinn . .	74 200	71 000	70 400	72 200	73 088	76 374	85 246	78 327
Nickel . . .	4 427	4 758	6 898	7 350	—	—	—	—
Aluminium .	1 660	3 394	4 034	5 748	—	—	—	—
Quecksilber	3 802	4 034	3 775	3 416	—	—	—	—

Auf Deutschland entfallen von diesen Erzeugungsmengen

	1896	%	1897	%	1898	%	1899	%
Rohkupfer .	29 319 t	7,5	29 408 t	7,1	30 695 t	7,2	34 626 t	7,2
Rohblei . .	113 800 t	16,8	118 900 t	16,9	132 700 t	16,6	129 200 t	16,7
Rohzink . .	153 100 t	36,1	150 739 t	34	154 867 t	33	153 155 t	31,2
Rohzinn . .	827 t	1,1	929 t	1,3	1 003 t	1,4	1 481 t	2
Nickel . . .	822 t	18,5	898 t	18,8	1 108 t	16	1 200 t	16,3

Diese Zahlen, die wir der Metallurgischen Gesellschaft zu Frankfurt a. M. verdanken, zeigen, daß im letzten Jahrzehnt nicht nur die Eisendarstellung, sondern auch die Erzeugung der übrigen unedlen Metalle einen mächtigen Aufschwung genommen hat, so hat sich seit jener Zeit die Erzeugung von Kupfer mehr als verdoppelt, diejenige von Blei, Zink, Zinn und Nickel hat je um mehr als die Hälfte zugenommen und auch das Aluminium, dessen fabricationsmäßige Herstellung erst im letzten Jahrzehnt begann, hat es zu einer ansehnlichen Productionshöhe gebracht.

(Unsere Zahlen und sonstigen Angaben sind theils der Zeitschrift »Stahl und Eisen«, im besonderen aber auch den officiellen Statistiken der einzelnen Länder entnommen.)

3. Eisenbahnen und Wasserstraßen.

Die Verkehrsmittel spielen im Eisengewerbe eine sehr bedeutende Rolle. Die zu bewältigenden Stoffmengen sind so groß, daß endgültig das ganze Geheimniß des Gedeihens in Transportfragen beruht. Die technischen Fortschritte werden zumeist sofort Allgemeingut der ganzen Welt, und hängt es meist nur vom Geldbeutel ab, wer das Neueste und Beste in seinem Betrieb ausnützt. Länder, wo die Fundorte der Hauptmaterialien nahe, oder welche für deren Bezug bequem und außerdem für den Absatz gut liegen, werden stets an der Spitze stehen. England mit seiner Insellage, seinen geringen Entfernungen zwischen den Küsten, seinen vortrefflichen Häfen genießt einen natürlichen Vorsprung vor allen anderen Ländern. Für deutsche, d. h. rheinisch-westfälische Verhältnisse rechnet man, daß 28 bis 30 % der Gesteungskosten des Roheisens in Frachten bestehen, für englische, d. h. für Cleveland dagegen nur 8 bis 10 %. Einzelne Hochofenwerke am Niederrhein und in Westfalen zahlen alljährlich 3 bis 4 Millionen Mark und mehr an Eisenbahnfrachten. Man mag daraus entnehmen, um welche Summen es sich im Ganzen handelt.

Sehr lehrreich ist ein Vergleich der vier Hauptbezirke, welche an der Spitze des Eisengewerbes stehen. Es sind dies: Cleveland in England, Pennsylvanien in Nordamerika und in Deutschland Niederrhein-Westfalen und Saar-Lothringen-Luxemburg.

Im Clevelandbezirk durchlaufen Kohlen und Koks eine Entfernung von 25 bis 40 engl. Meilen (40 bis 65 km); einheimische Erze höchstens 25 Meilen (40 km); Kalksteine wie Erze; ausländische, z. B. spanische, Eisensteine aber kaum nennenswerthe Entfernungen vom Hafen bis zu den Hütten.

Sind die Verhältnisse für Niederrhein-Westfalen bezüglich der Frachtenlage für Kohlen und Koks ziemlich günstig, so gestalten sie sich dagegen hinsichtlich der Erze, des Hauptrohstoffes der Hochöfen, recht ungünstig. Bei Bezug von Nassauer Erzen kann man 250 km, bei Siegerner Erzen 130 km, bei Minette aus Luxemburg-Lothringen 325 bis 350 km, bei spanischen und

schwedischen Eisensteinen von Rotterdam bis Hütte 190 bis 225 km rechnen. Die durchschnittliche Entfernung der Kalksteinbrüche dürfte 50 bis 60 km sein.

Für Lothringen-Luxemburg liegen die Verkehrsverhältnisse umgekehrt; die Erze können vielfach aus den Gruben direct auf die Gichten der Hochöfen gefördert werden, während der Koks, der zumeist aus Westfalen kommt, die Entfernung von 325 bis 350 km durchlaufen muß, wobei diesem Revier der Umstand zu statten kommt, daß zu einer Tonne Roheisen rund 3 Tonnen Erz, dagegen nur rund 1 Tonne Koks nöthig sind. Der Saarbezirk nimmt eine Stellung zwischen diesen beiden Revieren ein, neigt indessen mehr nach Lothringen zu.

Für Pennsylvanien gelten folgende Entfernungen: Kohlen und Koks, Connelsville - Pittsburg 90 km; Lake Superiorerze, aufser einem Wasserweg auf den binnenländischen Seen von über 1000 km, Eisenbahntfernung von Ashtabula am Eriesee bis Pittsburg 205 km, von Pittsburg bis New York 690, bis Baltimore 520, von Chicago bis New York 1540 km.

Die englischen Bahnverwaltungen können höhere Frachteinheitsätze erheben, weil die vom Eisenbahnzug zurückgelegten Strecken gering sind; die Amerikaner würden bei solchem Verfahren ihre Großindustrie gefährden, sie haben, wie oben bereits festgestellt, die niedrigsten Gütertarife, die Bruchtheile derjenigen der preussischen Staatsbahnen sind.

Wenngleich die Vorzüge, welche mit der Verstaatlichung einerseits verbunden gewesen sind, vom Großgewerbe durchaus nicht verkannt werden, so machen sich doch andererseits auch schwere Nachteile bemerkbar. In die vielverschlungene Kette der wirtschaftlichen Verhältnisse, von denen das Gedeihen der Werke abhängt, schob sich ein starres, unbewegliches Glied, das, unbeeinflusst von örtlichen und zeitlichen Umständen, nur hohe Erträgnisse beabsichtigt und diese, im Widerspruch zu den gegebenen Versprechungen, etwa nicht zum Wohl der Eisenbahnen selbst, zu Tilgungen und Abschreibungen, zu Ergänzungen und Neubeschaffungen verwendet, sondern die Ueberschüsse an den Staat abführt, der sie zu anderen Zwecken verbraucht. Sogar die nothwendige Vermehrung der Locomotiven und Wagen fand zeitweise nicht in genügendem Mafse statt, vielmehr mußten dafür viel zu spät besondere Anleihen verlangt werden. Die altbewährten Grund-

sätze des übrigen Handels und Wandels gelten eben für unsere Staatsbahnen nicht. Dazu tritt die unvermeidliche Steifheit und Schwerfälligkeit einer rein bürokratischen Verwaltung.

Dafs der Personenverkehr nicht ergiebig, vielmehr dessen Ausfälle durch den Gütertransport gedeckt werden müssen, wird seit Jahren behauptet. Durch Landtagsabgeordneten Dr. Beumer ist berechnet, dafs das Verhältnifs der Ausgaben zu den Einnahmen im Personenverkehr zum Güterverkehr wie 92 % zu 51 % und die Einnahme f. d. Personen- 3,20 fl bzw. f. d. Gütertonnenkilometer 4 fl beträgt, welcher eine Ausgabe von rund 3 bzw. 2 fl gegenübersteht. Die Staatsbahnen fanden sich zu einer Klarstellung dieses sehr wichtigen Verhältnisses nicht bewogen.

Weit mehr als die Hälfte der auf den preussischen Bahnen beförderten Güter sind Kohlen, Koks und sonstige Brennstoffe, Erze und Eisen. Aus den Ueberschüssen ihres Transports werden die Einbußen des Personenverkehrs und der gewinnlosen Strecken, sowie Neu- und Umbau gedeckt.

Unseres Erachtens hat der Staat kein Recht, von den Massengütern höhere Frachten zu erheben, als den wirklichen Transportkosten, zuzüglich eines richtigen Aufschlages für Generalunkosten, Tilgung, Verzinsung u. s. w., entspricht. Andernfalls erhebt er eine versteckte Sondersteuer, eine sog. Verkehrssteuer, beutet das Eisenbahnmonopol im fiscalischen Interesse so aus, wie einige Staaten das Tabak- und Branntweinmonopol. Das widerspricht aber schnurstracks dem preussischen Wahlspruch: *Suum cuique*. Was bisher an Verbilligung des Rohstofftarifs geschehen ist, ist bitter wenig.

Den Klagen der Gruben- und Hüttenbesitzer an Sieg, Dill und Lahn nachgebend, gewährte der Staat seit dem 1. August 1886 diesen Gegenden für Eisensteinabfuhr und Kokszufuhr einen sogenannten »Nothstandstarif«. Am 1. Mai 1893 wurde ferner eine Ermäßigung für die Minettetransporte nach den Hochofenstationen des niederrheinisch-westfälischen Bezirks gegeben, die jedoch, als unzureichend, von keiner Wirkung war. Seither ist, wenn von geringfügigen Erleichterungen für Kohlentransporte abgesehen wird, keinerlei Verbilligung der Rohstofftarife eingetreten. Wie vom Geh. Finanzrath Jencke in überzeugender Weise dargethan wurde, hat der Eisenbahnminister oder, noch richtiger gesagt, der Finanzminister sich in einem *circulus vitiosus* bewegt, indem er die Eisenindustrie bei guter Geschäftslage, als auch die

Eisenbahnen hohe Einnahmen hatten, dahin beschied, die wirthschaftliche Bewegung müsse wieder in ruhigere Bahnen lenken, während in schlechten Zeiten die Einführung niedrigerer Tarife mit dem Hinweis darauf abschlägig beschieden wurde, daß die Staatsfinanzen keine Einbuße erleiden könnten. Dieser Zustand, welcher der Industrie eine, namentlich im Wettbewerb mit dem Ausland sehr empfindliche und ungerechte Steuer auferlegt, ist eine böse Erbschaft des ersten preussischen Eisenbahnministers, der sein Verdienst in der Erzielung und Abführung hoher Ueberschüsse suchte.

Schon oben ist die Nothwendigkeit eines billigen Bezuges der Minetteerze aus Luxemburg-Lothringen nach Niederrhein-Westfalen begründet, da hiervon die Zukunft des Hauptbezirks der deutschen Hochofenindustrie abhängig ist. Sie ist anerkannt worden vom Eisenbahnminister selbst und von den Mehrheiten der Landes- und Bezirkseisenbahnräthe und Ausschüsse. Neben der Herabsetzung der Minette-Frachten, durch welche übrigens die Eisenbahn-Verwaltung keine Einbuße, sondern erhebliche Mehreinnahmen zu erwarten hat, würde in Verbindung mit dem Dortmund-Rhein-Kanal die seit 1884 lebhaft angestrebte Kanalisierung der Mosel die Möglichkeit gewähren, die lothringisch-luxemburgischen Erze billig nach dem Ruhrgebiet zu schaffen. Durch ihre Ausführung entstände dann eine vortreffliche Wasserstraße von Lothringen bezw. Saarbrücken bis ins Meer, welche einerseits die bedeutendsten Vorkommen von Kohlen und Eisenerzen in Mitteleuropa untereinander, andererseits die Saar- und Moselgegend mit den Nordseehäfen verbindet. Die mit den heutigen Mitteln abbaubare Kohlenmenge des Ruhrbeckens wird bis zu einer Teufe von 1000 m auf 30 Milliarden Tonnen, das Minettevorkommen auf über 3000 Millionen Tonnen geschätzt. Bei 33 1/2 % Eisengehalt können daraus 1000 Millionen Tonnen Roheisen, also mehr als das 200fache der gegenwärtigen Jahreserzeugung von Deutschland, erblasen werden.

Die gegenseitige Anziehungskraft von Eisen und Kohle, den Hauptgrundlagen menschlicher Gewerbethätigkeit, ist eine so mächtige, daß Niemand dauernd die Herstellung der billigsten und bequemsten Verbindung zwischen zwei nach heutigen Begriffen nahen Fundorten der unentbehrlichsten Rohstoffe hindern kann. Die einzige nächstliegende Hülfe ist Herabsetzung der Eisenbahnfrachten, auf die Dauer würde für die Massentransporte der beste

Weg zweifellos eine aus Rhein und kanalisirter Mosel leicht herstellbare gute Wasserstraße sein. Die Kanalisierung der Mosel ist als wirthschaftliche Nothwendigkeit nur eine Frage der Zeit, deren Ausführung ebenso sicher wie der Durchstich der Landenge von Suez, wie die Kanalverbindung zwischen Nord- und Ostsee, vorläufig aber noch aufs Ungewisse hinausgeschoben erscheint.

4. Arbeiterverhältnisse.

Jedes Geschöpf kämpft ums Dasein, das heißt: es arbeitet. Vögel, Fische und andere Thiere unternehmen weite Reisen ihrer Nahrung oder Fortpflanzung wegen; die Schwalbe durchkreist unermüdlich von Sonnenauf- bis Sonnenniedergang die Lüfte, nach Kerfen jagend, um ihre gefrässige Brut zu sättigen; das Raubthier arbeitet oft hart zur Erbeutung der nöthigen Nahrung für sich und seine Jungen. Biene und Ameise sind sogar Sinnbilder des Fleißes geworden.

Auch der Mensch unterliegt diesem Naturgesetz. Auf niederer Stufe stehend, sorgt er eigenhändig für Alles, dessen er bedarf, baut seine Hütte, fertigt seine Kleidung, Geräte und Waffen selbst an. Theilung der Arbeit ist der Anfang des Gewerbefleißes, die Geschichte der Arbeit wird zur Culturgeschichte. Man spricht von einer Stein-, Bronze- und Eisenzeit zur Bezeichnung der großen Abschnitte in der Entwicklung des Menschen, die Grundstoffe seiner Werkzeuge als Maßstab der Cultur annehmend. Aber welch ein Unterschied zwischen dem Neger, der noch heute unmittelbar aus dem Eisenerz sich eine Lanzenspitze fertigt, und dem ausgebildeten Verfahren unserer neuen Eisenwerke; dort ein Holzkohlenfeuer, ein roher Blasebalg, Steine als Hammer und Amboss, hier alles Künste der Metallurgie, zahllose regsame Hände, riesige Naturkräfte zur Darstellung und Verarbeitung des Eisens. Kein Stoff unterliegt einer manigfaltigeren Umwandlung als das Eisen. Professor Fr. Mohr hat in Westermanns Monatsheften (1868) die Werthsteigerung des Eisens infolge der weiteren Verarbeitung an einem hübschen Beispiel nachgewiesen. Bei Annahme eines Grundpreises von $6\frac{2}{3}$ fl für das Kilo Roheisen, schließt die lange Reihe der immer kostspieligeren Gestaltung mit den in werthvolle Taschenuhren eingesetzten Stahlcylinderchen der »Echappements«, deren Preis auf obige Gewichtseinheit berechnet, den des Roheisens um das 45-Millionenfache übersteigt. Diese Wunder sind das Ergebnis menschlicher Arbeit, auf ihr beruhen alle gewerb-

lichen Erzeugnisse, selbst unsere sogenannten Rohstoffe nicht ausgenommen, denn sie müssen gewonnen und zur Werkstelle geschafft werden. Es ziemt sich deshalb wohl, auch in diesem Buche einige Worte unsern Arbeitern zu widmen.

In Deutschland besitzen wir eine vollständige Statistik der Arbeiterverhältnisse infolge des Unfallversicherungsgesetzes, welches die gleichartigen Betriebe in Berufsgenossenschaften vereinigt und jeden Unternehmer zu genauen Angaben über Zahl und Löhne seiner Arbeiter verpflichtet. Die anrechnungsfähigen Jahreslöhne betragen 1898 auf den Kopf:

1. Knappschafts-Berufsgenossenschaft.

Durchschnitt	1003,90	<i>M</i>
Section Bochum (Ruhrgebiet)	1143,16	„
„ Tarnowitz (Oberschlesien)	828,36	„

2. Acht Eisen- und Stahl-Berufsgenossenschaften.

Südwestdeutsche Eisen-Berufsgenossensch.,	Saarbrücken	944	<i>M</i>
Schlesische Eisen- und Stahl- „	Breslau . .	753	„
Nordöstliche „ „ „ „	Berlin . .	948	„
Nordwestliche Eisen- und Stahl- „	Hannover .	933	„
Sächsisch-Thüringische Eisen- u. Stahl-B.-G.	Leipzig . .	1000	„
Rheinisch-Westfälische Hütten- und Walz-			
werks-Berufsgenossenschaft	Essen . .	1158	„
Süddeutsche Eisen-u. Stahl-Berufsgenossensch.	Mainz . .	909	„
Rheinisch-Westfälische Maschinenbau- und			
Kleineisenindustrie Berufsgenossenschaft	Düsseldorf .	1000	„

Der durchschnittliche Jahreslohn der Eisenarbeiter im nieder-rheinisch-westfälischen Bezirk ist der höchste unter allen Berufsgenossenschaften, der Tagelohn im Osten nicht nur weit niedriger, sondern es werden auch dort Frauen und Kinder beschäftigt, was ebenfalls für Belgien zutrifft. In den letzten Jahren hat eine beträchtliche Steigerung der Löhne, sowohl im Bergbau wie in der Eisenindustrie, stattgefunden; selbst bei niedergehender Conjunctur und in solchen Zeiten, in denen die Verkaufspreise den Selbstkosten sehr nahe gerückt waren, sind Lohnherabsetzungen kaum eingetreten.

Ein unmittelbarer Vergleich zwischen dem deutschen und fremden Eisenarbeiter ist aus mannigfachen Ursachen schwierig; es liegen zwar zahlreiche Angaben über Höhe der Schichtlöhne

im Ausland vor, aber wenige über den mehr oder minder maßgebenden Jahreslohn; auch müssen die gesetzlichen Lasten hier und dort berücksichtigt werden. In Rußland rechnet man nur 240 Arbeitstage, dagegen ist in protestantischen Staaten, auch in Frankreich und Belgien, die Zahl der Feiertage geringer. Die Löhne der belgischen Eisenarbeiter sind niedriger als diejenigen in Westdeutschland.

Könnte in der II. Auflage dieses Büchleins vom englischen Arbeiter noch mit Recht gesagt werden, daß derselbe in Europa am besten bezahlt und ernährt sei, daher andererseits auch das Meiste leiste, so trifft dies heute nur noch für bestimmte Kategorien der »gelernten« Arbeiter (skilled labourers) zu. Aus den für das englische Parlament bestimmten Berichten über die Löhne geht auf das unzweifelhafteste hervor, daß dieselben vielerorts nicht unerheblich niedriger sind als diejenigen der entsprechenden deutschen Arbeiterklassen.

Die Löhne in den Vereinigten Staaten von Nordamerika sind bekanntlich allgemein höher, zum Theil viel höher als die unsrigen, die der pennsylvanischen Eisenwerke beispielsweise etwa doppelt so hoch wie in Rheinland-Westfalen. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß, abgesehen von den Hauptnahrungsmitteln, alle Lebensbedürfnisse sehr theuer sind, der Werth des Geldes thatsächlich ein geringerer ist als bei uns, und der amerikanische Arbeiter dadurch die vermeintlichen Vortheile seines großen Verdienstes wieder theilweise einbüßt; es darf auch ferner nicht außer acht gelassen werden, daß die Beschäftigung der amerikanischen Arbeiter eine sehr unregelmäßige ist, daß es häufig vorkommt, daß die Belegschaften Feierschichten einschieben oder die Arbeit für lange Perioden des Darniederliegens gänzlich niederlegen müssen.

Der demokratische Zug, der unverkennbar die Gegenwart durchdringt, mußte nothwendigerweise die unteren Schichten des Volkes in den geistigen und materiellen Wirbel unseres Zeitalters hineinziehen. Fast alle Gesetzgebungen beschäftigen sich heute mit den sogenannten Arbeiterfragen. Man kann dabei zwei Richtungen unterscheiden, die eine will den Arbeiter nur gegen mißbräuchliche Ausbeutung schützen, verbietet die Auszahlung des Lohnes in Waaren anstatt in Geld, beschränkt die Arbeitszeit, die Frauen- und Kinderarbeit, macht den Unternehmer für

gewisse Unglücksfälle verantwortlich u. s. w., läßt aber sonst den Dingen ihren Lauf und den Arbeiter für sich selbst sorgen, während die andere unmittelbar eingreift und durch bestimmte, gesetzlich vorgeschriebene Versicherungsanstalten den Arbeiter in Nothfällen des Lebens unterstützen will. Derartige Einrichtungen und Verbände sind in Deutschland alt. Wo Bergbau betrieben wurde, bestanden auch Knappschaftsvereine.

Im Jahre 1898 zählte man in Preußen 73 Knappschaftskassen mit 294266 ständigen und 205702 unständigen Mitgliedern. Unterstützt wurden Ende 1898: 50307 Invaliden; Schulgeld wurde gezahlt im selben Jahre für 13761 Kinder, nachdem in den Volksschulen die Erhebung fast ganz in Wegfall gekommen war. Krankengeld erhielten 1898: 264670 Mitglieder auf 3674824 Tage. Das schuldenfreie Vermögen belief sich Ende 1898 auf über 75 Millionen Mark. Es muß hervorgehoben werden, daß Alles, was bis jetzt die in Deutschland neuerdings eingeführten Versicherungsanstalten den Arbeitern gewähren sollen, mehr oder minder die früheren Knappschaftskassen für die Bergleute bereits leisteten.

Die neue sociale Gesetzgebung in Deutschland umfaßt:

1. Krankenkassen: Beiträge 3 % der Lohnsumme, $\frac{2}{3}$ vom Arbeiter, $\frac{1}{3}$ vom Unternehmer zu zahlen; gewähren freie ärztliche Behandlung nebst Arznei und die Hälfte des Lohnes während 13 Wochen.

2. Unfallversicherung: Beiträge nach Umlageverfahren von den in Berufsgenossenschaften vereinigten Unternehmern zu leisten. Entschädigungen für alle Unfälle, welche eine längere Arbeitslosigkeit als 13 Wochen veranlassen, bei Erwerbsunfähigkeit 66 % des Lohnes, bei theilweiser einen entsprechenden Bruchtheil, bei Todesfällen höchstens 60 % an die Hinterlassenen.

3. Invaliden- und Altersversorgung: Für Beiträge und Renten sind 4 Lohnklassen gebildet. Beiträge für die 10 ersten Jahre 14, 20, 24 und 30 ö für die Woche, je zur Hälfte vom Arbeiter und Unternehmer. Der Staat leistet zu jeder Rente 50 M Zuschuß. Wartezeit für Invaliden 5 Jahre, für Altersversorgung 30 Jahre. Invalidenrente mindestens in den 4 Lohnklassen 114 bis 141 M , ohne Beschränkung des Höchstbetrages, bei 50 Jahren Beitragszeit von je 47 Wochen 157 bis 415,50 M . Altersrente 106 bis 191 M in den 4 Lohnklassen.

Zur Jahrhundertausstellung in Paris ist eine im amtlichen Auftrag verfasste Zusammenstellung der Arbeiter-Versicherung des Deutschen Reichs erschienen, deren Schlußwort wie folgt lautet:

Die drei Zweige der deutschen Arbeiterversicherung — Kranken-, Unfall-, Invalidenversicherung — bilden in ihrer gegenseitigen Ergänzung ein geschlossenes Ganzes und haben ein neues Arbeiterrecht geschaffen, welches in den unvermeidlichen Nothlagen des modernen Erwerbslebens jeden Hülfbedürftigen mit seiner schützenden Fürsorge umgibt und in der weiteren Entwicklung auf die wirthschaftliche und gesellschaftliche Lage der Arbeiter, ja des gesammten Volkes nicht ohne wohlthätige Rückwirkung bleiben kann. So sind in den Jahren 1885 bis 1897 auf Grund dieser Gesetzgebung (mit Einrechnung der Knappschaftskassen, deren Gesamtleistungen etwa ein Zehntel der Leistungen der übrigen Krankenkassen erreichen) bereits folgende Entschädigungen gewährt worden:

Krankenversicherung (seit 1885)		Unfallversicherung (seit 1885)	
Krankengeld . . .	547 200 450 <i>M</i>	Unfallrenten . . .	257 351 390 <i>M</i>
Arzt	243 353 880 „	Hinterbl. Renten .	70 658 564 „
Heilmittel . . .	199 550 636 „	Heilverfahren . . .	13 508 720 „
Anstaltspflege . .	138 725 421 „	Anstaltspflege . . .	17 296 930 „
Sterbegeld . . .	44 880 959 „	Sterbegeld	3 249 589 „
Wochenbett . . .	16 552 291 „	Wittwen-Abfindung	3 273 603 „
Sonst. Leistungen	18 327 088 „	Ausländer-Abfindung	1 376 715 „
<hr/>		<hr/>	
1885 — 1897 . . .	1 208 590 725 <i>M</i>	1885 — 1897 . . .	366 715 511 <i>M</i>
dazu für 1898 . .	137 414 800 „	dazu für 1898 . . .	71 733 000 „
„ „ 1899	148 000 000 „	„ „ 1899	79 101 000 „
<hr/>		<hr/>	
Summa	1 494 000 000 <i>M</i>	Summa	517 500 000 „

Invalidenversicherung

(seit 1891)

Invalidenrenten	79 816 943 <i>M</i>
Altersrenten	164 828 418 „
Heilverfahren }	4 198 076 „
Anstaltspflege }	
Beitragerstattungen	
a) bei Heirath	4 204 043 „
b) bei Tod	1 381 481 „
<hr/>	
1885 — 1897	254 428 961 <i>M</i>
dazu für 1898	68 940 425 „
„ „ 1899	79 000 000 „
<hr/>	
Summa	402 300 000 <i>M</i>

so daß bis Ende 1899 im ganzen rund 40 Millionen Personen (Erkrankte, Unfallverletzte, Invalide und deren Angehörige) 2½ Milliarden Mark an Entschädigungen erhalten haben; dabei haben die Arbeiter nur die kleinere Hälfte an Beiträgen aufgebracht und bereits $\frac{3}{4}$ Milliarden Mark mehr an Entschädigungen erhalten als an Beiträgen gezahlt. Gegenwärtig werden für diesen Zweig der Arbeiterfürsorge in Deutschland schon täglich rund 1 Million Mark aufgewendet, während die angesammelten Vermögensbestände fast 1 Milliarde erreichen; davon sind nahezu 100 Millionen Mark für den Bau von Arbeiterwohnungen, Kranken- und Genesungshäusern, Volks-Heilstätten und -Bädern und ähnliche Wohlfahrtseinrichtungen verwendet worden. So sind die Ergebnisse des „bifischen Socialreform“.

Ferner giebt dieselbe Schrift folgende Gesamtübersicht über die Arbeiterversicherung des Deutschen Reiches:

Versicherung gegen	Krankheit 1898	Unfall 1898	Invalidität 1898
Versicherte Personen	9 230 000	18 246 000	12 660 000
Entschädigte Personen	3 276 500	582 000	673 500
Einnahmen (Mark)	165 847 500	87 380 500	163 564 000
Darunter } Arbeitgeber	48 611 300	75 072 500	58 976 000
Beiträge der } Arbeitnehmer	109 203 600	—	58 976 000
Ausgaben	145 626 000	83 731 800	76 851 000
Darunter } Entschädigung	137 414 800	71 733 000	68 940 000
Kosten der } Verwaltung	8 211 200	11 998 800	7 911 000
Vermögensbestand	163 929 000	161 499 200	671 912 000
Entschädigung pro Fall	41,9	123	102
Belastung pro Versicherten	17,1	4,5	11,2

Das deutsche Eisengewerbe kann ohne Ruhmredigkeit von sich sagen, daß dasjenige, was heute in gesetzliche Bestimmungen eingekleidet ist, früher vielfach von freiwilliger Menschenliebe geleistet, zum Theil sogar übertroffen wurde. Auch heute bestehen auf vielen Werken noch über die gesetzlichen Verpflichtungen hinaus mannigfache, zum Wohl der Arbeiter und Beamten getroffene Einrichtungen. Die bekannten Einrichtungen eines Fried. Krupp, eines Bochumer Vereins und vieler anderen Werke sind für die Richtigkeit dieser Behauptung ebensoviel glänzende Beweise, welche gleichzeitig bekunden, daß der deutsche Bergbau und Hüttenbetrieb in der Sorge um das Wohl der Arbeiter eine stete

Pflicht sah, und die Behauptung unwissender Leute, es sei in dieser Hinsicht bisher fast nichts geschehen, falsch ist und auf Verleumdung beruht

Die vielfach verbreitete Annahme, daß die übrigen Staaten dem socialpolitischen Vorgehen Deutschlands rasch folgen müßten und würden, bestätigt sich bis jetzt nur in geringem Umfang.

Diejenigen Länder, mit deren Industrien Deutschland in erster Linie zu kämpfen hat, Großbritannien, die Vereinigten Staaten, Frankreich, Belgien, die Schweiz haben es bisher überhaupt nicht zu einer obligatorischen Arbeiterversicherung gebracht. Wohl ist Oesterreich 1887 mit der Unfall-, 1888 mit der Krankenversicherung gefolgt, aber die Invaliditäts- und Altersversicherung fehlt noch heute. In Großbritannien herrschte bis 1897 ein sehr unvollkommenes Haftpflichtgesetz, seither ist wohl eine Besserung eingetreten, aber das neue Gesetz sichert weder Unfallverhütung, gewährt keine Heilkosten und kein kostenfreies Verfahren. Die Krankenversicherung ist freiwillig, und auf diesem Wege und hauptsächlich zu Kosten der Arbeiter ist etwa die Hälfte der letzteren versichert. Invaliditäts- und Altersversicherung fehlen in diesem Lande, das sich vermifst, der Träger der Weltcultur zu sein.

Das republikanische Frankreich hat seit 1899 zwar eine erweiterte Haftpflicht, aber es fehlt noch heute jeder Ansatz für eine Organisation, wie sie Deutschland besitzt. Die Krankenversicherung ist freiwillig, die Invaliditäts- und Altersversicherung erst seit 1894 und nur für Bergarbeiter obligatorisch. Belgien kennt die obligatorische Unfallversicherung nur für Bergarbeiter, die Krankenversicherung ist freiwillig, die Invalidenversicherung fehlt. Italien hat sich erst 1898 der obligatorischen Unfallversicherung zugewendet, verbleibt aber auch jetzt noch bei sehr mäßigen Leistungen. Für Kranke, Invaliden und Greise giebt es auch heute nur freiwillige Einrichtungen. Von Rußland, das industriell doch schon sehr vernehmbar mitspricht, ist nur zu melden, daß ein Haftpflicht- bzw. Unfallversicherungsgesetz in Vorbereitung sich befindet, während alles Uebrige noch nicht geregelt ist. Der politische Gegenfüßler des Zarenreiches, die große amerikanische Republik, ist weit entfernt von der obligatorischen Arbeiterversicherung; alles ist freiwillig, und diese Freiwilligkeit genießt einen sicheren Schutz in dem Rechte der Einzelstaaten, diese Dinge nach freiem Ermessen zu ordnen.

Das Ergebnis der am 20. Mai 1900 abgehaltenen schweizerischen Volksabstimmung über den Entwurf eines Bundesgesetzes, betreffend die Einführung einer obligatorischen Kranken-, Unfall- und Militärversicherung, deren Entwurf von National- und Ständerath einmüthig angenommen war, war, daß das Volk ihn mit 337 575 gegen 164 629 Stimmen verwarf. Auch die Beteiligung des Volkes an der Abstimmung war keine große, von 680 000 Stimmberechtigten haben nur 500 000 gestimmt.

Es bedarf kaum mehr der Mittheilung, daß kurz vor Pfingsten auch die niederländische Kammer die Vorlage der Regierung, betreffend die Unfallversicherung der Arbeiter, mit 29 gegen 20 Stimmen abgelehnt hat, um zu dem Schluß zu kommen, daß die Redensart von dem „guten Beispiel“ eben lediglich eine Redensart ist, und daß wir bei unserer Thätigkeit auf dem Gebiete der socialen Arbeit nicht von der Hoffnung uns leiten lassen dürfen, daß das Ausland die gleichen Wege gehen werde.

Großbritannien und die Vereinigten Staaten stehen außerdem auf einem andern Standpunkt. Der englische und amerikanische Arbeiter will im allgemeinen von einer Einmischung des Staates in seine inneren Verhältnisse wenig wissen, er kennt die Gewalt des Kapitals und setzt ihr die Macht der Verbände, der Arbeitervereinigungen, welchen Namen diese immerhin haben mögen, entgegen. Er verlangt hohen Lohn und kurze Arbeitszeit, die Erträgnisse sollen ihm die Mittel zur alleinigen Sorge für sich und die Seinen gewähren, einem Zwang in dieser Beziehung widerstrebt seine innerste Natur.

Die große Rolle, welche die Knights of Labour vor wenigen Jahren in Nordamerika spielten, ist noch frisch im Gedächtnis. Wenn deren Einfluß inzwischen wesentlich gesunken, so liegt wohl der Hauptgrund in dem Uebermuth der Führer, welche den Bogen zu straff spannten. Die englischen Trade Unions erklärten dem Kapital den Krieg bis »aufs Messer« und schonen selbst die eigenen Mitglieder nicht, wenn es gilt, ihre Macht zu zeigen. Die zielbewußten, rücksichtslosen Leiter streben nach einer Einigung zwischen den verschiedenen Vereinen zum gemeinschaftlichen Handeln in allen Fällen. Zu den Gewerkvereinen der »Jungen«, d. h. den Trade Unions der »Ungelernten«, welche in erster Linie eine aggressive, der umfassenden Organisation für den Lohnkampf mit entsprechender Streikunterstützung gewidmete Thätigkeit ent-

wickeln, stehen die alten conservativen Gewerkvereine in grundsätzlichem Gegensatz; ebenso wollen die free labourer's Associations, die in neuerer Zeit sehr zugenommen haben, die Gewerbepolitik, insonderheit den Terrorismus der Trade Unions, bekämpfen. Charakteristisch für die Arbeiterbewegung in England ist die Zunahme der socialdemokratischen Anschauungen. Die ungemein große Zahl der Arbeiterausstände,* unter welchen in den letzten Jahren die englische Industrie gelitten hat, beweist, daß durch die Trade Unions nichts weniger als Frieden zwischen Arbeitgeber und -nehmer in England eingekehrt ist. Eine Besserung ist erst eingetreten, nachdem durch den großen Maschinenbauer-Ausstand des Jahres 1898 die Macht der Trade Unions gebrochen worden war.

Neben den genannten Kampfverbänden bestehen die Friendly Societies, deren Zweck gegenseitige Unterstützung ist. Bei allerdings hohen Beiträgen, welche sich auf wöchentlich bis auf 1 sh. und mehr nebst einem Eintrittsgeld bis zu etwa 80 *sh.* belaufen, leisten sie Erhebliches in Krankheitsfällen, für Altersversorgung, an Begräbniskosten, bei Unfällen, gegen Arbeitslosigkeit u. s. w. Welcher Geist in diesen Verbänden herrscht, beweist der Schlusssatz des Berichts von 1878 eines der besteingerichteten dieser Vereine, des Formerverbandes, welcher lautet: „Aber, und das sagen wir in aller Güte, wenn wir nicht achtsam und genügsam mit unserm sauer verdienten Gelde umgehen, so vermögen uns alle besseren Zeiten nicht aufzuhelfen, jedoch mit Wirthschaftlichkeit, Wohlthun, Sparsamkeit und Nüchternheit kann unser Heim wieder werden, was es sein sollte für alle ehrenhaften Arbeiter: die Stätte des Friedens, des Glückes und der Zufriedenheit.“

Das klingt anders als die Reden unserer Socialdemokraten, ja sogar anders als die mancher Staatssocialisten, welche nur den Unternehmer — häufig recht überflüssiger Weise — mahnen, dagegen niemals den Arbeiter an seine Pflichten erinnern.

Eisenzölle.

Freihandel ist ein schönes Wort, das schon manchen Theoretiker bestochen hat. Praktiker nehmen es nur in den Mund, wenn sie ihre Rechnung dabei finden. Britische Wirthschafter verkündeten

*	Ausstände	betroffene Personen
1894 . . .	1061	324 245
1893 . . .	782	636 261

einst die Heilswahrheiten des Freihandels als eine unumstößliche Lehre, auf welche jeder ehrliche und verständige Mensch schwören müsse. Sie hatten von ihrem Standpunkt ganz recht, denn Freihandel bedeutet die Herrschaft Englands auf allen Märkten. Bei Betrachtung der einzelnen Länder haben wir die Vortheile des englischen Eisengewerbes gegenüber anderen Staaten hervorgehoben. Wollen letztere nicht auf eine nennenswerthe Blüthe ihrer Eisenindustrie verzichten, so sind sie einstweilen noch zu Schutzzöllen genöthigt. Deutschland führte seine bestehenden mäfsigen Sätze 1879, die Vereinigten Staaten ihre viel höheren 1883 ein, welche aber im Jahr 1894 eine Ermäßigung erfuhren. Zum Vergleich mögen nachstehende Zahlen dienen, wobei wir uns auf Roheisen und Schienen beschränken, weil die übrigen Eisenerzeugnisse im selben Verhältniß besteuert sind. Von den grösseren Industriestaaten erhebt allein Großbritannien keine Zölle, die anderen Staaten dagegen auf die Tonne:

	Roheisen	Schienen
	Mark	Mark
Oesterreich-Ungarn	11,70	45,—
Deutschland	10,—	25,—
Belgien	1,60	8,—
Frankreich	12,—	48,—
Italien	8,—	48,—
Schweden	9,—	frei
Spanien	19,20	57,60
Rußland	59,50	99,20
Ver. Staaten	16,80*	32,83

Die Zukunft des Eisengewerbes.

Im Jahr 1876 betrug die jährliche Kohलगewinnung der Erde etwas über 286 Millionen Tonnen, die Roheisenerzeugung $14\frac{1}{3}$ Millionen Tonnen. Im Jahr 1899 waren diese Zahlen auf 725 und 40,5 Millionen gestiegen. Eine solche ungeheure Vermehrung muß ernstliche Besorgnisse erregen, ob die unterirdischen Schätze wirklich für lange Zeiten ausreichen. Von sachverständiger Seite wird dies bezweifelt.

⁷/₂₀ Cents f. d. Pfd. Schienen bezw. § 4 f. d. Tonne Roheisen.

Englische Autoren schätzen die besten und mit mäfsigen Selbstkosten zu gewinnenden Kohlen auf 15 Milliarden Tonnen, welcher Vorrath voraussichtlich in 50 bis 60 Jahren erschöpft sein würde. Von anderer Seite werden die Befürchtungen als übertrieben bezeichnet und ein längeres Vorhalten behauptet. Sydney Lupton kam dagegen schon früher zu fast demselben Ergebnis wie William Price. Er schildert die Folgen einer Erschöpfung eingehend und kommt zum Schluß: »Wenn durch das Spärlichwerden der Kohlen in England das Uebergewicht in der billigen Herstellung einheimischer Fabricate ein Ding der Vergangenheit geworden sein wird, dann wird auch die Möglichkeit, die tägliche Nahrung zu bezahlen, aufhören, was zusammen mit dem Steigen der Auswanderung, einer Vermehrung der Sterbefälle, einer Abnahme der Geburten, das heutige England verwandeln wird in ein England von 1680 — ein Land mit dünner Bevölkerung, mit wenig Fabriken, sich ernährend durch den Ertrag der eigenen Felder und zurückblickend auf die heutige Blüthe Englands, wie die Spanier zehren an der Erinnerung an das Spanien Philipps II., des Herrschers von Spanien, Portugal, den Niederlanden, von Mailand, von Malabar, Coromandel und Malakka — des Philipps, dessen Vater Cortez zur Eroberung von Mexiko, Pizarro nach Peru ausgesandt hatte, und der selbst durch die Eroberung von Portugal die werthvolle Provinz Brasilien erwarb. Und wenn wir uns ein solches Bild ausmalen, darf es dann für unmöglich gehalten werden, daß das England, welches heute über 21,5 Millionen Quadratkilometer mit 283 Millionen Einwohnern herrscht, wieder zurücksinkt zu seinen früheren Grenzen von 305 000 qkm mit 8 Millionen Einwohnern.«

Daß die Weltgeschichte gewaltige wirtschaftliche Wandlungen kennt, unterliegt keinem Zweifel, wir verweisen nur auf die Erschöpfung blühender Reiche durch fortgesetzten landwirthschaftlichen Raubbau. In Belgien haben die Schächte bereits Tiefen erreicht, welche den Abbau erschweren. Ob unter diesen Umständen eine Ausfuhr von mehr als 6 Millionen Tonnen Kohlen, Koks und Brickets, oder 28% der ganzen Förderung, gerechtfertigt ist, möchten wir bezweifeln, ebenso wie die englische Ausfuhr von 43,8 Millionen Tonnen — etwa 20% der Gesamtförderung — bedenklich erscheint. Den heimischen Gewerben wird dadurch die Zukunft nicht erleichtert.

Mehr als anderswo verführt die Sucht des unmittelbaren Gewinnes den Amerikaner zur Raubwirthschaft. Seine Wälder lichten sich in rascher Weise, eine vernünftige Forstwirthschaft thut an vielen Orten noth, der Boden wurde und wird durch Tabak und Getreide ausgesogen, der Kornbau rückt immer mehr westwärts, erschöpfte Felder zurücklassend. Auch der Bergbau leidet unter dieser Habsucht. Man nimmt keine Rücksicht auf die nachfolgenden Geschlechter, sondern wählt für sich nur das Beste und wirft das Minderwerthige beiseite. Die geringeren Sorten von Kohlen und Erzen bilden stellenweise Halden, welche den Verkehr belästigen. Die unterirdischen Schätze Nordamerikas sind überaus groß, sie dünken den Einwohnern schier unerschöpflich, trotzdem fehlt es nicht an warnenden Stimmen, welche aber in der allgemeinen Jagd nach dem Mammon verhallen.

Die Technik ist unausgesetzt bemüht, den Kohlenverbrauch zu vermindern, die Dampfmaschinen werden täglich verbessert, die Eisenhüttenleute sinnen fortwährend auf Herabminderung des Verbrauches von Kohlen. Im Jahr 1871 verbrauchte die englische Eisenindustrie fast $\frac{1}{3}$ der gesammten Kohlegewinnung, während 1887 der Verbrauch infolge der Verbesserungen im Eisenhüttenbetrieb nur mehr etwas über 16 % betragen haben soll. Allerdings stieg auch im selben Zeitraum die Kohlenförderung von 119 Millionen Tonnen auf 164 Millionen Tonnen. Man tröstet sich stellenweise mit dem bequemen Gedanken, daß es unserer erfindungsreichen Zeit bald gelingen würde, einen andern und billigen Brennstoff zu entdecken, vielleicht das Wasser zu zerlegen und im Wasserstoff eine unversiegbare Wärmequelle zu finden. Der berühmte Gelehrte, Professor Clausius, hat diesen Wahn gründlich zerstört: »Der Vorrath von potentieller (möglicher) Energie, welcher in den Kohlenlagern vorhanden ist, verdankt seine Entstehung derjenigen Energie, welche die Sonne der Erde in Form von strahlender Wärme, die zur Ernährung der Pflanzen nothwendig ist, in langen, dem Bestehen des Menschengeschlechtes vorausgegangenen Zeitperioden zugewandt hat. Wenn dieser Vorrath verbraucht sein wird, so wird kein Mittel einer noch so vorgerückten Wissenschaft imstande sein, eine weitere Energiequelle zu eröffnen, sondern die Menschen werden darauf angewiesen sein, sich mit der Energie zu behelfen, welche die Sonne im Laufe der ferneren Zeit noch fortwährend durch ihre Strahlen liefert.«

Als Aufgabe der nächstfolgenden Jahrhunderte bezeichnet der große Forscher die Einführung einer weisen Sparsamkeit im Verbrauch dessen, was uns an Kraftquellen in der Natur geboten ist. Besonders sollte die Ausbeutung der Kohlenlager in ähnlicher Weise überwacht werden, wie heute von gut eingerichteten Staaten die Ausbeutung der Wälder überwacht wird.

Der Eisenerzbedarf steigt ebenfalls unausgesetzt. Die Hauptindustriestaaten Europas sind mehr oder minder alle auf Einfuhr beträchtlicher Mengen angewiesen. England bezieht 7,1, Deutschland 4,1, Frankreich 2,0, Belgien 2,6 Mill. Tonnen ausländischer Erze jährlich. Die Ausfuhr des Bilbaoer Bezirks ist oben angegeben. Man berechnet, daß das dortige Vorkommen nicht mehr 20 Jahre vorhalte. Ob Spanien richtig handelt, seine kostbaren Eisenerze massenhaft auszuführen, mag dahingestellt bleiben. Schweden ist, wie bereits angeführt, das gelobte Zukunftsland aller Eisenstein bedürftigen Staaten Europas. Nordamerika verbraucht einstweilen nur seine reichsten Eisensteine, die weiten Transportentfernungen hindern den Verbrauch geringhaltiger Sorten.

Daß in wenigen Jahrhunderten eine Verschiebung der gewerblichen Zustände eintreten wird, ist unzweifelhaft. Mit der Erschöpfung Europas an unterirdischen Schätzen schwindet seine wirtschaftliche Macht. Der nächste Erbe dürfte Nordamerika sein. Unter allen Umständen sind die Aussichten Deutschlands günstiger als die Großbritanniens, und zwar gilt dies ebenso für unsere Kohlenfelder, wie für die Erzvorkommen.



Anhang.

A.

Liste der deutschen und luxemburgischen Hochofenwerke nebst Angabe ihrer Leistungsfähigkeit.

Namen der Hochofenwerke	Zahl der Hochöfen			Ungefähre Leistungs- fähigkeit f. d. im Betrieb bef. Ofen in 24 Stunden in Tonnen
	im Betrieb	aufser Betrieb	im Bau	
Oberschlesien.				
Borsigwerk in Borsigwerk .	3	1	—	65—70, 90
Donnersmarckhütte, Act.-G., Zabrze	3	—	—	75—80
Oberschles. Eisenbahnbedarfs Act.-Ges., Friedenshütte .	4	—	—	110
Julienhütte bei Bobreck . .	7	—	—	50—60
Königl. Hüttenamt, Gleiwitz Eisen- u. Stahlwerk Bethlen- Falva, Schwientochlowitz .	1	—	—	70
Königs- und Laurahütte . .	3	—	—	75
Hubertushütte b. Oberlagiew- nik	7	3	—	60—95
Redenhütte, Act.-G., Zaborze	3	—	—	70
Tarnowitzer Hütte bei Tar- nowitz	1	—	1	70
	1	1	—	40—45
Pommern.				
Eisenwerk Kraft, Kratzwieck	3	—	—	110—120
Württemberg.				
Königl. Hüttenamt, Königs- bronn	1*	—	—	2,5—3
Königl. Hüttenamt, Wasseralf- ingen	1	—	—	10
Bayern.				
Königl. Bergamt, Amberg .	1	—	—	55
Eisenwerk-Gesellschaft Maxi- milianshütte, Rosenberg .	2	1	—	190

* Holzkohlenofen.

Namen der Hochofenwerke	Zahl der Hochöfen			Ungefähre Leistungs- fähigkeit f. d. im Betrieb bef. Ofen in 24 Stunden in Tonnen
	im Betrieb	aufser Betrieb	im Bau	

Thüringen, Harz, Braunschweig, Hannover.

Eisenwerk-Gesellschaft, Maximilianshütte, Unter- wellenborn	2	1	—	270
Harzer Werke zu Rübeland und Zorge, Actien-Gesell- schaft, Blankenburg a./H.	2	1	—	7,5—8 (Holzkohlen- 5 (Hochöfen 140 (in Sa.) 5
Kgl. Hüttenamt, Rothehütte	1	1	—	
Mathildenhütte, Harzburg .	2	1	—	
Carlshütte, Delligsen . . .	—	1	—	
Ilseeder Hütte, Groß Ilse bei Peine	3	1	—	610 t (in Sa.)
Georgs-Marien-Bergw. und Hüttenverein, Osnabrück .	4	1	—	70—90 „

Westfalen-Niederrhein.

Aplerbecker Hütte, Aplerbeck	2	1	—	300 (in Sa.)
Hoerder Bergw. und Hütten- Verein, Hoerde				
a) Abtheil. Hoerder Hoch- ofenwerk	5	—	—	800 „
b) Abtheil. Dortmunder Hochofenwerk	2	—	—	280 „
Union, Act.-Ges., Dortmund	5	—	—	800 „
„ Hattingen	2	—	—	280 „
„ Steele	2	—	—	320 „
Hoesch, Eisen- u. Stahlwerk, Dortmund	3	—	1	600 „
Schalken Gruben- u. Hütten- verein				
a) Hohöfen b. Gelsenkirchen	4	1	1	600 „
b) Duisburg-Hochfeld . . .	3	—	—	300 „
Bochumer Verein, Bochum .	4	—	—	570 „
Fried. Krupp, Johanneshütte bei Duisburg-Hochfeld .	3	1	—	300 „
Friedrich-Wilhelms-Hütte, Mülheim a. d. Ruhr . . .	3	—	—	350 „

Namen der Hochofenwerke	Zahl der Hochöfen			Ungefähre Leistungs- fähigkeit f. d. im Betrieb bef. Ofen in 24 Stunden in Tonnen
	im Betrieb	aufser Betrieb	im Bau	
Gutehoffnungshütte, Ober- hausen	8	1	—	1100 (in Sa.)
Phoenix, Act.-Ges., Laar bei Ruhrt	1	1	—	80 "
" Berge-Borbeck	2	—	—	300 "
" Kupferdreh	4	1	1	500 "
Rheinische Stahlwerke Mei- derich bei Ruhrt	3	—	—	800 "
Gewerksch. Deutsch. Kaiser, Bruckhausen	4	1	—	1100 "
Niederrheinische Hütte, Duis- burg-Hochfeld	4	—	—	400 "
Bergisch. Gruben- u. Hütten- Verein, Hochdahl	2	1	—	120 "
Kruppsche Verwaltung, Rheinhausen	3	—	—	600 "
Eschweiler Bergwerksverein, Pumpe b. Eschweiler-Aue	2	—	—	300 "
Mittelrhein.				
Gewerksch. Carl-Otto, Adelen- hütte bei Porz a. Rh.	1	—	—	100
Sieg-Rheinische Hütten-Act- Ges. in Friedrich Wilhelms- Hütte	1	—	—	90
Gebr. Lossen, G. m. b. H., Con- cordiahütte b. Bendorf a. Rh.	2	—	—	90—100 (in Sa.)
Fried. Krupp, Hermannshütte, Neuwied	2	1	—	160 "
do. Mülhofen	4	—	—	300 "
do. Sayn	—	—	—	—
Siegerland.				
Finnentropfer Hütte, Finnen- trop	1	1	—	40—45
Germaniahütte (Gufsstahlw. Witten), Grevenbrück	1	—	—	55—60
Bremerhütte Act.-Ges., Geis- weid	1	—	1	70—75, 130
Birlenbacher Hütte, G. m. b. H. Geisweid	1	—	—	25—30

Namen der Hochofenwerke	Zahl der Hochöfen			Ungefähre Leistungs- fähigkeit f. d. im Betrieb bef. Ofen in 24 Stunden in Tonnen
	im Betrieb	außer Betrieb	im Bau	
Geisweider Eisenwerke Act- Ges., Geisweid	1	—	1	100—130
A.-G. Rolandshütte, Weidenau	1	1	—	80—85
„ „ Haardt	—	1	—	40
Hainerhütte, Siegen	1	—	—	45—50
Johanneshütte, Siegen	2	—	—	70—80
Marienhütte, Eiserfeld	2	—	—	40—50
Eiserfelderhütte, Eiserfeld	1	—	—	60
Eiserner Hütte, Eisern	1	—	—	60—70
Charlottenhütte, Nieder- schelden	2	—	—	90—100
Act.-Ges. Niederscheldener Hütte, Niederschelden	1	—	—	60—70
Brachbacherhütte, Brachbach Bergbau- u. Hütten-Act.-Ges.	1	—	—	45—50
Friedrichshütte, Neunkirchen	2	—	—	100
Wissener Bergw. u. Hütten, Brückhöfe	3	—	1	50—60, 130
Heinrichshütte, Au a. d. Sieg	1	—	—	90—100
Köln-Müsener-Bergwerks- Actien-Verein: 1. Creuzthal, 2. Müsener Hütte	3*	—	—	230—240 (in Sa.)
Grünebacher Hütte, Alsdorf bei Betzdorf	1	—	—	12—15
Alte Herdorfer Hütte, Herdorf	1	—	—	16—17
Seelenberger Hütte, Herdorf	1	—	—	30—35
Niederdreisbacher Hütte, Niederdreisbach	1	—	—	20—25
Storch- u. Schöneberghütte, Gosenbach	1	—	—	30—35
Dill-Lahn (Nassau).				
Buderus'sche Eisenwerke				
1. Sophienhütte, Wetzlar	2	—	—	160
2. Georgshütte, Burgsolms	2	—	—	140
Eisenwerke Hirzenhain & Lollar, Main-Weserhütte in Lollar	1	—	—	75

* 1 Holzkohlenofen.

Namen der Hochofenwerke	Zahl der Hochöfen			Ungefähre Leistungs- fähigkeit f. d. im Betrieb bef. Ofen in 24 Stunden in Tonnen
	im Betrieb	aufser Betrieb	im Bau	

Saar.

Luxemburger Bergw. u. Saar- brücker Eisenhüttenges.				(in Sa.)
Burbacherhütte, Burbach .	5	—	1	650—700
Röchling'sche Eisen- u. Stahl- werke, Völklingen	5	—	1	550—600
Gebr. Stumm, Neunkirchen	6	—	—	350
Halbergerhütte, Brebach . .	4	—	—	120—140

Lothringen.

Lothringer Eisenwerke, Ars a. d. Mosel	—	3	—	—
Aciéries d'Angleur, Deutsch- Oth	2	—	—	110—120
de Wendel { Hayingen	7	—	—	110—120
& Co. { Grofs-Moyeuve	6	—	1	100—110
Dillinger Hütte, Redingen .	2	—	1	125
Rümelinger Hüttengesellsch., Oettingen	2	1	—	150
Hüttenverein Sambre et Mo- selle, Maizières	3	—	—	100—130
Rombacher Hüttenwerke, Rombach	6	—	1	840
Gebr. Stumm, Ueckingen .	4	—	—	120
Lothring. Hüttenverein Au- metz-Friede, Kneuttingen	3	—	—	130
Mosel - Hüttenwerke, Mai- zières	2	—	1	280—300
Fentscher Hütten-Act.-Ges., Fentsch	—	—	2	200
Carlshütte (Röchling), Dieden- hofen	2	—	2	180—200
Soc. an. des Minières et Usi- nes, Pierrevillers (im Bau)	—	—	—	—

Namen der Hochofenwerke	Zahl der Hochöfen			Ungefähre Leistungs- fähigkeit f. d. im Betrieb bef. Ofen in 24 Stunden in Tonnen
	im Betrieb	aufser Betrieb	im Bau	

Luxemburg.

				(in Sa.)
Ch. & J. Collart, Steinfort .	2	—	—	95
Rodinger Hochöfen, Rodingen	2	1	—	200—220
Luxemburger Bergwerks- und Saarbrücker Eisenhütten- Actiengesellschaft, Esch .	2	—	—	230—250
Metz & Co., Dommeldingen	4	—	—	280—300
„ „ „ Esch	2	—	—	230—250
Rümel. Hüttengesellschaft, Rümelingen	3	—	—	350—400
Eisenhütten Act.-Ver, Düde- lingen	6	—	—	670
Aachener Hütten - Actien- Verein, Esch	5	—	—	900
Act.-Ges. für Eisen- und Kohlenindustrie Differ- dingen-Dannenbaum, Differdingen	3	—	1	500

B.

1. Liste der deutschen und luxemburgischen Flusseisenwerke mit Walzwerken.

	Converter				Martinöfen			
	sauer		basisch		sauer		basisch	
	Anzahl	Fassung à	Anzahl	Fassung à	Anzahl	Fassung à	Anzahl	Fassung à
Aachener Hütten Act.-Verein, Rothe Erde bei Aachen . . .	—	—	3	20	—	—	3	25
Annener Gufsstahlwerk, Annen i. Westf.	—	—	—	—	2	15	—	—
Bergbau- und Hütten-Actien- Gesellschaft Friedrichshütte, Abth. Carl Stein, Wehbach .	—	—	—	—	—	—	3	20
Gabriel Bergenthal & Co., Gre- venbrück	—	—	—	—	—	—	2	16
Bergische Stahlindustrie, Rem- scheid	—	—	—	—	—	—	{ 2	10
Bochumer Verein für Berg- bau und Gufsstahlfabrication, Bochum	3	8	3	6	—	—	7	25
Bremerhütte, Geisweid	—	—	—	—	—	—	2	25
Charlottenhütte, Niederschelden Gewerkschaft „Deutscher Kaiser“, Bruckhausen	?	?	?	?	?	?	?	?
Düsseldorfer Röhren- und Eisen- walzwerke, Düsseldorf-Oberbilk	—	—	—	—	—	—	{ 2	20
Duisburger Eisen- u. Stahlwerke, Duisburg	—	—	—	—	—	—	2	25
Eicken & Cie., Hagen-Eckesey .	—	—	—	—	—	—	4	20
Eisenind. Menden u. Schwerte, Schwerte I	—	—	—	—	—	—	4	12
Eisen- und Stahlwerk Hoesch, Dortmund	—	—	3	11	—	—	5	15
Gufsstahlwerk Witten, Witten .	—	—	—	—	—	—	{ 2	18
Geisweider Eisenwerke, Act.-Ges., Geisweid	—	—	—	—	—	—	1	25
Gesellschaft für Stahlindustrie, Bochum	—	—	—	—	—	—	{ 3	10
	—	—	—	—	—	—	{ 1	15
	—	—	—	—	—	—	{ 1	25
	2	8 ^{1/2}	—	—	—	—	2	12

	Converter				Martinöfen			
	sauer		basisch		sauer		basisch	
	Anzahl	Fassung à	Anzahl	Fassung à	Anzahl	Fassung à	Anzahl	Fassung à
Gewerkschaft Glückauf, Dahlhausen	—	—	—	—	—	—	2	15
Gewerkschaft Grillo, Funke & Co., Schalke	—	—	—	—	—	—	3	10
								2
Gutehoffnungshütte, Oberhausen	—	—	4	15	—	—	6	15
								1
Hagener Gufsstahlwerke, Hagen	2	0,65	—	—	1	7	1	10
Hahn'sche Werke, Grofsenbaum	—	—	—	—	—	—	2	20
Peter Harkort & Sohn, Wetter.	—	—	—	—	—	—	4	10
Hasper Eisen- und Stahlwerke, Haspe	—	—	3	6	—	—	—	—
Hörder Bergw.- u. Hütten-Verein, Hörde	—	—	4	18	1	18	7	18
								2
Hüstener 'Gewerkschaft, Hüsten	—	—	—	—	—	—	3	15
Fried. Krupp, Essen	15	6	—	—	9	10	18	21
Oberbilker Stahlwerk, Düsseldorf-Oberbilk	—	—	—	—	—	—	3	15
Act.-Ges. Phönix, Laar bei Ruhrort	—	—	3	12,5	1	12	1	12
								4
Act.-Ges. Phönix, Eschweiler	—	—	—	—	—	—	4	14
Rasselsteiner Eisenwerks-Gesellschaft m. b. H., Rasselstein bei Neuwied	—	—	—	—	—	—	2	10
Rhein. Stahlwerke, Meiderich bei Ruhrort	—	—	4	8	—	—	4	10
Rhein. Metallwaaren- und Maschinenfabrik, Düsseldorf-Rath	—	—	—	—	1	9	3	15
Thyssen & Co., Mülheim a. d. Ruhr	—	—	—	—	—	—	2	20
								5
Union, Act.-Ges. für Bergbau, Eisen- und Stahlindustrie, Dortmund	—	—	4	18	—	—	4	25
								1
Westf. Stahlwerke, Bochum	—	—	—	—	—	—	5	18,5
								2
Gebr. v. d. Zypen, Köln-Deutz	—	—	—	—	3	13	3	13
								2
Elsafs.								
de Dietrich & Co., Niederbronn	—	—	—	—	1	3	—	—

	Converter				Martinöfen			
	sauer		basisch		sauer		basisch	
	Anzahl	Fassung à	Anzahl	Fassung à	Anzahl	Fassung à	Anzahl	Fassung à
Lothringen.								
Lothr. Hütten Ver. Aumetz- Friede, Kneuttingen	—	—	4	20	1	15	1	15
Rombacher Hüttenwerke, Rom- bach	—	—	4	18	—	—	—	—
de Wendel & Co.,	—	—	6	12	—	—	—	—
	—	—	3	12	—	—	—	—
Saar.								
Luxemburger Bergwerks- u. Saar- brücker Eisenhütten-Act.-Ges. Burbacher Hütte, Burbach . .	—	—	4	11	—	—	3	15
Dillinger Hüttenwerke, Dillingen	—	—	3	15	1	15	{ 3	15
							{ 2	25
							{ 1	30
Eisenwerk Kraemer, St. Ingbert	—	—	2	15	—	—	—	—
Röchling'sche Eisen- und Stahl- werke, Völklingen	—	—	4	15	—	—	—	—
Gebr. Stumm, Neunkirchen (Bez. Trier)	—	—	7	11,5	—	—	1	12
Ph. Weber, G. m. b. H., Hosten- bach	—	—	—	—	—	—	3	15
Luxemburg.								
Eisenhütten Act.-V. Düdelingen, Düdelingen	—	—	6	10	—	—	—	—
Act.-Ges für Eisen- und Kohlen- industrie, Differdingen-Dannen- baum, Differdingen	—	—	3	20	—	—	—	—
Süddeutschland.								
Eisenw. - Ges. Maximilianshütte, Rosenberg u. Haidhof, Oberpfalz	—	—	3	5,5	—	—	2	15
Hannover.								
Georgs-Marien-B.- und H.-Ver., Osnabrück	2	7,5	—	—	—	—	3	20
Peiner Walzwerk, Peine . . .	—	—	4	15	—	—	—	—
Stahl- u. Walzwerk, Rendsburg	—	—	—	—	—	—	2	25
Sachsen.								
Eisenw. - Ges. Maximilianshütte, König Albert-Werk, Zwickau i. S.	—	—	3	15	—	—	—	—

	Converter				Martinöfen			
	sauer		basisch		sauer		basisch	
	Anzahl	Fassung à	Anzahl	Fassung à	Anzahl	Fassung à	Anzahl	Fassung à
Königin-Marienhütte, Cainsdorf in Sachsen	—	—	—	—	—	—	3	10
Act.-Ges. Lauchhammer Werke, Riesa in Sachsen	—	—	—	—	—	—	4	13
Sächs. Gufsstahlfabrik Döhlen bei Deuben, Bez. Dresden . .	2	6	—	—	1	8	{ 1 3	{ 12 17
Oberschlesien.								
Baildonhütte, Kattowitz	—	—	—	—	—	—	{ 3 1	{ 15 20
Eisen- und Stahlwerk Bethlen- Falva, Schwientochlowitz . .	—	—	—	—	—	—	2	15
Bismarckhütte, Schwientochlo- witz	—	—	—	—	—	—	{ 1 3	{ 20 15
Borsigwerk in Borsigwerk . . .	—	—	—	—	—	—	{ 4 4	{ 15 20
Oberschl. Eisenbahnbedarfs-A.-G. Friedenshütte, Friedenshütte .	—	—	4	12	—	—	2	17
Hubertushütte, Oberlagiewnik .	—	—	—	—	—	—	2	20
Huldchinsky'sche Werke, Glei- witz	1	8	1	8	—	—	{ 2 1	{ 15 20
Königs- und Laurahütte, Königs- hütte	1	8	2	8	—	—	{ 4 1	{ 12 10

II. Liste der deutschen Stahl-Formgusswerke.

Werk	Vorhandene Martinöfen			
	sauer		basisch	
	Anzahl	Fassung à	Anzahl	Fassung à
Aachener Hütten Act.-Verein, Rothe Erde (s. I.)	—	—	—	—
Annener Gufsstahlwerk, Act.-Ges., Annen (s. I.)	—	—	—	—
Bergische Stahlindustrie, Remscheid (s. I.) . . .	—	—	—	—
Bochumer Verein, Bochum (s. I.)	—	—	—	—
Carl Bönnhoff, Wetter a. d. Ruhr	2	6,5	—	—
Ludwig Bönnhoff, Wetter a. d. Ruhr	1	5	—	—
Eisen- und Stahlwerk Hoesch, Dortmund (s. I.)	—	—	—	—
Eisen- und Stahlwerk Ohligs	—	—	2	10
Fahrendeller Hütte, Winterberg & Jüres, Bochum	1	2	—	—
Gelsenkirchener Gufsstahlw. vorm. Munscheid,	1	15	{	—
Gelsenkirchen	1	17		
	1	25		
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück (s. I.)	—	—	—	—
Gewerkschaft Glückauf, Dahlhausen (s. I.) . . .	—	—	—	—
Gouvy & Co., Oberhomburg	—	—	1	6
Gufsstahlwerk Mengede	?	?	?	?
Gufsstahlwerk Witten, Witten (s. I.)	—	—	—	—
Gutehoffnungshütte, Oberhausen (s. I.)	—	—	—	—
Hagener Gufsstahlwerke, Hagen (s. I.)	—	—	—	—
Haniel & Lueg, Düsseldorf-Grafenberg	—	—	{	25
			1	40
Heintzmann & Dreyer, Bochum	1	5	—	—
Hörder Bergwerks- und Hütten-Verein, Hörde (s. I.)	—	—	—	—
Hüstener Gewerkschaft, Hüsten (s. I.)	—	—	—	—
Jünkerather Gewerkschaft, Jünkerath	2	12	—	—
Königs- und Laurahütte (s. I.)	—	—	—	—
Stahlwerk Krieger, Düsseldorf-Obercassel . . .	3	15	—	—
Fried. Krupp, Essen (s. I.)	—	—	—	—
Krupp'sches Stahlwerk, Annen	—	—	{	16
			2	12
Lindener Eisen- u. Stahlwerk, Act.-Ges., Linden bei Hannover	2	8	—	—
Gebrüder Lossen, G. m. b. H., Concordiahütte b. Bendorf a. Rh.	1	5	—	—
Märkisches Stahlwerk, G. m. b. H., Hattingen .	1	8	—	—
Oberbিলker Stahlwerk, Düsseldorf-Oberbilk (s. I.)	—	—	—	—

Werk	Vorhandene Martinöfen			
	sauer		basisch	
	Anzahl	Fassung à	Anzahl	Fassung à
Oberhausener Stahl- und Eisengießerei, Oberhausen	1	2,5	—	—
Oeking & Co., Düsseldorf	2	10	—	—
Wittener Stahlformgießerei Reunert, Trottmann & Co., G. m. b. H., Witten	1	12	—	—
Herm. Sellerbeck, Oberhausen	1	6	—	—
Siegen-Solinger-Gußstahl-Act.-Verein, Solingen	1	10	—	—
Stahlwerk Mannheim, Rheinau, Baden	?	?	?	?
Stahlwerk Schulte, Wetter	1	7	1	10
Union, Act.-Ges. für Bergbau, Eisen- und Stahlindustrie, Dortmund (s. I.)	—	—	2	10
Wittener Hütte, Witten	?	?	?	?
Dingler, Karcher & Co., St. Johann a. Saar . .	2	7,5	—	—
Saarbrücker Gußstahlwerke, Malstatt-Burbach.	2	8	—	—
Gebr. Stumm, Neunkirchen, Bez. Trier	—	—	2	17
Act.-Ges. Lauchhammer (s. I.)	—	—	1	2
Otto Gruson & Co., Magdeburg-Buckau	—	—	—	—
Fried. Krupp, Grusonwerk, Buckau	2	10	—	—
Borsigwerk in Borsigwerk (s. I.)	—	—	2	8
Howaldtswerke, Kiel	—	—	—	—
Panzer, Act.-Ges., Gußstahlwerk, Wolgast . .	1	5,5	—	—
Maximilianshütte (s. I.)	3	3,5	—	—
Schichau, Elbing	—	—	—	—
Nordische Electricitäts- und Stahlwerke, Danzig	?	?	?	?
Donnersmarckhütte, Act.-Ges., Zabrze (im Bau)	?	?	?	?
Act.-Ges. Ferrum, Zawodzie	?	?	?	?
Sächsische Gußstahlfabrik, Döhlen (s. I.) . . .	1	2 ¹ / ₂	—	—
Ganz & Co., Ratibor	—	—	—	—
Kania & Kuntze, Zawodzie	—	—	2	5
Königl. Hüttenamt, Gleiwitz	2	3,5	—	—
Königl. Hüttenamt, Malapane	1	3	—	—
Königl. Hüttenamt, Malapane	1	5	—	—
Königl. Geschützgießerei, Spandau	?	?	?	?
„ Geschloßfabrik, Siegburg	5	6,5	—	—
„ Bayrische Geschützgießerei, Ingolstadt	2	3	—	—

C.

Liste der deutschen Puddelwerke.

Werk	Vorhandene Puddelöfen
Actien-Gesellschaft Bremerhütte, Geisweid	4
" " Weidenau	3
Actien-Gesellschaft für Eisen-Industrie und Brückenbau vorm. Johann Caspar Harkort, Duisburg	12
Altenhundemer Walz- und Hammerwerk, G. m. b. H., Alten- hundem	4
Ax, Schleifenbaum & Mattner, Siegen	6
J. J. Bruchs Wwe., Weidenau a. d. Sieg	4
Dresler's Drahtwerk, G. m. b. H., Creuzthal i. W.	10
Düsseldorfer Eisen- und Drahtindustrie, Düsseldorf-Oberbilk .	10
Düsseldorfer Eisenhüttengesellschaft, Düsseldorf	11
Düsseldorfer Röhren- und Eisenwalzwerke, Düsseldorf-Oberbilk	39
Eschweiler Eisenwalzwerk Act.-Ges., Eschweiler 2	10
Englerth & Cünzer, Eschweiler-Pümpchen	30
Ehrenfelder Walzwerk, Köln-Ehrenfeld	9
Eichener Walzwerk u. Verzinkerei Ges. m. b. H., Creuzthal i. W.	3
Eicken & Co., Hagen i. W.	6
Eisenindustrie zu Menden und Schwerte, Schwerte	16
Eisenwerk Rothe Erde, Dortmund	12
Funcke & Elbers, Hagen i. W.	13
Gabriel & Bergenthal, Soest	6
Geisweider Eisenwerke, Act.-Ges., Geisweid	4
Gutehoffnungshütte, Oberhausen	9
W. Ernst Haas & Sn, Neuhoffnungshütte b. Sinn	17
Hahn'sche Werke, Großenbaum	11
Peter Harkort & Sn., G. m. b. H., Wetter	4
Hasper Eisen- und Stahlwerk, Haspe	7
Herdecker Eisen- u. Stahlwerk, Gebr. Brüninghaus, Herdecke i. W.	5
Aug. Herwig Söhne, Dillenburg	7
Hochfelder Walzwerk Act.-Verein, Duisburg	7
Hoerder Bergwerks- und Hütten-Verein, Hoerde	10
Kaiser & Co., G. m. b. H., Weidenau a. d. Sieg	8
Friedr. Krupp, Gufsstahlfabrik, Essen	49
Limburger Fabrik- und Hütten-Verein, Hohenlimburg	5
Meggener Walzwerk Act.-Ges., Meggen i. W-	12
Menne & Co., Weidenau	3
Oberbilkler Blechwalzwerk, G. m. b. H., Düsseldorf-Oberbilk . .	12

W e r k	Vorhandene Puddelöfen
Phönix, Act.-Ges., Laar b. Ruhrort:	
Hütte Laar	5
" Hamm, Westf. Union	18
" Nachrodt, "	21
" Lippstadt "	14
Prinz Leopold, Act.-Ges., Empel	12
Joh. Casp. Post Söhne, Hagen	3
Hub. Rügenberg, Olpe	3
Siegener Eisenindustrie, Act.-Ges., vorm. Hesse & Schulte, Siegen	13
Sieghütter Eisenwerk, Act.-Ges., Siegen	10
Sieg-Rheinische Hütten-Act.-Ges., Friedrich Wilhelmshütte a. d. S.	20
Schleifenbaum & Co., Weidenau	5
Gebr. Schleifenbaum & Co., G. m. b. H., Buschgotthardshütte	
b. Weidenau a. d. Sieg	3
Justus Stahlschmidt, Creuzthal i. Westf., Aherhammer	2
Steinseifer & Co., G. m. b. H., Eiserfeld	4
Stolz & Co., Eiserfeld	?
Styrumer Eisenindustrie, Oberhausen	10
Friedr. Thomée, Act.-Ges., Werdohl	10
Thyssen & Co., Mülheim a. d. Ruhr	31
Union, Act.-Ges., Dortmund	16
" " " Hattingen	25
" " " Horst b. Steele	10
Carl Vorländer & Co., Allenbach, Kr. Siegen	1
Westfälische Drahtwerke, Langendreer	10
Westfälische Drahtindustrie, Hamm	7
Tarnowitzer Act.-Ges. für Bergbau und Eisenhüttenbetrieb vorm.	
Röhrig, Braunschweig	?
Eisenwerks-Gesellschaft Maximilianshütte, Haidhof	10
Eisenwerk Kraemer, St. Ingbert, Pfalz	18
Königl. Hüttenverwaltung Ludwigsthal b. Tuttlingen	?
" Hüttenamt Wasseralfingen	5

W e r k	Vorhandene Puddelöfen
Königin Marienhütte, Cainsdorf i. S.	5
Bismarckhütte b. Schwientochlowitz	15
Borsigwerk, Borsigwerk O.-S.	30
Eisen- und Stahlwerk Bethlen-Falva, Schwientochlowitz	24
Hoffnungshütte b. Ratiborhammer O.-S.	4
Huldshinsky'sche Hüttenwerke, Act.-Ges., Gleiwitz	19
Marthahütte der Kattowitzer Act.-Ges. für Bergbau und Eisen- hüttenbetrieb in Kattowitz	32
Oberschlesische Eisenbahnbedarf Act.-Ges., Friedenshütte O.-S.	26
„ Eisenindustrie Act.-Ges. für Bergbau u. Hütten- betrieb, Gleiwitz	46
Redenhütte, Act.-Ges., Zabrze	18
Vereinigte Königs- und Laurahütte, Act.-Ges. für Bergbau und Hüttenbetrieb, Berlin:	
Königshütte in Königshütte O.-S.	36
Laurahütte in Laurahütte O.-S.	37
de Dietrich & Co., Niederbronn	6
Lothringer Eisenwerke, Ars a. d. Mosel	16
Gebr. Stumm, Neunkirchen, Bez. Trier	42
de Wendel & Co., Hayingen	10



S-96

S. 1



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II

L. inw.

5210

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000294705