

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

L. inw.

2416



Zam. dr. inż. - brzo

Gemeinfaßliche Darstellung des  
**Eisenhüttenwesens**

Herausgegeben vom Verein  
deutscher Eisenhüttenleute

*J. R. Trubben*

3991352

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297273

x  
2.571



Zum Dienstgebrauch.

Gemeinfaßliche Darstellung  
≡ des Eisenhüttenwesens ≡

*F. Nr. 27716*

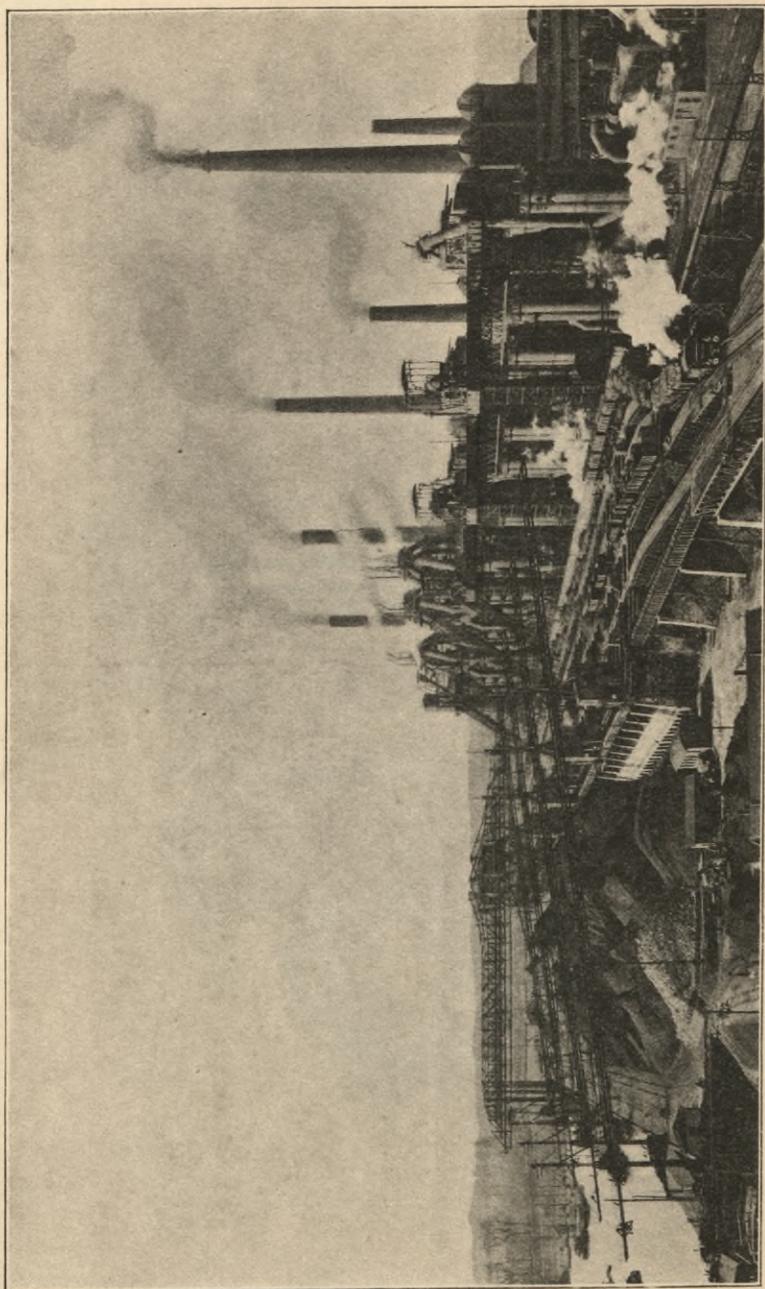


Zum Dienstgebrauch

Druck und Papier von August Bagel







GEMEINFASSLICHE DARSTELLUNG  
DES  
EISENHÜTTENWESENS.



HERAUSGEGEBEN  
VOM  
VEREIN DEUTSCHER EISENHÜTTENLEUTE  
IN DÜSSELDORF.



6. AUFLAGE.



1907.

IM KOMMISSIONSVERLAG VON A. BAGEL IN DÜSSELDORF.

X  
2.571

Nachdruck (auch einzelner Teile) verboten.  
Alle Rechte vorbehalten,  
besonders das der Übersetzung in fremde Sprachen.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

II 2416

Akc. Nr. 1374/49

## 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 Teil von seiner wirtschaftlichen Blüte abhängig, in deren Pflege einsichtige Staatsleute eine Pflicht sehen. Das Eisengewerbe beansprucht dabei eine der ersten Stellen.

Wohl darf man vom 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 gemeinfaßliche 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 Öffentlichkeit. Es erschien zweckmäßig, die Hauptarbeit — den technischen Teil — einer einzigen berufenen Kraft anzuvertrauen,

welche wir in dem Direktor der rheinisch-westfälischen Hütten-  
schule zu Bochum fanden. Hr. Th. Beckert kennt die einzelnen  
Betriebszweige aus eigener Tätigkeit auf verschiedenen Hütten-  
werken und hat seine schriftstellerische Befähigung durch einen  
vortrefflichen Leitfaden zur Eisenhüttenkunde bewiesen. Die Teil-  
nahme des Unterzeichneten beschränkte sich auf Anregung, Rat-  
schläge und den wirtschaftlichen 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 Teil 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 Verständnis ohne jegliche  
Kenntnis der Anfangsgründe von Chemie und Physik kaum  
möglich sein.

April 1889.

*J. Schlink.*



## Vorwort zur sechsten Auflage.

**I**m Jahre 1890 wurde die zweite Auflage nötig, im Jahre 1896 folgte die dritte, 1900 die vierte und 1903 die fünfte Auflage. Schon vor Herausgabe der dritten Auflage hatte der Verein den Verlust von J. Schlink, dem früheren Verfasser des wirtschaftlichen Teiles, zu beklagen gehabt. Die Verdienste des zu früh Verblichenen um den Verein deutscher Eisenhüttenleute sind in den Annalen des Vereins mit unverlöschlichen Lettern eingetragen; sie erstrecken sich auch auf die Herausgabe des vorliegenden Buches, dessen geistiger Urheber er ist. Ihm sei daher auch an dieser Stelle eine Zähere wehmutsvollen Andenkens gewidmet, es sei seiner von eigenartiger Kraft strotzenden Persönlichkeit in treuer Dankbarkeit gedacht.

Infolge seiner Übersiedelung nach Schleswig ist Herr Direktor Beckert von der Neubearbeitung des technischen Teiles zurückgetreten. Ihm sei für seine wertvolle Mitarbeit an den ersten fünf Auflagen aufrichtiger Dank ausgesprochen.

Auf Beschluß des Vorstandes des Vereins deutscher Eisenhüttenleute ist die Neubearbeitung der Geschäftsstelle des Vereins und den Mitgliedern der Redaktion von »Stahl und Eisen« übertragen worden. Die Erledigung dieser Aufgabe ist daher durch die Herren Dr. ing. C. Geiger, Dr. ing. O. Petersen, Ingenieur O. Vogel und den Unterzeichneten erfolgt; auch haben die Herren Breusing und Lemke sich an der Sammlung des statistischen Materials beteiligt. Die Verfasser hoffen, daß trotz ihrer Inanspruchnahme durch die laufende Tagesarbeit das Werkchen den Wünschen der Auftraggeber entsprechend ausgefallen ist und es günstige Beurteilung finden wird; sie werden für Vorschläge zur weiteren Verbesserung stets dankbar sein.

Dezember 1907.

Der Geschäftsführer  
des Vereins deutscher Eisenhüttenleute.

*Dr. ing. E. Schrödter.*



# Inhaltsverzeichnis.

Vorwort zur ersten Auflage . . . . .	Seite VII
Vorwort zur sechsten Auflage . . . . .	IX

## I. Teil.

### Gewinnung und Verarbeitung des Eisens.

#### Einleitung.

Erklärung des Begriffes Eisen im technischen Sinne . . . . .	1
Bestandteile des technischen Eisens . . . . .	2
Einteilung und Benennung der Eisensorten . . . . .	2
Die geschichtliche Entwicklung der Eisenerzeugung . . . . .	4

#### I. Abschnitt.

### Die Darstellung des Roheisens.

#### Die Rohstoffe.

Erklärung des Begriffes Eisenerz . . . . .	17
Einteilung und Vorkommen der Eisenerze . . . . .	19
Eisenerzanalysen . . . . .	21
Das Rösten der Eisenerze . . . . .	21
Aufbereitung und Brikettierung der Eisenerze . . . . .	23
Manganerze . . . . .	23
Die Zuschläge . . . . .	24
Die Brennstoffe . . . . .	24
Die Koksbereitung . . . . .	26
Der Gebläsewind . . . . .	29
Die Erhitzung des Gebläsewindes . . . . .	30

#### Der Hochofen.

Die Innengestalt und die Abmessungen des Hochofens . . . . .	33
Das feuerfeste Mauerwerk . . . . .	34
Die Kühlung des Hochofens . . . . .	35
Die Windzuleitung . . . . .	37

	Seite
Der Gichtverschluß . . . . .	37
Der Gichtaufzug . . . . .	38
Der Möller und die Beschickung . . . . .	38
Der Verlauf des Hochofenprozesses . . . . .	40
Die Betriebsstörungen . . . . .	42

### **Die Erzeugnisse des Hochofens.**

Die Gichtgase und ihre Reinigung . . . . .	43
Die Großgasmotoren . . . . .	44
Die Schlacke . . . . .	45
Die Schlackensteine . . . . .	46
Der Schlackenzement . . . . .	46
Der Eisenportlandzement . . . . .	46
Das Roheisen; seine Arten, deren Entstehung und Verwendung . . . . .	47
Roheisenanalysen . . . . .	49

## II. Abschnitt.

### **Die Darstellung des schmiedbaren Eisens.**

#### **Herdfrischen und Puddeln.**

Das Herdfrischen . . . . .	50
Das Puddelverfahren . . . . .	51
Puddelofen . . . . .	51
Doppelpuddelöfen . . . . .	55

#### **Das Bessemer- und Thomasverfahren (Windfrischen).**

Geschichtliches . . . . .	55
Unterschied des Bessemern vom Puddeln . . . . .	56
Der Roheisenmischer . . . . .	57
Die Bessemerbirne . . . . .	58
Der Verlauf des Bessemerverfahrens . . . . .	60
Der Abbrand und die Schlacke beim Bessemerverfahren . . . . .	62
Das Thomasverfahren . . . . .	63
Der Verlauf des Thomasverfahrens . . . . .	64
Darby- und Düdelinger-Verfahren . . . . .	65
Verwendung und Bedeutung des Thomasmaterials . . . . .	67
Die Thomasschlacke . . . . .	67
Analyse von Bessemermaterial . . . . .	68
Analyse von Thomasmaterial . . . . .	68
Analyse von Thomasschlacken . . . . .	69

**Das Siemens-Martin-Verfahren.**

	Seite
Geschichtliches . . . . .	69
Siemensfeuerungen und Generatoren . . . . .	69
Der Martinofen . . . . .	70
Der Verlauf des Martinprozesses (Schrottschmelzverfahren) . . . . .	72
Abbrand und Brennstoffverbrauch . . . . .	73
Analysen von Martinflußeisen und Martinschlacke . . . . .	74
Vereinigtes Bessemer- und Martinverfahren (Witkowitzter Verfahren) . . . . .	74
Das Roheisenerzverfahren . . . . .	74
Der Bertrand-Thielprozeß . . . . .	75
Das Talbot-Verfahren . . . . .	75
Das Monell-Verfahren . . . . .	75
Das Surczycki-Verfahren . . . . .	75
Das Hoesch-Verfahren . . . . .	76

**Die Darstellung des Zement-, Raffinier- und Tiegelstahles.**

Das Zementierverfahren . . . . .	76
Das Schweißen und Raffinieren . . . . .	77
Tiegelstahldarstellung . . . . .	77
Das Umschmelzen im Tiegel . . . . .	77

**Elektrische Stahlerzeugung.**

Verfahren von Stassano . . . . .	78
»    »    Kjellin . . . . .	78
»    »    Röchling-Rodenhauser . . . . .	78
»    »    Hérault . . . . .	78
»    »    Girod . . . . .	78

**III. Abschnitt.****Die Formgebungsarbeiten.****Die Eisen- und Stahlgießerei.**

Anfänge der Eisengießerei . . . . .	79
Das Gießereiroheisen, seine Verwendung und seine Einteilung . . . . .	81
Das Umschmelzen des Roheisens, der Kupolofen . . . . .	82
Das Formen nach Modellen . . . . .	83
Die Formmaschinen . . . . .	85
Das Formen mit Schablonen . . . . .	86
Die Lehmformerei . . . . .	87
Der Hartguß . . . . .	88
Der Stahlformguß . . . . .	88
Der Temperguß . . . . .	89

<b>Die Weiterverarbeitung des schmiedbaren Eisens.</b>		Seite
Das Schmieden (Dampfhammer und Schmiedepresse) . . . . .		90
Das Wesen des Walzens . . . . .		91
Die Erwärmungsvorrichtungen . . . . .		92
Die Erzeugnisse des Walzwerkes . . . . .		93
Die Einrichtung der Walzwerke . . . . .		94
Die Blechwalzwerke . . . . .		95
Die Universalwalzwerke . . . . .		96
Das Grey- und Sackwalzwerk . . . . .		96
Die Kaliber-Walzwerke . . . . .		97
Feineisen- und Drahtwalzwerke . . . . .		97
Kontinuierliche Walzwerke . . . . .		98
Radreifenwalzwerke . . . . .		98
Bandagenwalzwerke . . . . .		98
Die Herstellung von Scheibenrädern . . . . .		99
Die Röhrenwalzwerke . . . . .		99
Das Mannesmannverfahren . . . . .		100
Das Ehrhardtsche Verfahren . . . . .		100
Schutz der Eisenoberfläche . . . . .		101

#### IV. Abschnitt.

#### Die Prüfung des Eisens.

Prüfung des Roheisens . . . . .	103
» » Gußeisens . . . . .	103
» » schmiedbaren Eisens . . . . .	103
Die Zerreißprobe . . . . .	104
Die Biêge- und Schlagprobe . . . . .	106
Brinells Kugeldruckverfahren . . . . .	106
Die Kerbschlagprobe . . . . .	107
Metallographie und Metallmikroskopie . . . . .	107

#### II. Teil.

#### Wirtschaftliche Bedeutung des Eisengewerbes.

<b>Allgemeines</b> . . . . .	109
Roheisenerzeugung der Erde . . . . .	110
Kohlenförderung der Erde . . . . .	113
Kokserzeugung der Erde . . . . .	115

	Seite
Das Eisengewerbe in den einzelnen Ländern . . . . .	117
a) Deutschland einschl. Luxemburg . . . . .	117
Kohlengewinnung . . . . .	117
Kokserzeugung . . . . .	119
Eisenerzförderung . . . . .	119
Roheisenerzeugung . . . . .	120
Ein- und Ausfuhr an Eisen . . . . .	120
Stammbaum der deutschen Eisenindustrie . . . . .	123
Die einzelnen Hauptbezirke der deutschen Eisenindustrie . . . . .	124
b) Großbritannien . . . . .	130
c) Vereinigte Staaten . . . . .	134
d) Frankreich . . . . .	143
e) Belgien . . . . .	145
f) Österreich-Ungarn . . . . .	146
g) Rußland . . . . .	151
h) Schweden . . . . .	154
i) Norwegen . . . . .	159
k) Spanien . . . . .	161
l) Portugal . . . . .	162
m) Italien . . . . .	163
n) Griechenland . . . . .	165
o) Kanada . . . . .	166
p) Übrige Länder . . . . .	167
Algier und Tunis . . . . .	167
Indien . . . . .	167
China . . . . .	167
Japan . . . . .	167
Australien . . . . .	168
Südamerika . . . . .	168
Kuba und Portorico . . . . .	168
Südafrika . . . . .	169
<b>Statistische Zusammenstellungen über Blei, Kupfer, Zink, Zinn, Nickel und Aluminium . . . . .</b>	<b>169</b>
<b>Eisenbahnen und Wasserstrassen . . . . .</b>	<b>170</b>
<b>Das Kartellwesen in der Eisenindustrie . . . . .</b>	<b>174</b>
<b>Arbeiterverhältnisse . . . . .</b>	<b>176</b>
<b>Eisenzölle und Eisenpreise . . . . .</b>	<b>183</b>
<b>Die Zukunft des Eisengewerbes . . . . .</b>	<b>184</b>
<b>Zusammenstellung der Eisenpreise in</b>	
Deutschland . . . . .	188
Großbritannien . . . . .	189
Vereinigte Staaten . . . . .	189
<b>Anhang . . . . .</b>	<b>190</b>

## Inhalts-Verzeichnis zum Anhang.

	Seite
A. Liste der deutschen und luxemburgischen Hochofenwerke . . . . .	190
B. I. » » » » » Flußeisenwerke mit Walz- werken . . . . .	195
II. » » » Stahlformgußwerke . . . . .	200
C. » » » Puddelwerke . . . . .	204
D. » » » » » Trägerwalzwerke . . . . .	206
E. » » » » » Schienenwalzwerke . . . . .	207
F. » » » » » Stabeisenwalzwerke . . . . .	208
G. » » » » » Bandeisenwalzwerke . . . . .	211
H. » » » » » Grobblechwalzwerke . . . . .	212
J. » » » » » Feinblechwalzwerke . . . . .	213
K. » » » » » Drahtwalzwerke . . . . .	215
L. » » » » » Röhrenwalzwerke . . . . .	216
M. » » » » » Röhrengießereien . . . . .	217
N. » » » » » Eisen- und Stahlgießereien . . . . .	218
Baden . . . . .	250
Bayern und Rheinpfalz . . . . .	251
Brandenburg . . . . .	229
Elsaß . . . . .	250
Fürstentum Hohenzollern . . . . .	224
Hannover, Braunschweig, Oldenburg . . . . .	236
Hessen-Nassau und Großherzogtum Hessen . . . . .	234
Lothringen . . . . .	225
Luxemburg . . . . .	225
Mecklenburg . . . . .	231
Ost- und Westpreußen . . . . .	232
Pommern . . . . .	233
Posen . . . . .	226
Rheinland-Westfalen . . . . .	218
Saar . . . . .	225
Sachsen (Provinz), Anhalt . . . . .	242
Sachsen (Königreich) . . . . .	244
Schlesien . . . . .	226
Schleswig-Holstein, Hansestädte . . . . .	239
Siegerland . . . . .	224
Thüringen . . . . .	240
Württemberg . . . . .	248

---

## I. Teil.

---

# Gewinnung und Verarbeitung des Eisens.

---

### 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 gibt es in der Klasse der Metalle ein Element dieses Namens, aber das Eisen, das in den Gewerben verwendet wird, ist kein Element, sondern eine Legierung; denn chemisch reines Eisen wird technisch nicht verwertet, da seine Herstellung einerseits viel zu kostspielig ist, während andererseits das reine Metall sehr weich und dabei äußerst schwer schmelzbar ist. Nur in der Galvanoplastik macht man in beschränktem Maße Gebrauch davon.

Obwohl man unter „Legierungen“ 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 Legierungen gehört unser Eisen.

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

In den Eisenlegierungen finden wir fast ausnahmslos Silizium, 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 Einteilung des Eisens in mehrere Sorten.

Die Chemie lehrte uns zunächst den innigen Zusammenhang kennen, in welchem die Verschiedenheiten der Eisensorten zu der Menge und der Art des gelösten Kohlenstoffes stehen; das Studium des Kleingefüges des Eisens (Metallmikroskopie) aber gab weiteren Aufschluß darüber.

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-kristallinisches Gefüge; das andere ist weiß und aus großblättrigen Kristallen 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, legiert und in diesem Zustande nennen wir ihn Härtingkohle. Erstarrt das Eisen plötzlich, so verbleibt der Kohlenstoff in diesem legierten Zustande; geht aber die Erstarrung und die nachfolgende Abkühlung allmählig vor sich, so trennt sich bei etwa  $1100^{\circ}$  ein mehr oder minder großer Teil des Kohlenstoffes von dem Eisen und kristallisiert zwischen den Eisenteilchen als Graphit aus. Bei weiterer langsam vorschreitender Abkühlung entsteht bei etwa  $700^{\circ}$  eine Verbindung von Eisen- und Kohlenstoff, Eisenkarbid, und nur ein kleiner Rest bleibt im erkalteten Eisen als Härtingkohle gelöst. Die vierte, Temperkohle genannte Form bildet sich im kohlenstoffhaltigen Eisen, wenn es auf helle Glüh-temperatur erhitzt wird; sie besteht aus freien, zwischen den Eisenteilchen sichtbaren Kohlenstoff-Ausscheidungen, die aber nicht kristallisiert, sondern amorph sind.

Unter Zugrundelegung der Menge und der Art des in dem Eisen enthaltenen Kohlenstoffes erhalten wir folgende Einteilung:

- I. **Roheisen**, mit 2,3 % und mehr Kohlenstoff, geht beim Schmelzen aus dem festen Zustand unmittelbar in den dünnflüssigen gießbaren Zustand über; es läßt sich nicht schmieden.

- a) Weißes Roheisen; sämtlicher Kohlenstoff ist als Härtungskohle in dem Eisen gelöst; die Legierung ist sehr hart, spröde, von weißer Farbe und wird in erster Linie zum Zwecke der Umwandlung in schmiedbares Eisen dargestellt; Schmelzpunkt etwa  $1100^{\circ}$  C.
- b) Graues Roheisen, in dem ein mehr oder minder großer Teil des Kohlenstoffes als Graphit oder Temperkohle eingelagert ist. Es ist weicher, zäher, von hellgrauer bis tiefgrauer, selbst schwärzlicher Farbe und wird zum Teil ebenfalls in schmiedbares Eisen verwandelt, zum Teil aber zur Erzeugung von Gußwaren verwendet; Schmelzpunkt etwa  $1200^{\circ}$  C.

II. **Schmiedbares Eisen**, im allgemeinen mit 1,6% und weniger Kohlenstoff ist schmiedbar, strengflüssiger und geht beim Schmelzen allmählich vom festen über den teigförmigen zum flüssigen Zustand über. Man unterscheidet zwei Hauptarten: Stahl und Schmiedeseisen. Der Schmelzpunkt des ersteren liegt bei  $1380^{\circ}$  bis  $1400^{\circ}$ , der des letzteren bei  $1450^{\circ}$  bis  $1500^{\circ}$ . Die Begriffe »Stahl« und »Schmiedeseisen« sind keine feststehenden. Im allgemeinen gilt, daß ein glühendes Stück Stahl durch plötzliche Abkühlung (Eintauchen in Wasser) an Härte zunimmt; Stahl ist also »härtbar«, während Schmiedeseisen diese Eigenschaft nur in ganz geringem Maße zeigt.

Die ehemals übliche Unterscheidung von Stahl und Schmiedeseisen nach dem Gehalte an Kohlenstoff ist heute, wo härtbare Eisensorten mit beträchtlichen Gehalten an Mangan, Silizium, Wolfram, Nickel, Chrom und sehr geringem Kohlenstoffgehalt erzeugt werden, nicht mehr aufrecht zu erhalten; denn da es Zwischenstufen zwischen beiden gibt, 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. In der Praxis pflegt man alles Material mit mehr als 50 kg Zugfestigkeit auf 1 qmm Querschnitt berechnet als Stahl zu bezeichnen.

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 Ausseigern des Eisen-

karbides stattfindet; der gesamte Kohlenstoff wird gezwungen, in der Legierung zu verharren und so die Wirkung hervorzubringen, die ihm den Namen Härtungskohle verschafft hat. Erwärmt man gehärteten Stahl wieder, so seigert je nach der angewendeten Temperatur mehr oder weniger, beim Erhitzen auf  $750^{\circ}$  fast sämtliche Härtungskohle als Eisenkarbid 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.

Berücksichtigen wir nun noch die Art der Gewinnung und den Zustand, in dem sich das schmiedbare Eisen am Ende des Darstellungsprozesses befindet, so erhalten wir die Unterabteilungen: Schweißstahl und Flußstahl, bezw. Schweißeisen und Flußeisen und es ergibt sich folgende Einteilung des technischen Eisens:

#### Technisch verwertetes Eisen

Roheisen, nicht schmiedbar, spröde, leicht schmelzbar (2,3 und mehr Kohlenstoff)		Schmiedbares Eisen, schmiedbar, schwer schmelzbar (0,05 bis 1,6 % Kohlenstoff)	
graues Roheisen (ein Teil des Kohlenstoffes als Graphit ausgeschieden)	weißes Roheisen (ohne Graphit- ausscheidung; der Kohlenstoff ist an Eisen gebunden)	Schlackenhaltiges, durch Zusammenschweißen im teigigen Zustand gewonnenes Material	
halbirtes Roheisen		Schweißeisen (nicht härtbar) kohlenstoffarm, zäh und geschmeidig	Schweißstahl (härtbar) kohlenstoff- reicher, hart
		Flußeisen (nicht härtbar) kohlenstoffarm, zäh und geschmeidig	Flußstahl (härtbar) kohlenstoff- reicher, hart
		Schlackenfreies, im flüssigen Zustand gewonnenes Material	

#### Geschichtliches.

Wie wir aus den Schriften der alten Dichter und Denker wissen, wie uns die Ausgrabungen an vielen einstigen Kulturstätten gezeigt haben, und wie es auch die vergleichende Sprachforschung dartut, waren schon in der grauesten Vorzeit die wichtigsten der Schwermetalle bekannt. So vor allem gewann und schätzte man die Edelmetalle, das Gold und das Silber; von den Nutzmanmetallen verwendete man das Eisen, das Kupfer, das Zinn und das Blei; überdies, wenn auch viel seltener, das Platin, das lang verkannte Quecksilber, sowie das Antimon. Von Legierungen kannten die

Alten eine Goldsilberlegierung, „Elektrum“ genannt, dann die aus Kupfer und Zinn bestehenden Bronzen, ferner das Messing und eine Nickelkupferlegierung, aus welcher Euthydemos, der König von Baktrien, um das Jahr 235 v. Chr. Münzen herstellen ließ.

Wenn wir uns zunächst die Frage vorlegen: „Warum waren es gerade die oben aufgezählten Metalle, welche die alten Kulturvölker so früh erkennen und verwenden gelernt hatten?“, so ist die Antwort darauf nicht schwer. Es sind eben jene Metalle, die in der Natur in gediegenem Zustande vorkommen, und die durch ihren hohen Glanz, ihr auffallendes Gewicht oder durch sonstige besondere Eigenschaften die Aufmerksamkeit des Menschen sehr bald auf sich gelenkt haben.

Allerdings müssen wir uns stets vor Augen halten, daß in früheren Zeiten die Metalle viel häufiger und in viel größeren Mengen in gediegenem Zustande gefunden wurden als heutzutage, wo viele der seit altersher bekannten Metallvorkommen entweder völlig erschöpft oder doch zum größten Teile abgebaut sind. Überall dort dagegen, wo neue Gebiete erschlossen und neue Vorkommen entdeckt wurden, da hat man auch in unserer Zeit recht beträchtliche Mengen gediegener Metalle gefunden.

Wenden wir uns nunmehr den ältesten Nutzmanmetallen, dem Kupfer und Eisen zu, die sich ihren Altersrang in der Kulturgeschichte noch immer streitig machen, so wissen wir, daß diese beiden Metalle auch heute noch am manchen Orten in gediegenem Zustande vorkommen. Das Kupfer beispielsweise findet sich im Ural, in Sibirien, in Japan und an anderen Orten, vor allem aber am Oberen See im Staate Michigan, woselbst Klumpen gediegenen Kupfers bis 1500 kg und darüber garnicht selten gewesen sein sollen. Auch das Eisen kommt in der Natur in gediegenem Zustande vor und zwar erstens als terrestrisches Eisen, d. h. aus dem Innern der Erde stammendes Eisen, und zweitens als Meteor-eisen, d. i. aus dem Weltenraume herrührendes Metall.

In welchen Mengen man das natürliche Eisen, wie wir das gediegene Eisen im Gegensatz zu allem künstlich hergestellten Eisen kurz nennen wollen, an manchen Orten gefunden hat, das mögen folgende Zahlen andeuten. Im August des Jahres 1870 fand der berühmte schwedische Forscher A. E. Nordenskjöld auf der Insel Disko an der Westküste von Grönland am Fuße eines Basaltrückens mehrere löse Eisenmassen bis zu 560 Ztr. Gewicht; auch

der nebenanstehende Basalt enthielt Eisenklumpen im Gewicht bis zu 75 kg. Die Analyse ergab neben 92,91 % Eisen, 3,29 % Kohlenstoff, 0,26 % Schwefel, 0,19 % Kupfer sowie 2,66 % Nickel und 0,69 % Kobalt; wir haben es somit mit einem natürlich vorkommenden Nickeleisen zu tun, wie sich ja auch das Meteoreisen durch einen größeren oder geringeren Gehalt an Nickel auszeichnet.

Daß man schon vor Jahrhunderten, ja selbst vor Jahrtausenden große Meteoreisenmassen gefunden und zum Teil auch aufbewahrt hat, ist eine ganz bekannte Tatsache. Das allerschwerste Stück Meteoreisen, das bisher bekannt geworden ist, stammt aus einem Hochtal der Sierra Madre am Westabhange der Kordilleren, sieben Meilen westlich von der alten Bergstadt Bacubirito; es hat ein Gewicht von rund 50 000 kg. Das Gewicht aller bekannten Meteoreisenmassen der Welt wird zusammen zu rund 200 000 kg veranschlagt.

Die Frage, in welcher Reihenfolge der Mensch die Metalle kennen und verarbeiten gelernt hat, läßt sich in dieser allgemeinen Fassung nicht so ohne weiteres beantworten. Was uns Hesiod von den vier Zeitaltern, dem goldenen, dem silbernen, dem ehernen und dem eisernen erzählt, ist nur als feinsinnig erfundenes Märchen hinzunehmen; als gleichfalls abgetan kann man aber auch die Lehre von den drei Zeiten: der Steinzeit, der Bronzezeit und der Eisenzeit betrachten, denn es ist den Gelehrten, die diese Einteilung aufgestellt haben, nie gelungen, einen einwandfreien Beweis für die Richtigkeit dieser Dreiteilung zu erbringen. Schon aus rein technischen Gründen muß der Bronzezeit eine Kupferzeit vorausgegangen sein; ob dieser aber eine Eisenzeit vorangegangen oder gefolgt ist, das ist noch eine unentschiedene Frage. Soviel steht indessen fest, daß die Menschen schon seit sehr langen Zeiten mit dem Eisen — und zwar wahrscheinlich zuerst mit dem gediegenen, vom Himmel gefallenen Eisen, dem Meteoreisen — vertraut waren. Als direkter Beweis hierfür ist das älteste aus historischer Zeit stammende Stück Eisen anzuführen; es ist jenes, das der Engländer Hill im Jahre 1837 in einer Steinfuge der berühmten Cheopspyramide in Aegypten gefunden hat, und welches das stattliche Alter von 4900 Jahren besitzt. Bei der chemischen Untersuchung ergab das Material den für Meteoreisen charakteristischen Nickelgehalt, ist also offenbar meteorischen Ursprungs. Meteoreisen hat man auch in prähistorischen Grabhügeln zu Anderson in Ohio und in Oktibeha County

gefunden; es besitzt einen Nickelgehalt von 60% und zeigt auch noch andere charakteristische Eigenschaften des Meteoreisens.

Meteoreisen wurde zu allen Zeiten verarbeitet. Kapitän Ross fand im Jahre 1819 bei Eskimos Eisengeräte aus natürlichem Eisen; auch die mexikanischen Indianer im Tolukatale verfertigten sich Hämmer und Ackergeräte aus diesem Metall. Die Neger am Senegal, die Jakuten in Sibirien und noch andere Völkerstämme haben nachgewiesenermaßen große Mengen des genannten Materials zu allerlei Gebrauchsgegenständen verschmiedet. Die Zahl der Beispiele ließe sich sehr leicht vermehren, hier nur noch zwei. In den vierziger Jahren des verflossenen Jahrhunderts wurden im Arvaer Komitat in Ungarn am Fuße der Magurah große Mengen von Meteoreisen gefunden und etwa 32 Ztr. davon verschmolzen. Auch die ursprünglich 1600 bis 1700 kg schwere Eisenmasse von Bitburg wurde 1807 zum allergrößten Teile auf dem Pluviger-Hammer bei Trier eingeschmolzen. Kalt war das Eisen gut hämmerbar, aber die umgeschmolzene Masse ließ sich nicht verschmieden; das Eisen enthielt neben 13% Nickel und Kobalt noch über 5% Schwefel. Der Umstand, daß in der neuen Welt viel mehr Meteoreisen gefunden worden ist, als in der alten, spricht offenbar dafür, daß die ehemaligen Kulturvölker recht wohl verstanden haben, diese Metallmassen für ihre Zwecke zu verarbeiten.

Wann und wo man das Eisen zuerst aus seinen Erzen dargestellt hat, das vermag niemand zu sagen. Die erste Kenntnis des Eisens geht eben weit in die vorgeschichtliche Zeit zurück, und weil sich die Menschen des Anfangs der Eisenverarbeitung nicht mehr erinnerten, so schrieben die meisten Völker die Erfindung der Eisenbereitung einem Gotte oder einem göttlichen Wesen zu, die Aegypter dem Osiris, die Griechen dem Prometheus, die Römer dem Vulkan, die Germanen dem Odin usw. Die heilige Schrift nennt Thubalkain zuerst als einen Meister in allerlei Erz- und Eisenwerk.

Die Eisendarstellung im Altertum war, soweit sich dieselbe historisch nachweisen läßt, höchst einfach. Durch Schmelzen von reinen Eisenerzen mit Holzkohlen in Gruben oder kleinen aus Lehm oder Stein erbauten Öfen, deren Höhe mitunter nicht über  $\frac{1}{2}$  m hinausging, erhielten die Alten einen Klumpen Eisen, der nach seiner Fertigstellung aus dem Ofen herausgehoben und auf höchst primitive Weise ausgeschmiedet und weiter verarbeitet

wurde. Dieselben Einrichtungen findet man heute noch bei den unkultivierten Völkerstämmen Afrikas, sowie in Zentral-Indien und in anderen Gegenden der Erde. Solange man keine Gebläse kannte, bediente man sich des natürlichen Luftzuges und baute deshalb die Öfen gern auf Bergspitzen oder an Bergabhängen, wo manchmal noch heute Schlackenhalde und sonstige Überreste des alten Betriebes gefunden werden. Das Produkt war ein unreiner, oft stahlartiger Eisenklumpen, der mit viel Schlacke ausgebrochen und durch wiederholtes Schmieden gereinigt wurde. Später, mit zunehmender Kultur, bediente man sich zum Anfachen der Kohlen einfacher Handfächer oder Blasebälge. Man mauerte die Schmelzherde oder Öfen aus Lehm oder Steinen auf und führte den Wind durch eine in geringer Höhe über dem Boden angebrachte Öffnung in den Ofen, während eine zweite, an der tiefsten Stelle angeordnete Öffnung zum Ablassen der Schlacke diente. Anfangs wurden die erwähnten Blasebälge von Menschen bewegt und selbst heute gibt es in Zentral-Asien und Afrika solche einfache, aus einem Ziegenbalg bestehende Gebläse. Das Aufziehen geschieht dabei gewöhnlich durch einen



Abb. 1. Stückofen aus dem 16. Jahrhundert.

Lederriemen mit der Hand, während das Zusammendrücken durch Treten mit den Füßen erfolgt. Erst im Mittelalter wurde die Wasserkraft zum Betrieb der Gebläse verwendet. Die frühesten Nachrichten darüber stammen aus Steiermark, woselbst schon im 13. Jahrhundert Wasserräder zum Antrieb der Gebläse in Anwendung gestanden haben sollen; der Name „Radwerk“ aber erscheint daselbst zum erstenmal i. J. 1439.

Das Verschmelzen der Eisenerze in solchen Schachtöfen, die man als „Stück- oder Wolföfen“ bezeichnete, wurde in der Weise durchgeführt, daß man nach und nach soviel Erz mit Holzkohlen einschmolz, bis sich ein mehr oder minder stahlartiger Eisenklumpen, „Wolf“ genannt, von 200 bis 300 kg Gewicht gebildet hatte. Alsdann wurde der Wind abgestellt, der Wolf durch eine unten am Ofen befindliche Öffnung herausgenommen und verarbeitet. Dabei wurden täglich drei solcher Stücke fertiggestellt. Die vorstehende Abbildung 1 zeigt einen derartigen in Kärnten befindlichen, aus dem 16. Jahrhundert stammenden Stückofen. Außer diesen Schachtöfen verwendeten die alten Hüttenleute auch noch niedrige grubenartige Öfen, sogenannte „Feuer“ zur Darstellung des schmiedbaren Eisens aus Erzen, wobei ein schräg geneigtes Rohr den Wind zuführte. Vor den Schachtöfen hatten die Feuer den Vorteil der bequemerer Arbeit voraus. In Elbingerode im Harz hat sich diese Eisengewinnung bis zum Jahre 1750 erhalten und im Anfang des 19. Jahrhunderts gab es solche Rennfeuer noch in Mittelschlesien, sowie im Königreich Sachsen. Gegenwärtig aber sind sie allenthalben längst außer Gebrauch gekommen.

In dem Maße, wie einerseits der Eisenverbrauch zunahm und man andererseits mehr und mehr dahingelange, statt der reinen, leichtflüssigen Erze auch die schwerer verhüttbaren Materialien zu verarbeiten, hat man die Höhe der Stücköfen vergrößert, und so entwickelten sich allmählich die heutigen „Hochöfen“. Zu Anfang des vorigen Jahrhunderts verminderte sich bei uns die Zahl der Stücköfen infolge ihres hohen Kohlenverbrauches und nur in den Alpenländern sowie in Skandinavien erhielten sich die kleinen Öfen noch längere Zeit. Am Erzberg in Steiermark wurde beispielsweise dieser Betrieb bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts fortgeführt, während in Kärnten die letzten Stücköfen erst 1847, und zwar gegen den Willen der Arbeiter, zum Stillstand gebracht wurden. Am längsten haben sich die Rennfeuer, allerdings in wesentlich verbesserter Form, in den Vereinigten Staaten erhalten, woselbst es im Jahre 1882 noch 68 Rennherde gab, die insgesamt über 48 000 t Eisen lieferten.

Die Form der ersten Hochöfen war sehr einfach und noch jetzt zeigen kleine Holzkohlenhochöfen dieselbe Gestalt, nämlich die zweier abgestumpfter Kegel, die mit ihren breiten Grundflächen zusammenstoßen. Nachdem man einmal gelernt hatte,

durch bessere Gebläse bedeutendere Windmengen zu erzeugen, wurde auch die Höhe dieser Öfen nach und nach vergrößert, sie stieg anfangs auf 3 bis 4 m, dann auf 5 bis 6 m, bis man heute bei Hochöfen von mehr als 30 m Höhe, 700 cbm Fassungsraum und rund 600 t Tagesleistung angelangt ist. Die Anwendung besserer Gebläse hatte aber nicht allein zur Folge, daß die Produktion der Öfen gesteigert wurde, es fand infolge der erhöhten Windpressung auch eine viel günstigere Wärmeausnutzung statt, und diese verursachte, daß die Temperatur im Ofen bis zur Schmelzhitze stieg, und so kam es vielleicht ganz zufällig, daß man an Stelle des bisherigen teigigen Eisenklumpens ein flüssiges Endprodukt, das geschmolzene Roheisen erhielt. Aus einer Siegener Renterechnung vom Jahre 1417 geht hervor, daß schon damals auf drei Hütten im Fürstentum Siegen Wasserkraft verwendet und Roheisen erzeugt worden war. Da letzteres wie Schlacke abfloß, sah man es anfangs für verunreinigtes Eisen an und gab es mit dem Erz nochmals zum Schmelzen auf; erst später lernte man dessen vortreffliche Eigenschaften kennen und zur Herstellung der verschiedensten Gußwaren verwenden. Sehr bald fand man aber auch, daß durch wiederholtes Umschmelzen der bei dem Vergießen des Eisens entstehenden Abfälle das Produkt allmählich seine Eigenschaften veränderte; aus dem spröden, leicht schmelzbaren „Gußeisen“ wurde ein schmiedbares, sehr zähes und dehnbares Material, das „Schmiedeseisen“.

Obwohl mit der Einführung der durch Wasserkraft betriebenen Gebläse schon ein großer Fortschritt erzielt worden war, so trat eine durchgreifende Änderung in der Eisenerzeugung doch erst ein, als man durch das allmähliche Schwinden der Holzbestände gezwungen wurde, statt der bisher allgemein üblichen Holzkohle, die Steinkohle bzw. den Koks als Brennmaterial zu verwenden. In diese Zeit des ersten Aufschwungs in der Eisenindustrie fällt auch die epochemachende Erfindung der Dampfmaschine, die es erst ermöglichte, sich von der an eine bestimmte Örtlichkeit gebundenen Wasserkraft unabhängig zu machen. Obwohl die Leistung der älteren Hochöfen im Verhältnisse zu der Erzeugungsfähigkeit der modernen Anlagen eine nur verschwindende war, (zu Ilsenburg im Harz lieferte beispielsweise gegen Ende des 16. Jahrhunderts der dortige Hochofen täglich etwa nur 750 kg Roheisen, also etwa nur den 500sten Teil eines der neuen Öfen in

Rheinhausen) so wurde schon damals die Massenerzeugung angebahnt, ein Umstand, der nicht zu unterschätzen ist.

Von dem Augenblick an, als man gelernt hatte, aus dem Roheisen das Schmiedeisen herzustellen, verließ man den oben beschriebenen Weg der sogenannten „direkten Darstellung“ des Schmiedeisens aus Eisenerzen, und erzeugte es fast ausschließlich durch Umschmelzen von Roheisen. Zur Durchführung dieses Umwandlungsprozesses, welchen man als „Frischen“ bezeichnete, diente das „Frischfeuer“. Es war ähnlich dem früher beschriebenen „Feuer“ eingerichtet; als Brennmaterial diente ausschließlich Holzkohle. Das Frischfeuerisen zeichnete sich durch ganz besondere Zähigkeit und Dehnbarkeit aus, welchem Umstande es auch ausschließlich zu verdanken ist, daß sich der Frischprozeß, der sehr kostspielig ist, noch bis in die Jetztzeit erhalten hat, obwohl er nur noch vereinzelt in den Alpenländern und in größerem Umfange in Schweden in Anwendung steht.

Als nämlich im Verlaufe des 18. Jahrhunderts der Bedarf an schmiedbarem Eisen sehr zugenommen hatte und die Wälder immer spärlicher, die Holzkohlen demgemäß immer seltener und teurer wurden, war man eifrig bemüht, auch hier ähnlich wie beim Hochofenbetrieb mineralische Brennstoffe zur Anwendung zu bringen. Nach vielen vergeblichen Versuchen war man zu der Einsicht gekommen, daß im gewöhnlichen Frischfeuer, wo das Eisen mit dem Brennmaterial in unmittelbarer Berührung ist, sich die Steinkohlen nicht anwenden lassen, und zwar aus dem Grunde, weil die Verunreinigungen derselben das fertige Material verschlechtern. Wollte man also mit Steinkohlen oder Braunkohlen arbeiten, so war man gezwungen, einen Ofen zu bauen, bei welchem das schmelzende Eisen nicht unmittelbar mit dem Brennstoff, sondern nur mit dessen Flamme in Berührung kommt. Als Vorbild dienten die bei der Darstellung anderer Metalle schon seit langer Zeit benutzten „Flammöfen“. Durch die gegebenen Verhältnisse angeregt, erfand der Engländer Henry Cort 1784 das „Flammofenfrischen“ oder, wie es auch heißt, das „Puddeln“ (von dem englischen Zeitwort to puddle = umrühren abgeleitet), der neue Ofen aber selbst erhielt die Bezeichnung „Puddelofen“. Wenn auch gegenwärtig das Puddeln nicht mehr in der von Cort erfundenen primitiven und unrationellen Weise ausgeführt wird, sondern durch die wichtigen Verbesserungen von Baldwin Rogers

und Joseph Hall das Verfahren eine teilweise Umgestaltung erfahren hat, so sind wir doch dem ersten Erfinder dieser epochemachenden Neuerung, der, nebenbei bemerkt, nicht den geringsten materiellen Vorteil aus seiner Erfindung zog und 1800 in größter Not starb, zu großem Dank dafür verpflichtet, daß er den Weg zeigte, um in derselben Zeit und mit der gleichen Arbeiterzahl, jedoch bei viel geringerem Brennmaterialverbrauch etwa die zehnfache Menge Schmiedeeisen zu erzeugen, wie man im Frischfeuer herzustellen vermochte.

Nach Einführung des Puddelprozesses gewann England, woselbst, um bildlich zu sprechen, Eisenstein und Kohle aus demselben Schacht gefördert wurden, mit seiner Eisenindustrie einen gewaltigen Vorsprung vor jener des europäischen Festlandes. Durch die Einführung des Flammofenprozesses wurden die Produktionsverhältnisse mit einem Schlage andere als früher. Solange man nämlich das Schweißisen nur in Frischherden herstellen konnte, war man gezwungen, die Eisenerzeugung auf viele Punkte, meist in recht abgelegene Täler zu verteilen, weil man an einem Punkte nicht die nötige Menge von Holzkohle zusammenbringen konnte, um den Betrieb in großartigem Maßstabe durchzuführen. Mit der Erfindung des Flammofenfrischens war nunmehr zum ersten Male die Möglichkeit geboten, den Betrieb an einzelnen besonders günstig gelegenen Orten zu konzentrieren. Mit dieser Konzentrierung der Schweißisenfabrikation war aber auch wiederum die Möglichkeit geboten, mehr Geld auf die maschinellen Einrichtungen der Hüttenwerke zu verwenden und damit war der Zeitpunkt gekommen, die alten „Hämmer“ durch moderne „Walzwerke“ zu ersetzen, und in der Tat wurden erst nach Einführung des Puddelprozesses wesentliche Fortschritte in der Weiterverarbeitung des Eisens erzielt. Kurz, es ging die Eisenerzeugung aus den Händen des Kleinbetriebes in die der Großindustrie über! Erst von diesem Zeitpunkt an zählt das moderne Eisenhüttenwesen, das sich dann in dem jüngst verflossenen Jahrhundert zu einer nie geahnten Höhe entwickelt hat. In den Jahren 1815 bis 1820 wurde der Puddelprozeß bei uns in Deutschland, in Belgien und Frankreich eingeführt, in den Jahren 1826 bis 1828 dann auch in Steiermark und Kärnten.

England hatte mittlerweile auch auf den übrigen Gebieten der Eisenindustrie die Führerschaft übernommen. Während Deutschland

politisch zerrissen war und die durch Jahrhunderte lange Kriege hervorgerufene Erschöpfung der Entwicklung des Eisenhandels hemmend im Wege stand, war in England infolge seiner außerordentlichen Kapitalkraft bereits eine für die damalige Zeit außerordentlich großartige Ausdehnung der Werke erfolgt und das gesamte Eisengewerbe stand dort in hoher Blüte. Namentlich zu Anfang der 40er Jahre des vorigen Jahrhunderts drohte die englische Eisenindustrie die deutsche vollständig zu unterdrücken. Unter diesen Umständen entschloß sich im Jahre 1848 der Zollverein zur Einführung eines Schutzzolles auf Eisen und es begann dann auch infolge dieser Maßregel nach langen Jahren sich wieder ein Aufschwung in unserem Eisengewerbe bemerkbar zu machen, und bereits in den 60er Jahren hatte die deutsche Eisenindustrie einen Teil des Vorsprungs, den England voraus hatte, wieder eingeholt. In den 40er Jahren hatte man schon in Westfalen angefangen, im Puddelofen außer dem weichen „Puddeleisen“ auch harten „Puddelstahl“ zu erzeugen und auf der Londoner Ausstellung des Jahres 1851 setzten die ausgestellten Proben deutschen Puddelstahles die Fachleute in gerechtes Erstaunen. Ergänzend sei hinzugefügt, daß schon vorher, nämlich seit 1835 auf einem Eisenwerk in Kärnten gleichfalls Puddelstahl fabriziert worden war.

Sowohl beim Herdfrischen als auch beim Puddelverfahren kann die Umwandlung von Roheisen in schmiedbares Eisen nur unter Mitwirkung von atmosphärischer Luft erfolgen; beide Arbeitsweisen unterscheiden sich im wesentlichen nur durch die Art, wie Roheisen und Luft miteinander in Berührung gebracht werden. Henry Bessemer kam nun um 1855 auf den Gedanken, diese Einwirkung der Luft dadurch erheblich kräftiger zu gestalten, daß er letztere nicht auf das geschmolzene Eisen sondern durch die flüssige Metallmasse blies. Heute, nachdem wir mehr als 50 Jahre lang die Früchte jener genialen Erfindung genießen, welche zum bleibenden Andenken an ihren Urheber mit dem Namen „Bessemer-Prozeß“ belegt wurde, und nachdem im Jahre 1906 in den drei führenden Ländern, Vereinigte Staaten, Deutschland und Großbritannien ungefähr 20 Millionen Tonnen Bessemerstahl erzeugt werden, müssen wir uns fast wundern, daß man nicht früher auf denselben Einfall gekommen ist, Luft durch das flüssig gemachte Roheisen hindurchzupressen, um den Läuterungsprozeß, der im Puddelofen recht langsam erfolgt, mit Gewalt zu beschleunigen.

Aber auch hier bestätigt sich der Ausspruch Liebig's: „Unzählige Keime des geistigen Lebens erfüllen den Weltraum, aber nur in einzelnen, seltenen Geistern finden sie den Boden zu ihrer Entwicklung; in ihnen wird die Idee, von der niemand weiß, von wo sie stammt, in der schaffenden Tat lebendig.“

Wie fast jede wirklich große Erfindung einen Sturm von Meinungen erzeugt, die für und gegen sind, so war es auch im vorliegenden Falle, und merkwürdigerweise waren es die englischen Hüttenleute selbst, die dem Bessemerverfahren nur geringes Vertrauen entgegenbrachten. Der unschätzbare Wert dieses Prozesses liegt hauptsächlich darin, daß auf einfache Weise und mit verhältnismäßig geringen Kosten Eisen und Stahl als Massenprodukt hergestellt wird. Während in einem Puddelofen in 24 Stunden etwa 3000 bis 4000 kg Eisen erzeugt werden können, liefert der zum Bessemern dienende Apparat in der gleichen Zeit wohl das zweihundertfache an Stahl. Ein weiterer Vorteil des „Windfrischens“, wie man das Bessemerverfahren auch nennt, ist der, daß es kein besonderes Brennmaterial erfordert, denn die eingeblasene Luft, bezw. deren Sauerstoffgehalt, bewirkt eine so rasche Verbrennung der zu entfernenden Bestandteile des Roheisens, daß die dadurch erzeugte Wärme groß genug ist, um das durch eben diese Verbrennung gereinigte Metall längere Zeit flüssig zu erhalten. Ein dritter, nicht zu unterschätzender Vorteil besteht endlich darin, daß die schwere Handarbeit, die einen Hauptfaktor bei der Puddelei bildet, hier ganz wegfällt, wodurch die Güte des Endproduktes nicht mehr von der Geschicklichkeit des einzelnen Arbeiters abhängig ist.

Hatten sich die Hüttenleute anfänglich der Erfindung Bessemers gegenüber skeptisch verhalten, so schlug ihre Ansicht nach seinen ersten Erfolgen rasch in das Gegenteil um, und es fehlte nicht an Stimmen, die dem Puddelprozeß den baldigen Untergang prophezeiten, doch auch hier war dafür gesorgt, daß die Bäume nicht in den Himmel wachsen. Vor allem stellte sich die Ansicht Bessemers, aus jedem Roheisen sei guter Stahl zu erzeugen, als Irrtum heraus; man war vielmehr auf die Verwendung der reinsten Eisensorten beschränkt und seine Erfindung kam daher zunächst nur wenigen bevorzugten Hüttenbezirken zugute. Erst durch eine weitere Erfindung seiner Landsleute Thomas und Gilchrist gelang es 1878, das Verfahren auch für phosphorhaltiges Roheisen brauchbar zu gestalten.

Neben dem Bessemer-Prozeß hat das Siemens-Martin-Verfahren Hauptanteil an der gegenwärtigen Massenerzeugung von Eisen und Stahl, ja es scheint sogar, als ob letzteres den Windfrischprozeß allmählich ganz verdrängen wollte. Das genannte Verfahren besteht in seiner ursprünglichen Form darin, durch Zusammenschmelzen von Roheisen mit Schmiedeeisen Stahl zu erzeugen. Zum Schmelzen dient ein mit Gas beheizter Herdofen besonderer Bauart, der unter dem Namen „Martinofen“ oder „Siemens-Martin-Ofen“ bekannt ist. Während die Apparate, in denen der Windfrischprozeß durchgeführt wird, in der Regel 12 bis 25 t fassen, ist man bei den neuesten Martinöfen bis zu Einsätzen von 100 t und darüber gegangen.

Hat die bisher geschilderte Entwicklung der Eisenerzeugung eine fortgesetzte Steigerung der Produktion ergeben, so liegt ihre weitere Aufgabe in der fortschreitenden Verbesserung der Erzeugnisse; vielleicht ist es der Elektrizität, diesem „Mädchen für alles“ vorbehalten, einen entscheidenden Schritt nach vorwärts zu tun. Der Anfang ist bereits getan; die mit den elektrischen Stahlschmelzöfen bisher erzielten Erfolge lassen das Beste hoffen.

## I. Abschnitt.



### Die Darstellung des Roheisens.

#### Die Rohstoffe.

Nach einer von Professor J. H. L. Vogt revidierten Berechnung des amerikanischen Naturforschers Clarke ist das Mengenverhältnis der die Erdkruste, einschließlich Meer und Luft, zusammensetzenden Elemente folgendes:

Sauerstoff . . .	50	%	Kohlenstoff . . .	0,20	%
Silizium . . .	26	"	Chlor . . .	0,175	"
Aluminium . . .	7,45	"	Phosphor . . .	0,08	"
Eisen . . .	4,20	"	Mangan . . .	0,07	"
Kalzium . . .	3,25	"	Schwefel . . .	0,06	"
Magnesium . . .	2,35	"	Barium . . .	0,03	"
Natrium . . .	2,40	"	Stickstoff . . .	0,02	"
Kalium . . .	2,35	"	Fluor . . .	0,03	"
Wasserstoff . . .	0,90	"	Chrom . . .	0,01	"
Titan . . .	0,30	"	Nickel . . .	0,005	"

Alle übrigen Elemente treten in noch erheblich kleineren Mengen auf.

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

In metallischer Form kommt Eisen, wie bereits in der Einleitung erwähnt, 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 Tätigkeit aus früheren Jahrhunderten, oder, wenn dies ausgeschlossen ist, meist Meteoreisen, das dann als solches an dem nie fehlenden Nickel-

gehalte leicht zu erkennen ist. Alles technisch verwertete Eisen muß deshalb aus Eisenverbindungen, den Eisenerzen, hergestellt werden, und diese sind zum Glück in der Natur so verbreitet, daß, wenn die sonstigen Bedingungen für die Eisenerzeugung überall günstig wären, kein Volk gezwungen sein würde, Eisen von fremden Nationen zu kaufen.

Während man sowohl im gewöhnlichen Leben als auch in der Mineralogie mit dem Ausdruck „Erz“ ganz allgemein ein metallhaltiges Mineral bezeichnet, knüpft der Hüttenmann, wenn er von „Erzen“ spricht, stets noch ganz bestimmte Bedingungen daran. So verlangt er zunächst, daß die betreffenden Mineralien in so bedeutenden Mengen vorkommen und so reich an Metall sind, daß man letzteres im großen Maßstabe und auf gewinnbringende Weise daraus herstellen kann. Demnach ist z. B. der von gewissen Eisenverbindungen rot gefärbte und in sehr großen Mengen vorkommende Sandstein mancher Gegenden — der sogen. „Buntsandstein“ — trotz seines Eisengehaltes kein Erz; ja selbst ein Basalt, der schon so viel Eisen in Form von eingesprengtem Magnetit enthält, daß er auf eine in die Nähe gebrachte Magnetnadel intensiv einwirkt, ist noch nicht als „Eisenerz“ anzusprechen. Der Schwefelkies hingegen, der in reinem Zustand sogar 46,7 % Eisen enthält, ist deshalb nicht als Eisenerz zu bezeichnen, weil er nicht weniger als 53,3 % Schwefel in sich birgt, der den Kies zur Eisendarstellung völlig unbrauchbar macht. Andererseits gibt es sehr viele wirkliche Eisenerze, die aber so abseits von Verkehrswegen liegen, daß sie aus diesem Grunde zurzeit keinerlei praktische Bedeutung für die Eisenindustrie besitzen.

Abgesehen von dem Metallgehalt der Erze und ihrer Menge spielen also, wie wir gesehen haben, auch die örtlichen Verhältnisse der Erzlagerstätten, ihre Entfernung von Wasserstraßen und Eisenbahnen einerseits, sowie von dem nächsten Kohlenvorkommen andererseits, eine sehr große Rolle bei der Beurteilung der Frage, ob und inwieweit ein Erz für die Industrie von Bedeutung ist. Von Wichtigkeit ist ohne Zweifel auch das geologische Vorkommen der Erze, und im Zusammenhang damit die Frage nach den Kosten ihrer bergmännischen Gewinnung, denn es ist klar, daß die Gesteungskosten dort, wo die Erze frei zu Tage anstehen und ähnlich wie in einem Steinbruch gewonnen werden können, sich viel günstiger gestalten werden, als in einem anderen Falle, wo die

Erze mittels kostspieliger Schachtanlagen oder durch Stollen aus dem Innern der Erde herausgeholt werden müssen.

Für die Beurteilung eines Eisenerzes kommt aber nicht nur die Menge des aus ihm zu gewinnenden Eisens in Betracht; von großer Bedeutung ist vielmehr auch die Form, in der das Eisen im Erz enthalten ist, also die betreffende chemische Verbindung, in welcher das Eisen in den verschiedenen Erzarten auftritt. Je nach ihrer chemischen Zusammensetzung und ihrer ursprünglichen Beschaffenheit lassen sich manche Erze leicht und ohne jede besondere Vorbereitung verschmelzen, während andere dagegen nur schwer und erst nach entsprechender Vorbereitung zu verhütten sind. Zu erwähnen ist hier auch noch der Zusammenhalt und das Gefüge der Erze. In großen Stücken vorkommendes Erz muß vor der Verhüttung entsprechend zerkleinert werden; feinkörniges oder gar pulverförmiges Erz stört den Gang des Hochofens. Von Wichtigkeit sind ferner die neben den eigentlichen Metallverbindungen in den Erzen vorhandenen schlackenbildenden Erdarten. Die einen Erze sind mehr oder minder reich an Kalk, die anderen hingegen besitzen eine größere oder geringere Menge von Kieselsäure; wieder andere enthalten viel Tonerde; — (schädlich ist z. B. ein Übermaß dieser Stoffe, besonders der Kieselsäure) —, manche sind reich an Schwefel-, Phosphor- oder Titansäure usw. Eine ganz besonders wichtige Rolle spielt der Phosphorgehalt der Erze, weil bei der Darstellung des Eisens nur ein Teil des Phosphors abgeschieden werden kann, und phosphorhaltiges Roheisen für manche hüttenmännische Prozesse, z. B. für den sauren oder Bessemerprozeß gänzlich unbrauchbar ist, während zur Durchführung des basischen, des sogenannten Thomasprozesses hingegen ein gewisser Phosphorgehalt unbedingt erforderlich ist. Im allgemeinen kann man sagen, die Eisenerze sollen keine solchen fremden Körper enthalten, welche bei der Eisendarstellung in das gewonnene Eisen übergehen und dieses dann unbrauchbar machen. Aus diesem Grunde ist z. B. der Arsenkies, der neben 34% Eisen auch noch 46% Arsen enthält, kein Eisenerz, weil man nicht imstande ist, das Arsen vom Eisen zu trennen, und schon ein sehr geringer Arsengehalt dem Eisen schädlich ist. Ein hoher Schwefelgehalt der Erze ist gleichfalls von Übel. Wird der Schwefelgehalt derselben nicht durch Rösten entfernt oder beim Verschmelzen der Erze im Hochofen von dem zugesetzten Kalk aufgenommen oder

an Mangan gebunden und in die Schlacke übergeführt, so bleibt er im Roheisen bzw. geht er auch noch in das Schmiedeisen und den Stahl über, wodurch diese Materialien rotbrüchig, d. h. bei höheren Temperaturen spröde werden.

Unter Berücksichtigung der im Vorstehenden besprochenen Punkte können wir sagen:

Der Eisenhüttenmann versteht unter „Eisenerz“ alle diejenigen in der Natur vorkommenden Verbindungen, welche Eisen in solcher Menge und in einer solchen Beschaffenheit enthalten, daß sie als Rohstoffe für die fabrikmäßige Darstellung des Eisens mit ökonomischem Vorteil benutzt werden können. Nach dem gegenwärtigen Stand der Technik kann man annehmen, daß ein Mineral nur dann als Eisenerz angesehen werden kann, wenn es bei einem gewissen, noch näher zu besprechenden Mindest-Eisengehalt in solcher Menge an einem Orte vorkommt, daß im Jahre wenigstens 1000 t Roheisen gewonnen werden können.

Der noch zulässige Eisengehalt der Erze ist in den verschiedenen Industriebezirken recht verschieden. Während man in Oberschlesien früher Erze mit nur 22 bis 23 % Eisen regelmäßig verschmolzen hat, verarbeitet man jetzt bei uns in Deutschland meist Erze, deren Eisengehalt zwischen 28 und 45 % schwankt. In den österreichischen Alpenländern sieht man einen mittleren Eisengehalt von 40 % als normal an; in den Vereinigten Staaten, am Oberen See hat man hingegen bis vor etlichen Jahren nur jene Erze verschmolzen, die etwa 62 bis 68 % Eisen enthielten. Eisensteine von geringerem Metallgehalt ließ man einfach in den Erzgruben zurück, so daß diese Erze aller Wahrscheinlichkeit nach unwiederbringlich verloren sind.

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

1. Der Magneteisenstein, Eisenoxyduloxyd, ein in der Regel sehr reiches und reines Erz, dessen Vorkommen in Deutschland von geringer Bedeutung sind. Um so größere Wichtigkeit besitzen die riesigen Lagerstätten in Mittel- und Nord-Schweden (Grängesberg, Gellivara), von woher es auch vielen hinsichtlich der Frachtverhältnisse günstig gelegenen deutschen Hütten zugeführt wird. In beträchtlichen Mengen kommt dieses Erz außerdem in Süd-Spanien und im Ural vor.

2. Der Roteisenstein, das wasserfreie Oxyd, das an der Sieg, Lahn und Dill in sehr großem Maßstabe, in geringerem im Sauerlande, an der Porta Westphalica, im Thüringer Wald, im Harz und im Erzgebirge gewonnen, in recht bedeutenden Mengen auch aus Nordspanien (vom Sommorostro bei Bilbao) und aus Nordafrika in Deutschland eingeführt wird. Hochberühmt sind ferner die Roteisensteine (Eisenglanz) der Insel Elba, ferner die Vorkommen in Cumberland und Lancashire, sowie die ausgedehnten Lagerstätten am Obern See in Nordamerika.

3. Das verbreitetste Eisenerz, der Brauneisenstein, ist ein wasserhaltiges Oxyd, das teils durch Verwitterung aus dem sogleich zu erwähnenden Eisenspat oder aus Schwefelkies entstanden, teils aus wässerigen Eisenlösungen mit oder ohne Zutun 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 des vorigen Jahrhunderts die niedrigst bewerteten Erze. Seit aber durch das Thomasverfahren phosphorreiches Roheisen in das reinste Schmiedeeisen verwandelt werden kann, ist ihr Wert so sehr gestiegen, daß sie heute zu den unentbehrlichsten Rohstoffen unserer Eisenhütten zählen. Leider sind die Vorräte an Rasenerz in der norddeutschen und holländischen Tiefebene so gut wie völlig aufgebraucht und wir für gewisse Zwecke fast ausschließlich auf die unerschöpflichen Vorräte Luxemburgs und Lothringens an Minette angewiesen. Andere Brauneisenerze finden sich indessen im Siegerland, an der Lahn, im Taunus und Westerwald.

4. Als ein weiteres, sehr wichtiges Erz ist ein Eisensalz zu erwähnen, das Eisenkarbonat oder der Spateisenstein, das Erz, auf dessen vorzügliche Eigenschaften der Jahrhunderte, ja Jahrtausende alte Ruf der Erzeugnisse gewisser Hüttenbezirke (Siegerland, Steiermark, Kärnten und Ungarn) sich gründet. Außer im Siegenschen hat Deutschland keine erheblichen Vorkommen dieses wertvollen Rohstoffes aufzuweisen; denn von denen an der Ruhr, im Harz und in Thüringen kann nur das letztere Anspruch auf einige Bedeutung machen. Zwar nicht sehr umfangreiche, aber immerhin bemerkenswerte Spatvorkommen finden sich außerdem noch in Frankreich und in Spanien. Innige Gemenge von Spateisenstein mit Ton und kohligen Stoffen treten an verschiedenen Punkten, besonders im Steinkohlengebirge bei Zwickau, in Schlesien

und an der Ruhr sowie in England auf; sie werden als Tonerzstein, Sphärosiderit und Kohleneisenstein (Blackband) bezeichnet.

Die wichtigsten Eisenerze sind also: der Magnetit oder Magnet-eisenstein, der Roteisenstein, der Brauneisenstein oder Limonit und der Spateisenstein oder Siderit. Der in der nachstehenden Tabelle aufgeführte Eisengehalt der verschiedenen Erze bezieht sich, wie dies besonders betont werden soll, auf die ganz reinen Mineralien; in den Erzen aber, die bergmännisch gewonnen werden und zur Verhüttung gelangen, wird dieser ideale Eisengehalt niemals ganz erreicht, da die Erze in der Regel mit anderen Mineralien, der sogenannten „Gangart“, zusammen vorkommen und überdies einen gewissen Feuchtigkeitsgehalt besitzen. Magnet- und Roteisenerze mit über 60% Eisen gelten in der Praxis als reich, desgleichen Brauneisenerze mit über 45% und Spateisensteine mit mehr als 38% Eisen.

Erzart	Chemische Zusammensetzung	Formel	Gehalt an:		
			Eisen	Wasser	Kohlensäure
Magneteisenstein	Eisenoxyduloxyd	$\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	72,4	—	—
Roteisenstein	Eisenoxyd	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	70,0	—	—
Brauneisenstein	Eisenhydroxyd	$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	59,89	14,4	—
Spateisenstein	Eisencarbonat	$\text{FeCO}_3$	48,27	—	37,92

Die Mehrzahl der oben 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 ungeeigneten Bestandteilen, für den nachfolgenden Schmelzprozeß von Vorteil sein; der Wert des Eisens ist aber heute gegenüber den Kosten des Reinigungsverfahrens so niedrig, daß nur in den allerseltensten Fällen davon Gebrauch gemacht wird; immerhin hat in neuerer Zeit die magnetische Anreicherung mehrfach vorteilhafte Anwendung gefunden. Anders ist es mit einer vorbereitenden Arbeit, welcher der größte Teil des Spateisensteins und seiner Abarten unterworfen wird, mit dem Rösten. Letzteres besteht im Erhitzen der Erze in besonderen Öfen, den Röstöfen, bis zur Glühhitze, aber nicht bis zum Schmelzen, und bei ungehindertem Zutritte der Luft. Der Zweck ist, das Erz derart chemisch zu verändern, daß das Verschmelzen leichter und billiger erfolgt. In der hohen Temperatur wird aus dem Eisenspate, 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 Reduktionsarbeit 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 Frachtersparnis 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 das Rösten und Anreichern der Spate. Neben dem Eisenoxydul erleiden auch die das Erz häufig verunreinigenden Schwefelverbindungen von Eisen, Kupfer usw. eine Oxydation unter Bildung von schwefliger Säure und Metalloxyden, so daß 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.

Außer den eigentlichen Eisenerzen finden auch die eisenreichen Nebenerzeugnisse sowohl der Eisenindustrie selbst (z. B. eisenreiche Schlacken, Walzensinter, Hammerschlag, Konverterauswürfe) als auch der chemischer Industrien (z. B. die Rückstände von der Schwefelsäurefabrikation aus Schwefelkies, die sogenannten Purpur-Erze, englisch „purple-ore“ genannt und die Rückstände von der Teerfarbenerzeugung [Eisenoxyd]) zur Eisendarstellung Verwendung. Die zuerst genannten Schlacken, die man je nach dem Prozeß, bei welchem sie entstanden sind, als Rennfeuer-, Frischfeuer-, Puddel- oder Schweißofenschlacken bezeichnet, enthalten gewöhnlich 50 % Eisen und darüber. Puddelschlacken, die in der Regel reich an Phosphor sind (2,4 bis 7 %), werden gern und mit Vorteil zur Darstellung des phosphorreichen Thomasroheisens verwendet. Die Kiesabbrände (Purpur-Erze) enthalten bei 60 bis 65 % Eisen meist nur wenig Phosphor (etwa 0,01 %), daneben aber bis zu 5 % Schwefel, so daß sie sich nach erfolgter Reinigung von anderen Beimengungen und einer eventuellen Brikettierung zur Herstellung von phosphorarmen Roheisen-sorten eignen.

Alle oben genannten Produkte stehen uns nur in beschränkter Menge zur Verfügung, was besonders bezüglich der Puddelschlacken zu bedauern ist, die unsere westfälischen Hüttenwerke zum Zwecke der Darstellung des Thomasroheisens jetzt, nachdem die Vorräte in Deutschland fast erschöpft sind, bereits 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 Teil der Thomasschlacken wieder zu verschmelzen, die besser der Landwirtschaft zugeführt würden.

Neben den Stückerzen liefert der Erzbergbau bekanntlich auch eine größere oder geringere Menge von Feinerzen, die mit verhüttet werden müssen und früher, wo die Hochöfen nur geringe Höhe hatten und eine verhältnismäßig geringe Windpressung angewendet wurde, auch tatsächlich mit verhüttet werden konnten. In dem Maße aber, wie sich die Abmessungen der Hochöfen steigerten, machten sich die Feinerze im Betrieb immer unangenehmer fühlbar, und bilden daher die pulverförmigen Erze, die im Ofen dicht lagern und infolgedessen den Durchgang des Windes erschweren, einen sehr großen Übelstand. Erfahrungsgemäß darf man mit dem Zusatz von Feinerzen nicht über 10 bis 11 % der Beschickung hinausgehen, da sonst leicht Störungen im Ofengang vorkommen können. Aus den angeführten Gründen war man bemüht, die feinkörnigen Erze durch Brickettieren in Stückform zu bringen, indem man sie mit verschiedenen Zusätzen vermischte und dann zu Ziegeln preßte. Auf diese Weise läßt sich auch der Gichtstaub, der bisher als unbrauchbar auf die Halde geworfen wurde, mit verwerten. Obwohl zurzeit eifrig an der Erzbrikettierungsfrage gearbeitet wird, ist eine endgültige allgemein befriedigende Lösung derselben noch nicht gefunden worden.

Außer den Eisenerzen haben auch die Manganerze eine große Bedeutung für die moderne Eisen- und Stahlindustrie, und zwar sowohl die eigentlichen Manganerze mit etwa 50 % Mangan, wenig Phosphor und Kieselsäure, als auch die manganhaltigen Eisenerze, z. B. Spateisenstein. Die meisten der stahlerzeugenden Länder sind auf die Einfuhr fremder Manganerze angewiesen; so bezieht Deutschland beispielsweise jährlich über 200 000 t Manganerz aus dem Auslande. Bei der Bewertung der Manganerze spielt nicht

nur ihr Mangengehalt eine Rolle, sondern es kommt auch auf die Menge der vorhandenen Verunreinigungen an.

Nächst den Erzen gehören die Zuschläge, ferner der Brennstoff und endlich die zur Verbrennung erforderliche atmosphärische Luft, der Wind, zu den Rohstoffen des Hochofenbetriebs.

Die Zuschläge werden dem Erzgemisch beigegeben, um die in diesem enthaltenen erdigen Bestandteile und die Brennstoffasche, welche in der Temperatur unserer Hochöfen allein entweder gar nicht oder doch so schwer schmelzbar sind, daß sie binnen kurzem den Ofenraum zum Teil erfüllen und den Betrieb zum Stillstand bringen würden, in leicht schmelzbare Verbindungen, die Schlacken, überzuführen. Da die weitaus meisten für die Verhüttung im Hochofen tauglichen Erze reicher an Kieselsäure und Tonerde sind, als zur Erzielung eines erfolgreichen Schmelzens zulässig ist, müssen denselben kalkhaltige Bestandteile zugeschlagen werden. Am liebsten wählt man sehr reine Kalksteine, sehr selten Dolomit (ein Gemenge von Kalzium- und Magnesiumcarbonat), verschmilzt aber auch eisenschüssige Kalksteine, sogenannte „Eisenkalke“ (Kalkerze), die häufig mit Eisenerzen zusammen auftreten.

Als Brennstoff diente im Hochofen früher allgemein Holzkohle, die wegen ihres Freiseins von Verunreinigungen und von für die Beschaffenheit des zu erblasenden Roheisens schädlichen Beimengungen auch heute noch überall da bevorzugt wird, wo ausreichend große Wälder ihre Darstellung zu einem mit dem Werte des Eisens im Einklang stehenden Preise gestatten, so z. B. in Steiermark, Ungarn, Bosnien, Schweden, am Ural und in einigen Gegenden Nordamerikas. In Deutschland findet man Holzkohlen-Hochofen nur noch vereinzelt im Harz, im Siegerland, im Schmal-kaldischen und in Oberschlesien.

Der starke Rückgang der Wälder brachte es schon vor mehr als zwei Jahrhunderten mit sich, daß man sich in England wie in Deutschland nach einem neuen Brennstoffe umsah. Braunkohle und Torf, selbst in verkoktem Zustand, eignen sich infolge ihrer geringen Festigkeit, ihres hohen Gehalts an Wasser und Asche und der dadurch bedingten geringen Wärmeleistung im allgemeinen nicht für eine Verwendung im Hochofen. Die einzige Möglichkeit eines Ersatzes der Holzkohle war also eine Brauchbarmachung der Steinkohle.

Die verschiedenen Arten der Steinkohle zeigen beim Erhitzen in einem geschlossenen Gefäße (Verkoken) verschiedene Eigenschaften: während die einen nur wenig merkliche äußere Veränderungen erleiden, schmelzen und blähen andere sich auf, sie backen, eine dritte Art dagegen hinterläßt nur einen pulverförmigen Rückstand. Auf diesen Unterscheidungsmerkmalen beruht schon eine alte Einteilung der Steinkohlen in Sinter-, Back- und Sandkohlen. Gut backende Kohle heißt man auch Fettkohle, nicht backende Magerkohle. Die genannten Eigenschaften sind in der Hauptsache von dem geologischen Alter und der chemischen Zusammensetzung der Steinkohle abhängig d. h. von dem Verhältnis des freien Kohlenstoffs des Koksrückstandes zu den flüchtigen Bestandteilen, welche beim Verkoken in Gasform ausgetrieben werden; doch lassen sich dahingehende, allgemein für sämtliche Kohlenbezirke gültige Regeln nicht aufstellen. Auch ist der Übergang von der einen zu einer anderen Art ganz allmählich, so daß man vielfach von sinternden Sandkohlen und backenden Sinterkohlen spricht.

Die geologisch älteste, kohlenstoffreichste Art (bis zu 96 % Kohlenstoff) ist der Anthrazit. Eine magere, anthrazitische Kohle liefert beim Verkoken nur ein loses Pulver. Das dabei sich bildende Gas leuchtet kaum und besteht vorwiegend aus Wasserstoff. Anthrazite, die in Nord-Amerika, Süd-Rußland und Süd-Wales große Lagerstätten bilden und dort, teils für sich allein, teils im Gemenge mit Koks im Hochofen verwendet werden, finden sich in Deutschland nur im Wurmrevier (Aachener Becken), und vereinzelt in Westfalen und bei Osnabrück. Infolge der genannten Eigenschaften eignet sich diese Kohlenart sehr gut zum Hausbrand. Mit fallendem Kohlenstoffgehalt und gleichzeitig steigender Menge an flüchtigen Bestandteilen erlangt die Kohle mehr und mehr die Eigenschaft, einen fest gesinterten, gefritteten Koks zu geben, wobei das Gas leuchtender und die Flamme infolge Anwesenheit schwerer verbrennbarer Kohlenwasserstoffe rußender wird.

Die eigentlichen Kokskohlen mit etwa 90 bis 85 % Kohlenstoff — wenigstens für westfälische Verhältnisse geltend — liefern einen schönen, silberglänzenden, regelmäßig geblähten, porösen, dabei aber, so wie ihn der Hüttenmann benötigt, festen Koks von etwa 7000 bis 7500 Wärmeeinheiten. Gute Kokskohlen sind nicht sehr verbreitet; das rheinisch-westfälische Kohlenbecken hat im

Gegensatz zu dem oberschlesischen und dem Saargebiet den Vorzug, große Mengen ausgezeichneter Backkohlen zu enthalten, so daß die hier erzeugten Kokssorten den Vergleich mit den ehemals allgemein als die besten anerkannten englischen wohl aushalten.

Es folgen nun die Gaskohlen mit etwa 85 bis 82% Kohlenstoff, aus denen ein ähnlicher, jedoch weniger geblähter Koks erzeugt wird. Wie schon der Name andeutet, finden diese Kohlen ihre Verwendung vorzüglich zu der Leuchtgasdarstellung. Die starke Backfähigkeit der das Bindeglied zwischen den beiden letzten Arten bildenden Kohlen macht dieselben zum Betriebe von Schmiedefeuern (Schmiedekohlen) geeignet.

Die jüngsten der Karbonkohlen, die Gasflammkohlen, mit 82 bis 79% Kohlenstoff, verlieren nach und nach die Fähigkeit, zu schmelzen. Sie sintern zu losem Koks zusammen, dessen Zusammenhang immer geringer wird, bis wieder, wie bei den Magerkohlen, nur Pulver zurückbleibt; die Flamme ist lang, das Gas leuchtet, scheidet aber sehr viel Ruß ab. Man benutzt die Flammkohlen vornehmlich zur Verbrennung auf dem Roste von Dampfkesseln und anderen gewerblichen Feuerungen. Was die Wärmeleistung der Steinkohle anbelangt, so steigt sie von etwa 7500 Wärmeinheiten bei den Gasflammkohlen bis auf 8600 Wärmeinheiten der Kokskohlen, um dann wieder bei den Anthraziten auf 8100 Wärmeinheiten zu fallen.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß sich nur ein geringer Teil der Steinkohlen, die anthrazitischen, in rohem Zustande im Hochofen verwerten läßt; denn nicht feste Kohlen würden zu Staub zerdrückt, bezw. zerrieben werden, backende dagegen würden schmelzen, in beiden Fällen würde daher eine für den Wind schwer bis undurchdringliche Masse entstehen.

Es war jedoch nicht die Erkenntnis des geschilderten verschiedenartigen Verhaltens der Steinkohle, die zur Koksbereitung, führte, sondern das Bestreben, den Schwefelgehalt der Rohkohle zu verringern. Wenn nun die alten Koks Brenner wahrscheinlich auch die stark riechenden Kohlenwasserstoffe fälschlich für Schwefel ansahen, so wird doch in der Tat der Schwefel beim Verkoken zum Teil ausgetrieben, der sonst mit in das Eisen gelangen und dasselbe verschlechtern würde.

Nur selten sind die bergmännisch gewonnenen Steinkohlen von solcher Reinheit, daß sie unmittelbar verwendet werden können.

Meist sind sie mit Schiefer und anderen unverbrennbaren Stoffen verwachsen, von denen sie vorher befreit werden müssen, d. h. sie werden aufbereitet. Dies geschieht in den Kohlenwäschen, wo durch bewegtes Wasser die spezifisch leichtere Kohle von dem Gestein getrennt wird. Dieser Veredlung geht gewöhnlich eine Scheidung der Kohle nach der Korngröße voran. Wie für den Hüttenbetrieb brauchbare Holzkohle nur aus Holzstücken hergestellt werden kann, so glaubte man in den ersten Zeiten der Koksbereitung nur Stückkohle verwenden zu können. Nachdem aber Mitte des 19. Jahrhunderts auch Gruskohle ohne Schaden mitverkokt worden war, erfolgte die Darstellung von Koks ausschließlich aus gewaschenen Feinkohlen, wobei häufig zur Erhöhung der Backfähigkeit verschiedene Kohlenarten vermengt werden.

Die Verkokung der Steinkohle wurde entsprechend der Holzkohlenbereitung ursprünglich in Meilern vorgenommen, welchen Betrieb man aber bald, weil zu unvorteilhaft, einstellte. In den 30er und 40er Jahren des vorigen Jahrhunderts ging man dazu über, halbgeschlossene oder geschlossene backofenförmige Öfen, anfangs aus Bruchsteinen, später aus feuerfestem Material, nach ihrer Form Bienenkorb-Öfen genannt, zu verwenden. Während diese Öfen in Nordamerika (wo in ihnen der berühmte, vielfach als der beste der Welt angesehene Connelsviller Koks dargestellt wird) und zum Teil auch in England noch weit verbreitet sind, hat man die letzten ihrer Art in Deutschland wegen ihrer hohen Betriebskosten und ihres geringen Ausbringens bereits vor 20 Jahren stillgelegt. Alle neueren deutschen Koksöfen, auf deren verschiedene Systeme (Coppée-Otto, Otto-Hoffmann, Collin, Dr. v. Bauer, Semet-Solvay, Brunck, Hüssener, Koppers u. a.) hier nicht näher eingegangen werden kann, haben nun das gemeinsam, daß die Verkokung in einer verhältnismäßig engen, wagerecht angeordneten, gewöhnlich 6000 bis 7000 kg Kohlen fassenden Kammer aus feuerfesten Steinen vor sich geht, welche von außen wie eine Retorte geheizt wird. Eine Reihe dieser Öfen wird nebeneinander derart angelegt, daß ein großer Mauerkörper entsteht (Abb. 2). Bei einer solchen Koksofen-Batterie, die an einen gemeinsamen Abhitze kanal und Schornstein angeschlossen wird, liegen dann zwischen je zwei Verkokungskammern die Heizkammern (Züge). Als Heizmittel dienen die beim Erhitzen der Kohle entwickelten Gase, welche in den Zügen durch eingeleitete Luft verbrannt werden. Es findet also die Verkokung

bei vollständigem Luftabschluß statt. Die Beschickung der Öfen geschieht durch Öffnungen im Gewölbe, die nach Beendigung des Füllens wieder geschlossen werden. An den beiden Stirnseiten befinden sich Türen, durch deren eine nach erfolgter Garung (24 bis 48 Stunden) der Kokskuchen mittels einer durch die gegenüberliegende Öffnung angreifenden Koksaustrückmaschine herausgeschoben wird, um sofort durch Bespritzen mit Wasser abgelöscht zu werden. Das Ausbringen an Koks aus den Kohlen beträgt auf den Kokereien des Ruhrgebietes im Durchschnitt 73 %. Nach den Vorschriften des rheinisch-westfälischen Kohlen-Syndikats, welche drei Preisklassen für Handelskoks vorsehen, darf der ersten Klasse angehöriger Hochofenkoks bis zu 9 % Asche enthalten.

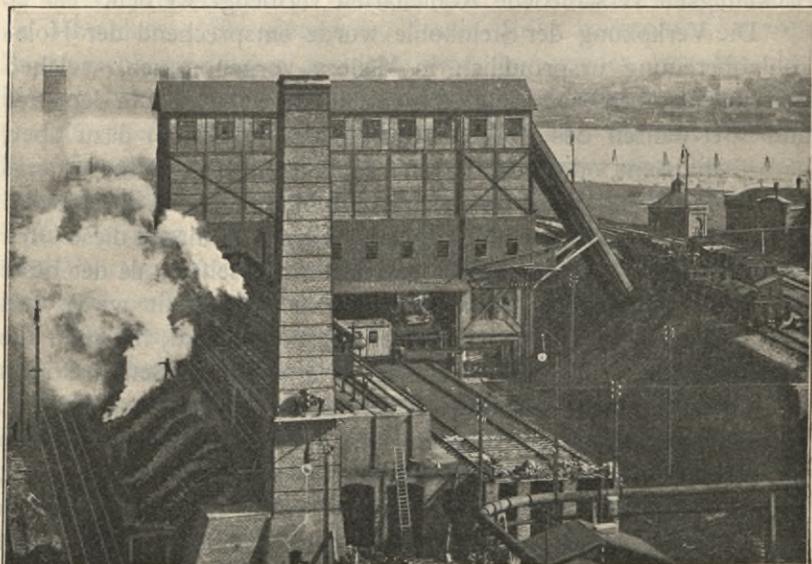


Abb. 2. Koksofenanlage.

Frühzeitig erkannte die Chemie, daß in den Koksofengasen wertvolle Bestandteile, Teer, Ammoniak und Benzol, enthalten sind, die durch bloßes Abkühlen und Waschen sich gewinnen lassen. Die auf diese Weise in besonderen Vorrichtungen gereinigten Gase gehen, da sie immer noch einen sehr hohen Heizwert haben (4000 bis 5000 Wärmeeinheiten), wieder zu den Koksöfen zurück, um dieselben nun zu heizen. Neuerdings wird ein Teil der übrigen Koksofengase auch vielfach in Gasmotoren ausgenutzt, ähnlich den später zu besprechenden Hochofengichtgasen.

Auf der Gewinnung der Nebenprodukte bei der Koksdarstellung haben sich gewaltige Industrien aufgebaut. Während das Ammoniakwasser zu schwefelsaurem Ammoniak auf den Zechen selbst verarbeitet wird, dienen Teer und Benzol als Ausgangspunkte zahlreicher chemischer Fabrikate (Farbstoffe, Arzneimittel, Sprengstoffe u. a.), deren Reihe fast täglich durch neue Erfindungen verlängert wird; denn es ist bis heute noch keinem Chemiker gelungen, eine vollständige Analyse von Teer auszuführen.

Nebenstehende Abbildung 3 zeigt in übersichtlicher Darstellung das Ausbringen an Produkten, welche bei der Verkokung von Kokskohlen auf einer westfälischen Zeche gewonnen werden unter genauer Berücksichtigung der im praktischen Betriebe erzielten Resultate. Der unterste und größte Würfel bildet das Ausgangsmaterial (1000 kg Kokskohle); hierauf folgen ein mit Koks (750 kg) gefüllter Würfel, einer mit Teer (28 kg), einer mit schwefelsaurem Ammoniak (12 kg) und endlich ein die Benzolkohlenwasserstoffe (8 kg) vorstellender Würfel.

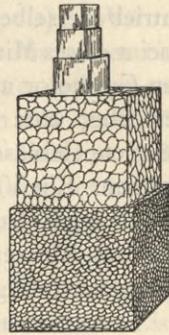


Abb. 3.

### Der Gebläsewind.

Zur Verbrennung der Brennstoffe im Hochofen ist Luft und zwar in außerordentlich großer Menge erforderlich. Ein neuzeitlicher Hochofen, der z. B. mit 270 t Koks täglich 300 t Roheisen erzeugt und 43 % aus dem Erz- und Kalksteingemisch, dem Möller, ausbringt, würde rund  $270 + 700 = 970$  t feste Stoffe benötigen, dazu aber, wenn man 3200 cbm Luft für die Tonne Roheisen annimmt, 960 000 cbm = 1240 t Luft verbrauchen. Diese Luft muß nun durch Maschinen in den Ofen hineingedrückt werden. Im Prinzip sind die Gebläsemaschinen doppelt wirkende Luftpumpen, in deren Zylinder der hin und her laufende Kolben abwechselnd auf einer Seite Luft ansaugt, während er sie auf der anderen Seite zusammen- und dann in die Röhrenleitungen hineinpreßt, die sie dem Hochofen zuführen. Das Zusammenpressen des Windes ist erforderlich, damit derselbe infolge seiner hohen Spannung (in Deutschland sind 0,3 bis 0,5 Atm. normal, in außerordentlichen Fällen und in Amerika wird auch 1 Atm. verlangt) den bedeutenden Widerstand über-

winden kann, welchen die den 20 bis 30 m hohen Ofenraum füllenden Schmelzmassen dem Durchdringen entgegensetzen.

Die Gebläsemaschinen wurden früher häufig als stehende Zylinder-Gebläse ausgeführt (Cockerill- und Clevelandmaschinen) oder als Schwinghebelmaschinen (Balanziermaschinen) mit einem oder mehreren Zylindern und durch Dampf angetrieben. In neuerer Zeit baut man, da die stehenden Maschinen bei der Wartung manche Nachteile aufweisen, gewöhnlich liegende Zwillings-Verbundmaschinen, die verschiedene Hundert Pferdestärken leisten. Der Antrieb derselben erfolgte lange ausschließlich durch Dampf, doch scheint dieses Mittel dem mit der Gebläsemaschine gekuppelten Hochofen-Gasmotor als Antriebsmaschine weichen zu müssen. Auch die Versuche, eine für direkten Zusammenbau mit Dampfturbinen geeignete Gebläsemaschine auszubilden, sind neuerdings von Erfolg gewesen. Ein Vorteil dieser „Turbogebälse“ besteht darin, daß der erzeugte Luftstrom gleichmäßiger ist, da die hin und her gehenden Massen wegfallen, und dadurch der Betrieb der Hochöfen gleichmäßiger wird.

Etwa bis zum Ende des ersten Drittels des letzten Jahrhunderts blies man ausschließlich mit Wind von gewöhnlicher Temperatur, mit kaltem Winde. Nachdem jedoch der Engländer Neilson die Vorteile der Verwendung erhitzten Windes entdeckt, und der württembergische Bergrat Faber du Faur in Wasseralfingen in dem den Hochöfen entströmenden Gichtgas einen billigen und für den in Rede stehenden Zweck sehr geeigneten Brennstoff gefunden hatte, ging man dazu über, den Wind vor dem Eintritt in den Hochofen zu erwärmen. Heute wird, abgesehen von einzelnen Fällen bei gestörtem Betriebe, nur mit heißem Winde geblasen. Auch das sog. kalterblasene Roheisen wird mit Wind von etwa 400° C. dargestellt.

Die Erwärmung des Windes geschieht in den Winderhitzern, von denen wir verschiedene Arten zu unterscheiden haben. Bei dem älteren Verfahren, das heute nur noch selten ausgeübt wird, ließ man die Luft ununterbrochen durch ein von außen erhitztes System gußeiserner Röhren strömen. Die Unmöglichkeit jedoch, eiserne Röhren ohne Störung dauernd auf einer Temperatur zu erhalten, welche gestattet, die Vorzüge der erhitzten Gebläseluft voll auszunützen, machte ihren Ersatz durch steinerne Apparate fast überall nötig.

Bei den steinernen Winderhitzern strömt der Wind durch eine gemauerte und mit feuerfesten Steinen ausgesetzte, zuvor stark erhitzte Kammer, wobei er einen Teil der in derselben aufgespeicherten Wärme aufnimmt und sich dadurch erwärmt. Inzwischen wird eine zweite gleiche Kammer durch Hochofengas, das mittels Luft dort verbrannt wird, erhitzt. In gewissen Zeitabständen wird umgeschaltet, der Wind nimmt seinen Weg durch die zweite Kammer, während die erste wieder geheizt wird. Es ist dies ein Vorgang, ähnlich dem bei der von Siemens erfundenen Regenerativ-Feuerung (vergl. Seite 69). Während man in den eisernen Winderhitzern den Wind im allgemeinen nicht höher als 400 bis 450° C. erwärmen konnte, gelingt es in den steinernen Apparaten, Windtemperaturen von 700 bis 800° C. zu erhalten. Wenn nun ja auch die Anlagekosten letzterer bedeutend höher sind, so wird doch durch die Anwendung des heißeren Gebläsewindes naturgemäß mehr Brennstoff gespart; dazu sind die Unterhaltungskosten der letzteren Art wesentlich niedriger. Auch sind durch die hohen Windtemperaturen oft erst die Bedingungen für die Darstellung mancher Eisengattungen (Eisenmangan, Eisen-silizium) gegeben. Von den beiden in Deutschland eingeführten Arten, den Whitwell- und den Cowper-Apparaten haben letztere das Feld allein behauptet. Äußerlich stellen sich unsere heutigen Winderhitzer als Zylinder aus Blech von 20 bis 35 m Höhe und 6 bis 8 m Durchmesser dar.

Der in der Abbildung 4 wiedergegebene Winderhitzer nach Cowper besitzt einen bis unterhalb der Kuppel *K* reichenden Verbrennungsschacht *a*. Der Verbrennungsschacht hat entweder kreisrunden, segmentartigen, oder elliptischen Querschnitt. Der übrige Raum *b* des Apparates ist mit zahlreichen, früher auf einem eisernen Rost, jetzt häufiger der besseren Haltbarkeit halber, auf gemauerten, steinernen Bögen ruhenden dünnen Wänden aus feuerfesten Formsteinen, dem Gitterwerk, derart ausgesetzt, daß mehrere hundert senkrechte Kanäle oder Züge von quadratischem, sechseckigem oder rundem Querschnitt entstehen. Durch den Kanal *d* wird das als Heizmittel dienende, vorgereinigte Gichtgas in den Schacht *a* geführt. Die Verbrennungsluft wird durch die mit einem Ventil abschließbare Öffnung *e* angesaugt. Nachdem die Verbrennung im Schacht *a* stattgefunden hat, ziehen die Gase durch die Kuppel *K* und die Züge *b*, dort ihre Wärme an die

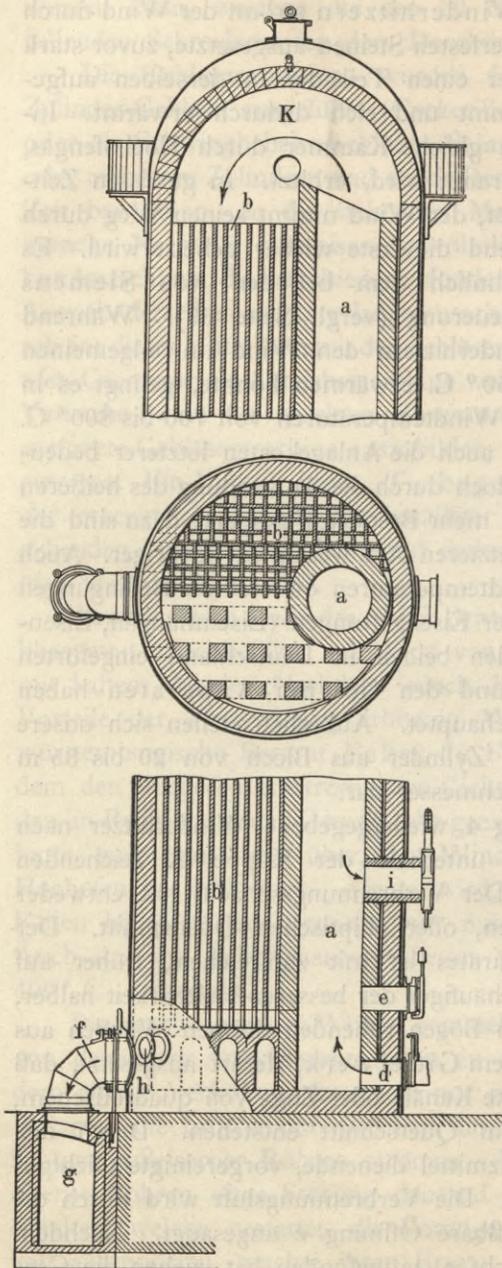


Abb. 4. Winderhitzer nach Cowper.

feuerfesten Steine abgebend, nach dem Ventilkasten *f* und von da in den Schornsteinfuchs *g*.

Haben die Wände des Apparates binnen einer gewissen Zeit (zum Beispiel während zwei Stunden) einen großen Wärmeverrat aufgespeichert, so wird, wie oben bereits angeführt, der Gasstrom abgesperrt und durch einen zweiten gleichen Winderhitzer geleitet, wogegen der Wind den ersten, heißen Apparat, aber in entgegengesetzter Richtung, durchstreicht. Er tritt bei *h* ein, durchzieht die Züge *b* nach oben, nimmt hierbei durch innige Berührung mit der glühenden Steinmasse aus dieser die Wärme auf und strömt nun, auf 700 bis 800° erhitzt, durch Schacht *a* und Ventil *i* dem Hochofen zu.

Die Leistung eines Apparates ist abhängig von der Heizfläche, dieselbe beträgt zwischen 2000 und 5000 qm. Aus der Betriebsweise ergibt sich, daß zu einem Hochofen stets mindestens drei Winderhitzer gehören; während ein Apparat auf

Wind und einer auf Gas geht, muß ein weiterer als Reserve dienen, oder es steht einer zur Reinigung von dem darin sich absetzenden Gichtgasstaub offen. Große Hochöfen besitzen bisweilen bis zu fünf Winderhitzer.

Einem in jüngster Zeit von dem Amerikaner Gayley auf Grund von Versuchen gemachten Vorschlage, dem Gebläsewind vor Eintritt in die Winderhitzer einen Teil seines Wassergehaltes durch starke Abkühlung zu entziehen, und dadurch eine Verringerung des Brennstoffverbrauches herbeizuführen, stehen die hohen Kosten einer solchen Kühlanlage hindernd im Wege.

### Der Hochofen.

Der Hochofen gehört zu der 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 (Profil) ist der Zylinder. Trotz wiederholter Versuche ist es nicht gelungen, dieses Ideal in die Wirklichkeit zu übertragen, da die Erze beim Niedergang im Hoch-

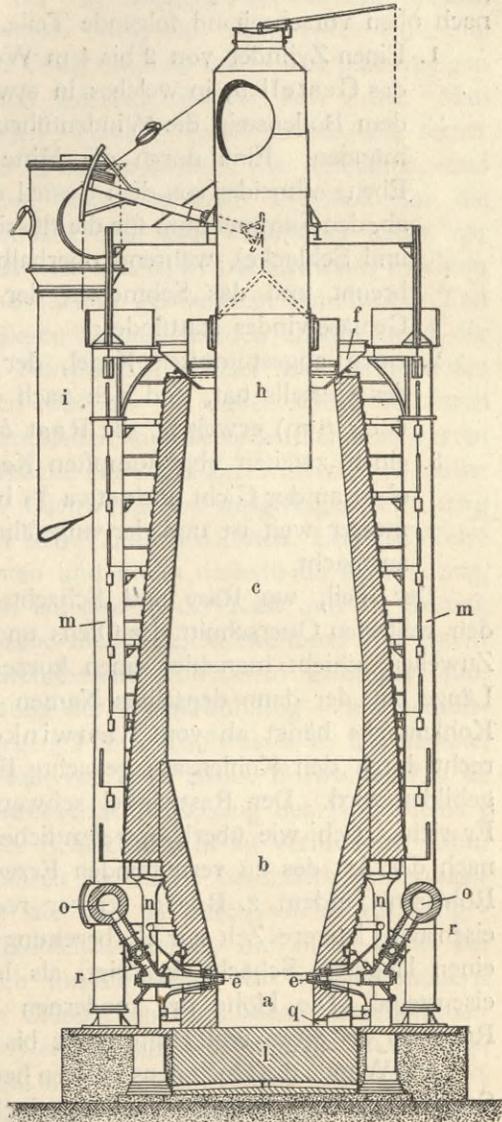


Abb. 5. Hochofen mit Zentralrohr.

ofen anschwellen. Seit alten Zeiten pflegt das Profil aus zwei abgestumpften, mit den größeren Grundflächen zusammenstoßenden Kegeln gebildet zu werden (vgl. Abb. 5). Der untere Kegel erstreckt sich jedoch nicht bis zum Boden des Ofens, sondern geht zuvor in einen Zylinder über. Wir erhalten also von unten nach oben vorschreitend folgende Teile.

1. Einen Zylinder von 2 bis 4 m Weite und 2 bis 3,5 m Höhe, das Gestell *a*, in welches in etwa 1,5 bis 2,5 m Höhe über dem Bodenstein die Windzuführungsröhren, die Formen *e*, münden. Eine durch die Mitte dieser Formen gedachte Ebene schneidet von dem Gestell den Herd oder Eisenkasten ab, den Sammelraum für die flüssigen Erzeugnisse (Roheisen und Schlacke), während oberhalb derselben der Koks verbrennt und das Schmelzen der Beschickung mittels des Gebläsewindes stattfindet;
2. einen abgestumpften Kegel, der unten den Durchmesser des Gestells hat, und sich nach oben hin beträchtlich (auf 6 bis 8 m) erweitert, die Rast *b*;
3. einen zweiten abgestumpften Kegel, den Schacht *c*, der oben an der Gicht noch etwa  $\frac{5}{8}$  bis  $\frac{2}{3}$  vom unteren Durchmesser weit ist und der ungefähr  $\frac{3}{5}$  der ganzen Ofenhöhe ausmacht.

Der Teil, wo Rast und Schacht zusammenstoßen, besitzt den weitesten Querschnitt des Ofens und heißt der Kohlensack. Zuweilen schiebt man hier einen kurzen Zylinder von etwa 1 m Länge ein, der dann denselben Namen führt. Die Höhenlage des Kohlensacks hängt ab vom Rastwinkel, der durch eine wagrecht durch den Kohlensack gedachte Ebene und die Rastwände gebildet wird. Der Rastwinkel schwankt zwischen 70 und 78°. Er richtet sich, wie überhaupt sämtliche Abmessungen des Profils nach der Art des zu verhüttenden Erzes und des zu erblasenden Roheisens, indem z. B. ein schwer reduzierbares Erz (Magnet-eisenstein) längere Zeit zur Vorbereitung vor dem Schmelzen, also einen längeren Schacht benötigt, als leicht schmelzbare Brauneisensteine. Die Höhe der modernen Hochofen beträgt in der Regel 25 bis 30 m von Hüttensohle bis zum Gichtbelag.

Die Wände des Hochofens werden heutzutage durch feuerfeste Steine gebildet. Dieselben sollen jedoch, wie allgemein die Auskleidungen hüttenmännischer Öfen, nicht allein hohen Hitzegraden

gegenüber unempfindlich sein, sondern auch den kräftigen chemischen und physikalischen Angriffen durch die mit ihnen in Berührung kommenden schmelzenden und flüssigen Stoffe und die neu entstehenden Verbindungen widerstehen können. Die chemischen Wirkungen sind natürlich bei den mannigfachen Hüttenprozessen sehr verschiedener Art, woraus folgt, daß nicht jeder feuerfeste Stein allen Zwecken dienen kann, sondern daß er den jedesmaligen Anforderungen entsprechend zusammengesetzt sein muß. Man unterscheidet daher zwischen sauren (kieselsäurehaltigen), ferner solchen Baustoffen, die als Grundbestandteil Ton enthalten, und basischen Steinen. Für den Hochofenbetrieb kommen nur die ersten beiden Arten in Betracht und man verwendet heute vor allem Schamottesteine, das sind solche, welche aus wenig frischem und in der Hauptsache aus schon gebranntem feuerfestem Ton hergestellt werden. Von diesen Steinen werden entsprechend der dort herrschenden höheren Temperatur, je tiefer man im Hochofen kommt, vorzüglichere Sorten benötigt. Da jedoch selbst die besten Steine den heute gegen frühere Zeiten so außerordentlich gesteigerten Angriffen von Hitze und Schlacke nur kurze Zeit widerstehen, mußte man hehufs Erhaltung der Ofenwände zu ausgiebiger Kühlung und Berieselung mit Wasser seine Zuflucht nehmen. Letztere Weise wirkt natürlich am kräftigsten und findet deshalb da Anwendung, wo die Gefahr am größten ist, also in der Rast und im Gestell, deren Wände durch zahlreiche metallene, fortwährend von einem Strom kalten Wassers durchflossene Kühlkasten geschützt sind. Trotz ausgiebiger Verwendung der Wasserkühlung — ein neuzeitlicher Hochofen braucht gegen 2 cbm Kühlwasser in der Minute, d. i. der Verbrauch einer Stadt von etwa 25 000 Einwohnern — ist eine oft tief hinab sich erstreckende Auflösung des Bodensteins durch die Einwirkungen der Schlacke nicht zu verhindern. Man hat daher seit etwa 15 Jahren in diesen besonders gefährdeten Teilen die Schamottesteine hie und da durch solche aus feingemahlenem Koks ersetzt (Kohlenstoffsteine), die nicht allein bei Abschluß der Luft gänzlich unschmelzbar sein sollen, sondern auch den hier auftretenden chemischen Einflüssen, ausgenommen der Auflösung durch Eisen, erfolgreich widerstehen. Neuerdings werden an manchen Orten auch saure (sog. „Deutsche Dinassteine“) mit Erfolg angewendet. Auf dem Bodenstein siedelt sich, sobald der oberste Teil weggefressen ist, oft die Bodensau an, d. i.

eine äußerst feste, nur sehr schwer schmelzbare Masse, die dadurch entsteht, daß das beim Abstich in dem ausgefressenen tieferliegenden Teil des Bodensteins zurückgebliebene Roheisen nach dem Ablauf der Schlacke durch den Gebläsewind gefrischt wird. Dadurch pfl egt sich der Hochofen selbst einen sicheren Boden zu bereiten.

Für den oberen Teil des Ofens, den Schacht, genügt in der Regel die Kühlung durch Luft. 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 umgibt sie nur mit zahlreichen eisernen Bändern, die einen besseren Zusammenhalt und eine sichere Verankerung des Mauerwerks gewährleisten, das natürlich durch die Hitze auseinanderzutreiben sucht. Während die Gestellwände etwas über 1 m dick zu sein pflegen, macht man die Schachtwandungen nur noch 0,6 bis 0,8 m stark. Der oberste Teil des Schachts wird heute gewöhnlich durch einen Zylinder aus Eisenblech, die Stopfbüchse *k* (Abb. 6) gebildet, die an der Gichtbühne aufgehängt, dem Ofen ein freies Wachsen bei zunehmender Erwärmung des Mauerwerks gestattet. Durch den Wegfall des Rauhgemäuers ist der Hochofen nicht mehr imstande, die Last der eisernen Gichtbühne, auf der die gesamten Schmelzmassen gehandhabt werden, der schweren Gichtverschlüsse und der Gasleitungen zu tragen; alle diese Teile sind bei neueren Öfen durch ein besonderes, selbständiges Säulengerüst *m* gestützt, das häufig mit mehreren den Ofen umlaufenden Galerien versehen wird. Ebenso ruht der Schacht seinerseits, damit er nicht die Rast und das Gestell belastet, auf 6 bis 8 rund um das letztere angeordneten gußeisernen Säulen *n* (Abb. 5). Statt der geschilderten neueren deutschen Bauweise pflegt man in Amerika die Hochöfen noch allgemein nach der in Schottland vor mehreren Jahrzehnten aufgekommenen Art mit einem Blechpanzer zu versehen. Eine von Sorge analog den im Bleihüttenbetrieb verwendeten Öfen vorgeschlagene und von Burgers vor einigen Jahren an mehreren Orten ausgeführte Neuerung, wonach der Schacht aus Gußeisenplatten, die innen nur eine dünne Auskleidung von feuerfesten Steinen haben, gebildet wird, hat nicht die erwartete Verbreitung gefunden. Nach Anordnung von Lürmann hüllt man dagegen auch bei uns die Rast neuerdings in einen an den Tragsäulen des Schachtes aufgehängten

Blechmantel, so gleichzeitig das Gestellmauerwerk von dem Gewicht der Rast entlastend.

Zum Tragen der Windleitung  $o$  und der von letzterer ausgehenden, nach den Formen führenden Zweigleitungen, der Düsenstöcke  $r$ , dienen nach außen gerichtete Kragstücke. Die Düsenstöcke sind, soweit angängig, gleich der Heißwindleitung ausgefüttert, um die Wärmeverluste möglichst zu verringern. Die Enden der Windleitung, die Düsen, münden in die Formen  $e$ , doppelwandige Bronze- oder Kupferröhren, die in der Gestellwand liegen und die, da sie zum Teil ins Feuer hineinragen, ausgiebig durch Wasser gekühlt werden müssen. Die Anzahl der Windformen hängt von dem Durchmesser des Gestells ab, indem man meist auf den laufenden Meter des Umfangs eine Form rechnet, und schwankt zwischen 7 und 11, doch findet man ausnahmsweise auch eine größere Anzahl bis zu 15.

Während bis Mitte vorigen Jahrhunderts die Gicht der Hochöfen offen blieb, schloß man sie, als man erkannt hatte, daß die Gichtgase ein billiges und gutes Heizmittel bilden, durch Vorrichtungen verschiedener Art ab. Fast allgemein sog man in den letzten Jahrzehnten die Gase durch ein senkrecht auf der Mitte des Ofens stehendes, in denselben hineinhängendes Zentralrohr  $h$  (Abb. 5) ab, das zugleich die in den Ofen hineingetragene Beschickung in bestimmter Weise anordnete. Die Gicht selbst verschloß man dann durch einen in den Ofen hineinreichenden Trichter  $f$  und eine in diesem aufsitzende Glocke (Langensche Glocke) oder einen an den Trichter unten anschließenden Kegel (Parryscher und von Hoffscher Gasfang). Durch Heben bzw. Senken des Verschlusses wurde ein Spalt frei, welcher den Schmelzmassen das Hinabgleiten in den Ofenraum gestattete. In Verbindung mit der selbsttätigen Ofenbeschickung, bei der die Anwesenheit von Bedienungsmannschaften auf der Gichtbühne nicht mehr erforderlich ist, ist man neuerdings jedoch wieder zu der ursprünglichen Art des Gasfanges zurückgekehrt, wonach durch seitlich in den höchsten Teilen der Schachtwandungen angebrachte Rohre  $g$  (Abb. 6) die Gase abgesaugt werden. Um die beim Öffnen des Verschlusses zwecks Einfüllung der Beschickung unvermeidlichen Gasverluste und dadurch veranlaßte Ungleichmäßigkeiten der Gasspannung in der Gasleitung zu vermeiden, kam die Einrichtung der doppelten Gichtverschlüsse auf, wie sie Abb. 5 zeigt, meist eine Kombination der oben genannten einfachen Gichtverschlüsse.

Da bei der erhöhten Leistung der Hochöfen die seitherigen Hebevorrichtungen, senkrechte, fahrstuhlähnlich ausgebildete Gichtaufzüge für die Beschaffung solch großer Beschickungsmengen nicht mehr genügten, fanden schräge, in Amerika zuerst verwendete Gichtaufzüge, die diesen Bedingungen eher entsprechen konnten, auch bei uns Eingang. Zudem machen diese letzteren jede Handarbeit (Entleeren der Förderhunte auf der Gicht) überflüssig, indem das Fördergut in einen besonders geformten Wagen, welcher auf der Hüttensohle aus einem Füllrumpf oder mittels kleiner Kippwagen beladen wird, geschüttet, durch ein Windwerk gehoben und oben selbsttätig in einen Fülltrichter aufgegeben wird. Aus letzterem gelangt die Beschickung durch besondere Vorrichtungen in gleichmäßiger Verteilung in den Ofen. Manchmal sind auch die Fördergefäße selbst derartig ausgebildet, daß sie unmittelbar auf dem Ofen aufgesetzt werden können, und dann durch Öffnen oder Senken des Bodens die Beschickung in den Ofen fällt. Zur Bedienung dieser selbsttätigen Vorrichtungen ist nur noch ein Maschinist erforderlich, der auch gleichzeitig das Beladen des Wagens aus dem Füllrumpf besorgen kann, so daß eine Anzahl Arbeiter auf der Gichtbühne wie auf der Hüttensohle erspart wird.

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 Bestandteile in solcher Zusammensetzung enthalten muß, daß zur Bildung einer Schlacke von bestimmter Zusammensetzung möglichst wenig Kalkstein nötig ist. So günstige Verhältnisse, daß der Zuschlag ganz entbehrt werden kann, wie z. B. auf dem Hochofenwerk zu Ilsede bei Hannover, sind selten. Das Erz- und Kalksteingemisch, den Möller, erzielte man früher dadurch, daß die einzelnen Rohstoffe in vom Betriebsleiter angegebenen Sätzen auf dem Hüttenplatz vermengt, in Wagen geladen, in bestimmten Posten abgewogen, auf die Gicht des Hochofens gehoben und in diesen hineingeschüttet wurden. Heute, wo man mit größeren Öfen arbeitet, die infolge ihres größeren Wärmeverrats auch weniger empfindlich gegen geringe Schwankungen in der Zusammensetzung des Möllers und in der Windtemperatur sind, werden die an den Vorratshaufen oder den sogenannten Taschen gefüllten Förderwagen mit Erz oder Zuschlag nach dem Wägen unmittelbar zur Gicht gehoben, man möllert dann im Ofen selbst.

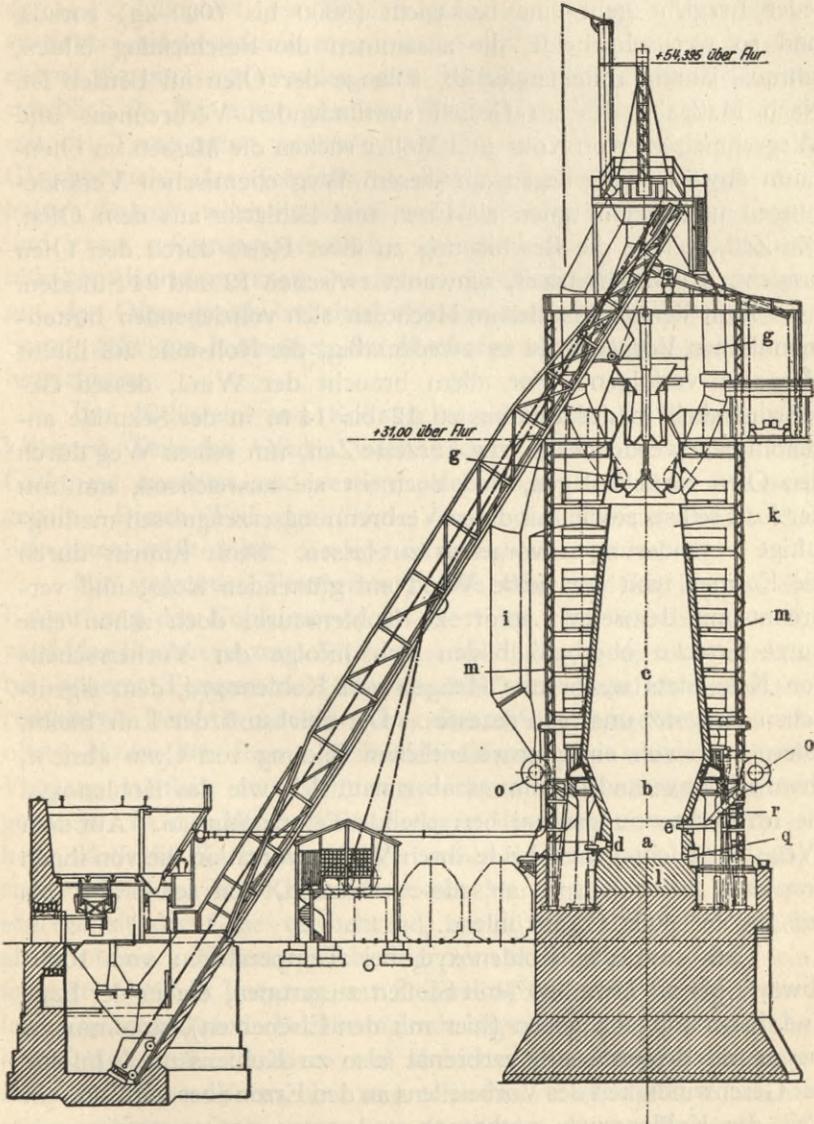


Abb. 6. Hochofen mit Schrägaufzug und seitlicher Gasabführung

Die ganze auf einmal in den Ofen aufgegebenen Menge Möller (je nach der Größe des Ofens bis zu 15 000 kg) heißt eine Gicht; jeder Erzgicht geht eine Koksgicht (3000 bis 7000 kg) voraus, und so wechseln beide, die zusammen die Beschickung bilden, jahraus, jahrein miteinander ab, solange der Ofen im Betrieb ist. Nach Maßgabe des im Gestell stattfindenden Verbrennens und Wegschmelzens von Koks und Möller rücken die Massen im Ofenraum abwärts, unterliegen auf diesem Weg chemischen Veränderungen und treten unten als Eisen und Schlacke aus dem Ofen. Die Zeit, welche die Beschickung zu ihrer Reise durch den Ofen braucht, die Durchsetzzeit, schwankt zwischen 12 und 24 Stunden.

Zum Verständnis der im Hochofen sich vollziehenden hüttenmännischen Vorgänge ist es zweckmäßig, die Rohstoffe auf ihrem Wege zu verfolgen. Vor allem braucht der Wind, dessen Geschwindigkeit in der Leitung zu 12 bis 14 m in der Sekunde angenommen werden kann, die kürzeste Zeit, um seinen Weg durch den Ofen zurückzulegen, und doch ist sie ausreichend, um mit der Luft selbst, sowie mit deren Verbrennungserzeugnissen mannigfaltige Veränderungen vorgehen zu lassen. Beim Eintritt durch die Formen trifft der heiße Wind auf glühenden Koks, und verbrennt mit demselben sofort zu Kohlensäure; doch schon eine kurze Strecke oberhalb bilden sich infolge der Vorherrschaft von Koks stets wachsende Mengen von Kohlenoxyd, dem eigentlichen Reagenz unseres Prozesses. Der Stickstoff der Luft bleibt, sofern man von einer unwesentlichen Bildung von Cyan absieht, chemisch unverändert, nimmt aber natürlich wie das Kohlenoxyd die im Verbrennungsraum herrschende Temperatur an. Auf dem Wege zur Gicht geben beide ihren Wärmeverrat an die von ihnen bespülten festen Körper ab, diese erhaltend, sich selbst aber bis auf 180 bis 300° C. abkühlend.

Trifft nun das Kohlenoxyd bei Temperaturen von 1000° abwärts bis zu etwa 300° mit Stoffen zusammen, die in der Lage sind, Sauerstoff abzugeben (hier mit den Eisenerzen), so nimmt es diesen mit Begierde auf, verbrennt also zu Kohlensäure. Infolge der Geschwindigkeit des Vorbeieilens an den Erzen aber wird nur ein Teil des Kohlenoxyds verbrannt und zwar um so weniger, je höher hinauf der Schachtinhalt heiß ist; auch kann die Kohlensäure durch Berührung mit dem glühenden Kohlenstoff wieder zu Kohlenoxyd reduziert werden.

Selbst bei gutem Ofengange bestehen die der Gicht entweichenden Gase nie ausschließlich aus Stickstoff und Kohlensäure; denn die Fähigkeit des Kohlenoxyds, den Erzen Sauerstoff zu entziehen, sie zu reduzieren, nimmt durch Vermischen mit Kohlensäure, die ein oxydierendes, d. h. Sauerstoff abgebendes Gas ist, erheblich ab. Bei einem gewissen Mischungsverhältnis, das übrigens mit der Temperatur wechselt, befinden sich die beiden Gase im Gleichgewicht, das Gemisch ist wirkungslos. Die Gichtgase enthalten deshalb neben Stickstoff und Kohlensäure stets Kohlenoxyd, und zwar erfahrungsgemäß bei der Darstellung der gewöhnlich üblichen Roheisensorten in um so größerer Menge, je weniger gut der Ofen gerade arbeitet. Es ist also, von einem gewissen Standpunkt aus betrachtet, der Hochofen als ein Gasgenerator zu bezeichnen.

Erz, Kalkstein und Koks gelangen durch die Gicht in den kältesten Teil des Ofens, werden dort durch die abziehenden Gichtgase erwärmt und verlieren dabei sehr bald ihren Wassergehalt. Dieser Teil des Ofens, etwa das oberste Drittel des Schachtes, heißt daher die Vorwärmezone.

Mit steigender Temperatur, etwa von  $300^{\circ}$  an, beginnt die Einwirkung des Kohlenoxyds auf die Erze. Bei  $400$  bis  $450^{\circ}$  C. wird das Eisenoxyd zunächst zu Eisenoxyduloxyd, dieses wiederum bei höherer Temperatur ( $800$  bis  $900^{\circ}$ ) zu metallischem Eisen reduziert. Der die unteren zwei Drittel des Schachtes und die obere Hälfte der Rast umfassende Ofenteil, in welchem dieser Vorgang statthat, wird dem entsprechend die Reduktionszone genannt. In der Mitte dieser Zone ist die Temperatur bereits so hoch, daß die Karbonate (ungerösteter Spateisenstein und Kalkstein) zerfallen, ihre Kohlensäure abgeben und so, den Kohlensäuregehalt der Gase vermehrend, deren reduzierende Wirkung abschwächen. Nahezu gleichzeitig mit der Reduktion 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 verteilt auf dem metallischen, schwammförmigen und noch mit den erdigen Bestandteilen der Erze vermengten Eisen aus und wird von diesem allmählich aufgenommen; das Eisen wird gekohlt, so daß wir es jetzt nicht mehr mit reinem, nur mechanisch durch die Gangarten verunreinigtem

Metalle, sondern mit einer Eisenkohlenstofflegierung von verhältnismäßig niedrigem Schmelzpunkte, mit Roheisen, zu tun haben.

Das Schmelzen dieses Roheisens, die Bildung und Verflüssigung der Schlacke aus den Erden sowie aus den in dieser Zone noch nicht reduzierten Eisenverbindungen des Zuschlags und der Erze (wie das Eisenoxydul aus dem roh aufgegebenen Spate, geschmolzen gewesenes Oxyduloxyd und Eisensilikat in Gestalt von Puddel- und Schweißschlacke) vollzieht sich etwa in der unteren Hälfte der Rast und der oberen des Gestelles, in der Schmelzzone.

Je schwerer reduzierbar unsere Beschickung ist, desto größer ist auch die Menge verschlackter Eisenverbindungen, desto mehr bleibt von der Reduktionsarbeit noch zu tun übrig. Diese kann nur durch ein in höherer Temperatur als Kohlenoxyd wirkendes Mittel, durch Kohlenstoff selbst, vollbracht werden, der als hellglühender Koks mit der flüssigen Schlacke in die innigste Berührung kommt. Man nennt diesen Vorgang direkte Reduktion 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 Bestandteile des Roheisens (Mangan, Silizium u. a.) reduziert werden können. Die direkte Reduktion ist nur in sehr hoher Temperatur als günstig zu bezeichnen, also erst im Gestell, wo auch die Verbrennung des Koks vor sich geht. In der noch bedeutend höheren Hitze des elektrischen Ofens lassen sich mittels Kohlenstoff alle Metalloxyde reduzieren.

Falls der Wärmevorrat im Hochofen aus irgendwelcher Ursache unter das richtige Maß fällt, z. B. durch nicht richtige Zusammensetzung der Beschickung, zu schweren Erzsatz, durch Eindringen von Wasser infolge Leckens einer Form u. a. mehr, erfolgt die direkte Reduktion nur unvollkommen; die Eisenverbindungen bleiben zum Teil in der Schlacke und färben diese dunkelbraun bis schwarz: der Ofen hat Rohgang. Auch andere Störungen bringen eine unliebsame Abwechslung in den sonst regelmäßigen Hochofenbetrieb und machen dem Hochofenmann viel zu schaffen. Es sind da aufzuführen: nicht regelmäßiges Niedergehen der Gichten, das zu einem Feststauen der Gichten

im Hochofen, dem Hängen, führen kann, Gasexplosionen im Hochofen und in der Gasleitung, Durchbrüche von Eisen und Schlacke durch das Gestell, meistens Vorgänge, deren Häufigkeit mit der erhöhten Leistung unserer neueren Öfen eher gesteigert als vermindert wurde. Um diese Krankheitszustände der Öfen zu beheben, ist nicht selten eine längere sorgfältige Pflege nötig; denn es dauert bei großen Öfen verhältnismäßig lange, bis der erschöpfte Wärmevorrat wieder ersetzt ist, oder sonstige Ungleichmäßigkeiten behoben sind.

Die Erzeugnisse des Hochofens sind: 1. das Roheisen, 2. die Schlacke und 3. die in der Neuzeit stetig an Bedeutung zunehmenden Gichtgase. Mit dem Ausdruck Nebenerzeugnisse bezeichnen wir solche Produkte, welche gelegentlich bei der Verhüttung bestimmt zusammengesetzter Erze gewonnen werden, wie z. B. Blei, das sich, weil spezifisch schwerer als das Eisen, zu unterst im Gestell ansammelt, und Zink, das in den Gasfängen sich schwammförmig niederschlägt.

Um sich über die Wichtigkeit der Verwendung der Gichtgase einen Begriff zu machen, sei nur angeführt, daß auf eine Tonne Roheisen etwa 4500 cbm Gas mit einem durchschnittlichen Heizwert von 800 Wärmeinheiten für das Kubikmeter entfallen. Hiervon rechnet man nicht ganz die Hälfte ab für Erwärmung des Gebläsewindes und für Leitungsverluste. Da für eine Pferdekraft-Stunde rund 3,5 cbm Gichtgas erforderlich sind, wenn dieselben in Gasmotoren verbrannt werden, so ergeben die übrigen 2500 cbm rund 30 Pferdestärken. Der Hochofen benötigt für den eigenen Bedarf (Betrieb der Gebläsemaschinen, Pumpen, des Aufzugs usw.) auf die Tonne Roheisen etwa 7 P. S.; es bleiben also für fremden Betrieb etwa 23 P. S. für die Tonne erzeugten Roheisens übrig. Berücksichtigt man diese Werte, so wird man wohl verstehen, wie vor einigen Jahren ein bekannter amerikanischer Eisenhüttenmann den Ausspruch tun konnte, daß der Hochofen mit der Zeit eine Wanderung von seinem jetzigen Platz in die Nähe großer Städte machen werde, um dortselbst als Kraftquelle zu dienen. Die Einnahme aus dem Verkauf des Roheisens werde dann nur noch als Nebenverdienst anzusehen sein, während die Hauptsache die Erzeugung von Gas bilden würde.

Die in bereits oben angeführter Weise aufgefangenen und in der Gasleitung *i* (siehe Abb. 5 u. 6) weitergeführten Gichtgase

müssen vor ihrer Benutzung von dem schweren, groben, aus der Beschickung mitgerissenen Staub gereinigt werden, da derselbe den Wirkungsgrad der Verbrennung und Wärmeübertragung herabdrückt und außerdem eine öftere Reinigung der Verbrennungsapparate erforderlich macht. Die Menge des Staubes steigt von 5 g oder weniger bis zu 15 g im Kubikmeter, d. h. aus einem Hochofen von 300 t Tageserzeugung können durch die Gichtgase täglich bis zu 20 t der Beschickung entführt werden. Die grobe Reinigung geschieht meist auf trockenem Wege derart, daß die Gase durch ein weitverzweigtes Rohrnetz geleitet werden, wobei durch fortwährenden Wechsel in der Weite und in der Richtung der Röhren ein Absetzen des Staubes veranlaßt wird. So vorgereinigte Gase können zur Befuerung der Dampfkessel und Heizung der Winderhitzer verwendet werden, während der an Eisen reiche, aufgefangene Staub zu Briketts verarbeitet und wieder aufgegeben wird.

Anstatt die Gase zuerst durch geeignete Verbrennungsvorrichtungen unter den Dampfkesseln zu verbrennen, dadurch Dampf zu erzeugen und mit diesem Dampfmaschinen zu treiben, hat man es in den letzten Jahren gelernt, die Gase unmittelbar in Gasmotoren zu verwerten. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß für einen dauernden, ungestörten Betrieb der Gasmaschinen eine weitgehende gute und sorgfältige Reinigung, Abkühlung und Trocknung der Gase ein Haupterfordernis ist. Zu diesem Zweck verwendet man, nachdem die Gase in den Rohrleitungen, vielfach unter Zuhilfenahme von Wasser, abgekühlt sind, sog. Zentrifugalreiniger, in denen die Abscheidung des Staubes durch die Wirkung der Zentrifugalkraft auf den durch fein verteiltes Wasser befeuchteten und beschwerten Staub gelingt. Es sind dies teils die von Ed. Theissen konstruierten Gaswäscher, teils gewöhnliche Ventilatoren von etwa  $1\frac{1}{2}$  m Flügeldurchmesser mit Wassereinspritzung. Nach Verlassen dieser Apparate, in denen das Gas eine Reinheit bis zu 0,02 g für das Kubikmeter erreicht, muß es nur noch in Filtern getrocknet werden, um dann den Gasmotoren zugeführt werden zu können.

Um Gas in einer Maschine krafterzeugend wirken lassen zu können, muß es mit einer bestimmten Menge Luft gemischt werden. Mit dieser Mischung sind alsdann in oder vor dem Zylinder der Gasmaschine 4 Vorgänge vorzunehmen. Sie muß 1. angesogen,

2. zusammengedrückt, 3. entzündet werden und 4. müssen die Verbrennungsprodukte ausgestoßen werden.

Gehen diese 4 Vorgänge alle innerhalb des Zylinders der Maschine vor sich, und erfordert dann jeder einen Kolbenhub, so arbeitet die Maschine im Viertakt. Ordnet man für die Vorgänge 1 und 2 besondere Räume (Kompressoren) außerhalb des Zylinders der Maschine an, so bleiben nur die beiden letzten Vorgänge innerhalb des Zylinders der Gasmaschine vorzunehmen und diese heißt sodann Zweitaktmaschine.

Im letzteren Falle kommt ein Arbeitshub auf zwei Hübe, im ersteren auf vier. Schließt man den Zylinder auf beiden Seiten ab und läßt die Gase wechselweise auf der einen und auf der anderen Seite des Kolbens wirken, so erhält man den doppeltwirkenden Zwei- bzw. Viertakt. Für Großgasmotoren kommt zurzeit die alte Anordnung des einfachwirkenden Viertaktmotors mit einem oder mehreren Zylindern nicht mehr in Betracht, so daß die doppeltwirkenden Viertaktmotoren, hauptsächlich in Tandem-Anordnung, wobei zwei hintereinanderliegende Zylinder auf eine Kurbelwelle wirken, in scharfem Wettbewerb den Zweitaktmotoren gegenüberstehen. Wer aus demselben als Sieger hervorgehen wird, läßt sich heute noch nicht entscheiden.

Als zweckmäßigste Maschineneinheiten werden gegenwärtig für Dynamobetrieb 1000 bis 1200 eff. P. S., für Gebläsebetrieb je eine Maschine für den Hochofen, meist von der gleichen Größe, aber auch von 1600 bis 3000 eff. P. S. je nach der Leistung des Hochofens, angesehen.

Unterhalb der Windformen scheidet sich im Gestell das dreimal so schwere Roheisen von der leichten Schlacke. Letztere fließt, abgesehen von einer kurzen Unterbrechung, nach jeder Entleerung des Ofens von Eisen (Abstich) aus einer etwas tiefer als die Windformen gelegenen Öffnung  $d$  (Abb. 6), die man zum Schutze des Mauerwerks mit einer gekühlten Bronzeröhre, der Lürmannschen Schlackenform ausfüttert. Durch diese im Jahre 1866/67 gemachte Erfindung des heutigen Dr. Ing. h. c. Fritz W. Lürmann, der damals Betriebsleiter der Georgs-Marienhütte bei Osnabrück war, wurde eigentlich erst die gewaltige Steigerung der Roheisenerzeugung in den größeren Hochöfen und die Vermehrung des Winddrucks ermöglicht. Heute dürfte es wohl kaum noch einen Hochofen ohne diese Einrichtung geben. Gegenüber diesen neueren

Hochöfen mit „geschlossener Brust“ fand der Ablauf der Schlacke bei den alten Hochöfen mit „offener Brust“ aus dem Gestell nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren statt, indem die Schlacke durch den Winddruck im Gestell niedergedrückt und über einen Wallstein durch den Vorherd des Ofens hindurch zum Abfluß gebracht wurde. Die Schlacke fließt entweder in eiserne Wagen und wird nach dem Erstarren auf die Halde gestürzt oder sie wird in einen Wasserstrom geleitet, wodurch sie sich zu feinem Sand zerteilt, d. h. sie wird granuliert.

Je nach dem Gang des Hochofens wechselt die Schlacke von der sauren, während des Erstarrens zu einem Faden ausziehbaren (daher „langen“) bis zu der basischen („kurzen“) Schlacke. Gare, basische Schlacke soll weiß, hellgrau, bläulich oder gräulich aussehen, denn nur dann ist man sicher, daß nicht größere Mengen Eisenoxydul in ihr enthalten sind. Die Farbe und die chemische Zusammensetzung steht in innigster Beziehung mit der Zusammensetzung des gleichzeitig fallenden Roheisens.

Hochofenschlacke findet zu verschiedenen Zwecken Verwendung. Während die Klotzschlacke gerne zur Beschotterung von Straßen in steinarmen Gegenden gebraucht wird, wird der durch Granulieren entstandene Schlackenkieß vielfach zum Unterstopfen des Eisenbahnoberbaues benutzt. Kalkreiche Schlacken, wie sie bei Gießereirohisen fallen, geben nach Zuschlag von gelöschtem Kalk und tüchtigem Durcheinandermischen einen guten Mörtel, und wenn sie zudem noch einen hohen Tonerdegehalt aufweisen, einen geeigneten Stoff zur Anfertigung von gepreßten Bausteinen, welche ähnlich wie Ziegelsteine Verwendung finden. Doch müssen die Steine vor ihrer Verwendung mindestens zwei Monate gelagert haben, um abbinden zu können. Die ersten derartigen Steine hat ebenfalls Lürmann hergestellt. Auch dienen diese Schlackenarten als Rohstoff für die Fabrikation von Zement. Schlackenzement besteht nur aus staubfein gemahlener Hochofenschlacke, gemischt mit feinem gelöschtem Kalk; preßt man dagegen dieses Gemisch zu Ziegeln, welche bis zum Sintern gebrannt und dann fein gemahlen werden, so erhält man ein Erzeugnis, das den an den Portlandzement gestellten Anforderungen allseitig genügt und das unter dem Namen Eisenportlandzement in den Handel kommt. Die weitaus größte Menge der Schlacken aber bildet zur Zeit noch einen Ballast für die Hüttenwerke und muß auf Halden von zum

Teil gewaltiger Ausdehnung gestürzt werden. So besitzt z. B. die Gutehoffnungshütte in Oberhausen eine Schlackenhalde, die einen größeren Umfang hat als die Insel Helgoland.

Das Haupterzeugnis des Hochofens, das Roheisen, sammelt sich im Gestell so lange an, bis seine Oberfläche beinahe die Schlackenform erreicht hat. Dann öffnet man einen in der Gestellwand unmittelbar über dem Bodenstein gelegenen, für gewöhnlich mit Ton verstopften Ausflußkanal, das Stichloch  $q$ , man sticht den Hochofen ab und läßt den Inhalt durch Gräben in vorgerichtete Sandformen (Masselbetten) oder in eiserne Gußschalen (Kokillen) laufen, in denen das Roheisen zu Masseln in Gestalt von Barren oder Platten erstarrt, oder man sammelt es in feuerfest ausgemauerten großen Pfannen, um es noch flüssig dem Stahlwerke zuzuführen. Bei Hochöfen mit sehr großer Roheisenerzeugung hat man neuerdings auch Gießmaschinen eingeführt, die aus einer Reihe auf einer endlosen Kette befestigter eiserner Gußformen bestehen. Diese werden an einem bestimmten Platze des Hochofenwerkes nacheinander aus einer Pfanne mit Roheisen gefüllt und selbsttätig beim Richtungswechsel der Ketten durch Kippen entleert, nachdem inzwischen das eingegossene Eisen erstarrt ist. Die Gußformen werden alsdann auf dem Rückwege zu der Einfüllstelle innen mit Kalkwasser bespritzt, um ein Zusammenschweißen mit dem Roheisen zu vermeiden. Zum Schließen des Stichlochs verwendet man in neuester Zeit vielfach eine mit Preßluft betriebene Stichlochstopfmaschine.

Von Roheisen unterscheidet man zwei Hauptarten: weißes und graues. Ersteres enthält den gesamten Kohlenstoff legiert, letzteres den größten Teil desselben als Graphit blätterförmig ausgeschieden. Neben Kohlenstoff spielen aber auch Mangan und Silizium eine 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 dieses Elementes. Letzteres begünstigt ferner, wenn in größerer Menge zugegen, die Bildung strahligen Gefüges und tafelförmiger Kristalle, wie sie das Spiegeleisen zeigt.

Graues Roheisen entsteht durch Aufnahme von Silizium, welches die Legierung von Eisen und Kohlenstoff zerlegt, also Graphitbildung hervorruft und somit entgegengesetzt wirkt wie Mangan. Enthält das Eisen kein Mangan, so genügen schon ge-

ringe Mengen Silizium, um es grau zu machen. Je mehr aber von jenem vorhanden ist, in desto höherem Grade wird auch die Wirkung dieses Elementes aufgehoben, desto größere Mengen Silizium sind erforderlich, um Graphitausscheidungen zu bewirken. Doch ist, abgesehen von diesen Mengenverhältnissen, auch die Zeitdauer der Abkühlung von großer Bedeutung, indem Roheisen bei raschem Abschrecken (Gießen in eiserne Kokillen) weiß, bei langsamerem Abkühlen dagegen (in trockenen Sandformen) grau werden kann. Sind die einzelnen Graphitblättchen sehr klein, so nennt man das Gefüge des Eisens feinkörnig und die Farbe ist hellgrau. Hatten die Graphitkristalle infolge Verzögerung des Erstarrens und Abkühlens längere Zeit zur Ausbildung, so sind sie erheblich größer; das Gefüge ist grobkristallinisch und das Eisen dunkelgrau.

Außer den genannten Fremdkörpern ist noch von Wichtigkeit der Phosphor, welcher das Eisen dünnflüssig macht, also für feinere Gußstücke tauglicher. Auch die Härte wird durch Phosphor gesteigert, dagegen leiden die Festigkeitseigenschaften, das Eisen wird kaltbrüchig, d. h. es bricht bei gewöhnlicher Temperatur unter dem Einfluß von Erschütterungen. Dementgegen macht schon ein geringer Gehalt von Schwefel, falls nicht Mangan zugleich vorhanden ist, das Eisen rotbrüchig, d. h. es verliert beim Erhitzen auf Rotglut seinen Zusammenhang. Die sonstigen Begleiter der Eisensorten, wie Kupfer, Arsen, Titan, Vanadium, kommen im Roheisen nur selten in solchen Mengen vor, daß ihr Einfluß bemerkbar wird.

Die Leistungsfähigkeit eines modernen Hochofens schwankt von 100 bis 500 t Roheisen in 24 Stunden; sie hängt aber auch zusammen mit dem Eisengehalt des Möllers und mit der Art des erblasenen Eisens derart, daß in der Zeiteinheit 100 t Weiß Eisen, 80 t Graueisen, 70 t Spiegeleisen usw. entsprechend der längeren Durchsetzzeit solcher Eisensorten fallen.

Je nach der Verwendung sind noch folgende Benennungen gebräuchlich: Gießerei-, 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 Hüttenprozesse Gelegenheit bieten, doch mögen hier die Analysen einiger bezeichnenden Vertreter der verschiedenen Arten von Roheisen Platz finden.

Das Roheisen-Syndikat in Düsseldorf hat folgende Normen für verschiedene Roheisensorten festgesetzt (s. Tabelle I).

Tabelle I.

Roheisensorte	Silizium %	Mangan %	Phosphor %	Schwefel %	Kupfer %
Hämatit . . . . .	2—3	nicht über 1,3	nicht über 0,1	nicht über 0,04	—
Gießerei-Roheisen Nr. I	nicht unter 2,5	» » 1,0	» » 0,6	» » 0,04	—
» » » III					
a) rhein.-westf. . .	1,8—2,5	unter 1,0	unter 0,9	nicht über 0,06	—
b) Siegerländer. . .	1,8—2,5	0,8—1,25	0,6—0,9	» » 0,05	—
Qualitäts-Puddeleisen					
a) rhein.-westf. . .	—	2—3	0,3—0,5	nicht über 0,08	nicht über 0,35
b) Siegerländer. . .	—	3—5	0,3—0,5	» » 0,08	» » 0,35
Stahleisen					
a) rhein.-westf. . .	—	3—5	nicht über 0,1	nicht über 0,04	nicht über 0,30
b) Siegerländer. . .	—	4—6	» » 0,1	» » 0,04	» » 0,40
Thomaseisen					
a) Mn. . . . .	—	nicht unter 2,0	1,8	0,12	—
b) M. M. . . . .	—	ca. 1,5	1,8	0,12	—
c) O. M. . . . .	—	unter 1,0	1,8	0,12	—

Zur Ergänzung obiger Angaben seien noch einige Analysen weiterer Roheisensorten in nachstehender Tabelle II angefügt.

Tabelle II.

	Gesamt- Kohlenstoff	Silizium	Mangan	Phosphor	Schwefel	Kupfer
Gießerei-Roheisen Nr. I,						
Dill-Lahn . . . . .	3,89	0,62	0,64	0,67	0,013	0,004
Oberschlesien . . . . .	3,42	2,92	0,76	0,48	0,042	0,030
Gießerei-Roheisen Nr. III,						
Lothringen-Luxemburg . .	3,62	2,62	0,60	1,60	0,013	0,003
Gießerei-Roheisen Nr. V,						
Lothringen-Luxemburg . .	3,58	1,17	0,41	1,71	0,014	0,015
Spezial-Roheisen Kupferhütte (Holzkohlen-Roheisen- Ersatz) . . . . .	4,02	0,84	0,29	0,06	0,052	0,082
Holzkohlen-Roheisen, grau .	3,41	1,11	0,39	0,73	0,092	0,011
» Siegerländer	3—4	1,0—3,0	0,3—0,5	0,20	Spuren	Spuren
Bessemer-Roheisen . . . . .	3,76	2,52	3,90	0,07	0,03	—
Spiegeleisen, Siegerländer . .	4—5	0,3—0,5	6—30	0,06—0,10	0,1	0,2—0,3
Ferromangan . . . . .	5,5—7	0,5—1,5	bis 85	0,18—0,38	Spuren	0,02—0,10
Ferrosilizium . . . . .	1,0—1,5	8,5—15,0	1—4	0,08 u. höher	0,02	—

## 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 Tausendteile und mehr, oder treten neben geringeren Mengen noch andere Elemente in die Legierung ein, so wird die Härte des Metalles durch plötzliches Abkühlen von  $750^{\circ}$  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 Bestandteilen, so tritt diese Veränderung nicht ein; die Legierung ist Schmied-eisen.

Übersteigt die Temperatur bei der Darstellung schmiedbaren Eisens dessen Schmelzpunkt nicht, so erhalten wir es als festen Körper in Gestalt von kleinen Kriställchen, die sehr bald zu Klumpen zusammenschweißen; dann nennen wir es Schweiß-eisen bezw. Schweißstahl; wird aber die Schmelztemperatur überschritten, so daß es in flüssigem Zustande gewonnen wird, so belegen wir es mit dem Namen Fluß-eisen bezw. Flußstahl.

Das Roheisen enthält, wie wir im vorigen Kapitel erfahren haben, außer Kohlenstoff jederzeit eine beträchtliche Menge anderer Elemente, als Silizium, Mangan, Phosphor, geringere Anteile von Schwefel usw. Die Umwandlung in schmiedbares Eisen besteht nun im wesentlichen in der Entfernung dieser Nebenbestandteile durch Oxydation; teils entweichen sie als Gase (Kohlenoxyd, schwefelige Säure), teils bilden sie eine Schlacke; diesen Vorgang nennt man Frischen.

Die älteste Frischmethode ist das Herdfrischen; sie besteht im wiederholten Niederschmelzen des Roheisens in einem Holzkohlenfeuer, wobei das abschmelzende Metall durch einen die Ver-

brennung unterhaltenden Windstrom tropft. Da die obengenannten Nebenbestandteile 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 Prozesses rührt von dem Schmelzapparate, dem Frischherde oder Frischfeuer, her. In Deutschland sind die Frischfeuer vollständig verschwunden; in Schweden, Steiermark 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 Zementstahl, des steirischen Rohstahls, der russischen Glanzbleche u. dergl.

Der immer größer werdende Mangel an Holzkohlen und die Unmöglichkeit, sie beim Herdfrischen durch Steinkohlen oder Koks zu ersetzen, 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.

Der Puddelofen (Abb. 7 und 8) besteht im wesentlichen aus drei Teilen: 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 geringwertigen Brennstoffen, mit 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, andererseits diese Stücke

selbst vor chemischer Veränderung durch Teilnahme am Schmelzen und Frischen schützt.

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 Ofenteile voneinander trennenden Brücken, die Feuerbrücke *d* und die Fuchsbrücke *e*. Hinten und

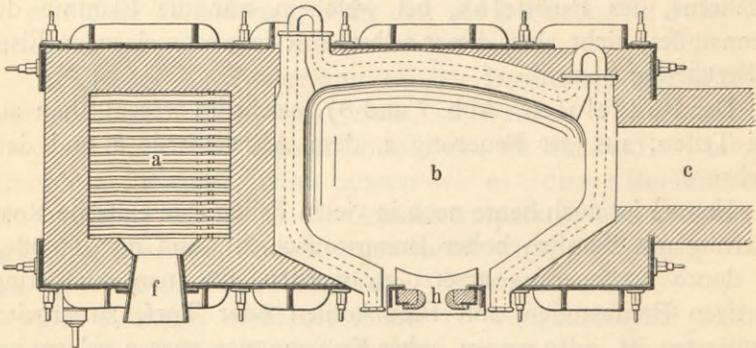
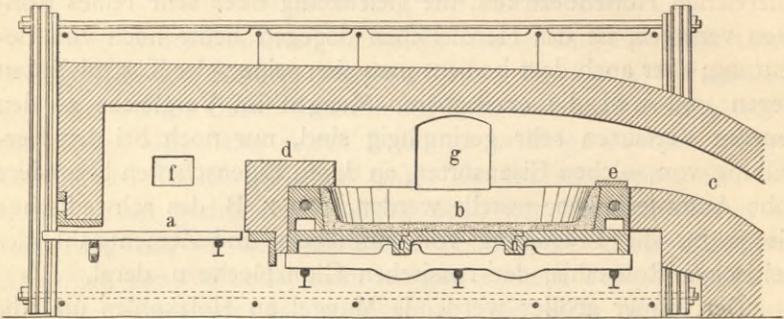


Abb. 7 u. 8. Puddelofen.

vorn sind Mauern aufgeführt, die dem Herde entlang sich auf dem Herdeisen aufbauen; das Ganze wird durch ein über der Feuerung horizontales, über dem Herd allmählich nach dem Fuchse hin abfallendes Gewölbe überspannt. In der Vorderwand befinden sich die Schüröffnung *f* für die Feuerung und die Einsatztür *g* zum Füllen und Entleeren des Herdes. Eine kleine Öffnung in letzterer, die Arbeitstür *h*, dient zur Einführung der Gezähe während der Puddelarbeit.

In den auf helle Glühhitze gebrachten, von der vorigen Hitze noch eine gewisse Menge Schlacke enthaltenden Ofen setzt man die Ladung aus durchschnittlich 300 kg Roheisen ein und bringt sie bei geschlossener Tür und lebhaftem Feuer binnen etwa 35 Minuten zum Schmelzen. Schon während dieser Zeit wirken die an Sauerstoff und Kohlensäure reichen Feuergase oxydierend auf das Eisen ein und verbrennen vorwiegend das in ihm enthaltene Silizium. 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 Siliziums wird jetzt auch Mangan und Eisen in größerer Menge oxydiert und zwar teils durch den Sauerstoff der Feuergase, teils durch den des Eisenoxyds 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 Arbeitstür 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 Kriställchen 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 schmiegbares Eisen verwandelt, aber noch nicht gleichmäßig genug entkohlt, besonders in den am Boden liegenden Teilen. Diese unbedingt erforderliche Gleichmäßigkeit 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 außen und häuft sie am anderen Ende des Herdes in gleicher Weise auf; wenn nötig, wird die Arbeit ein zweites Mal wiederholt. Schließlich schreitet er zum Luppenmachen, d. h. er teilt den großen 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 Fließen gebracht und ausgeseigert. Dann holt er bei geöffneter Einsatztür mit einer großen Zange die Luppen einzeln aus dem Ofen, bringt sie unter den Dampfhammer, welcher die losen Massen fester zusammenschweißt und den größten Teil 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 siliziumreich, so verläuft der Prozeß wie eben geschildert, und das Erzeugnis ist ein kohlenstoffarmes, sehniges Schmiedeeisen. War das Roheisen aber weiß, also siliciumarm, so verkürzt sich der erste Teil; 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 körnig-kristallinisches Gefüge hat, erzeugt werden, so darf man die Entkohlung nicht so weit treiben; es bleibt deshalb der letzte Teil 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 außer der Abkürzung der Arbeit auch den Vorteil 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 kieselsäure- und manganreiche Schlacke die Entkohlung verlangsamt, 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 daß, wenn der Betrieb auf Erzeugung sehnigen Eisens mittlerer 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 Schmiedeisens und des Stahles darf aber nur wenig Phosphor enthalten.

Der Abbrand, d. h. der Verlust an Eisen, beträgt je nach Rohstoff und Erzeugnis 6 bis 15 %; der Brennstoffaufwand schwankt zwischen 750 und 2000 kg auf 1 Tonne Luppenstäbe. Auf hochwertigen Stahl arbeitende Öfen 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 äußerst anstrengend; es hat deshalb nicht an Versuchen gefehlt, sie Maschinen zu übertragen, doch sind solche nur für die Erzeugung sehnigen Eisens hier und da, in Deutschland kaum je in Anwendung gekommen. Dagegen hat man durch Vergrößerung der Öfen zu doppelten und vierfachen (an denen also gleichzeitig zwei oder vier Puddler arbeiten) sowohl die Erzeugung zu erhöhen, als auch durch Anwendung von Gasfeuerungen den Brennstoffverbrauch auf 450 kg zu vermindern verstanden. In den Doppelpuddelöfen von Springer bezw. Pietzka ist man imstande, bis zu 24 Chargen in 24 Stunden zu machen, also rund 10 000 kg Eisen zu erzeugen.

### **Das Bessemer- und Thomasverfahren. (Windfrischen.)**

Der Engländer Henry Bessemer hat es in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts zuerst mit Erfolg versucht, das alte Frischverfahren, bei welchem Tropfen geschmolzenen Roh-

eisens durch den Gebläsewind des Frischfeuers fielen und dadurch mit dem Luftsauerstoff in Berührung gebracht wurden, umzukehren, indem er durch den Deckel eines mit geschmolzenem Roheisen gefüllten Tiegels mittels eines beinahe an den Boden reichenden Rohres Luft einblies. Seine Versuche versprachen Erfolg, so daß er sich trotz der durchaus absprechenden Beurteilung des Verfahrens seitens der englischen Eisenhüttenleute mit Eifer der weiteren praktischen Ausbildung seiner Idee hingab. Immerhin währte es mehrere Jahre, bis die ersten, nicht geringen Schwierigkeiten, welche sich der Anwendung des Verfahrens entgegenstellten, glücklich überwunden waren und Bessemer endlich die Genugtuung hatte, seinen Erfindergedanken in die Wirklichkeit übersetzt zu sehen. Männern wie Göransson, Mushet, Snelus u. a. gebührt das Verdienst, zur Vervollkommnung des Verfahrens wesentlich beigetragen zu haben.

Das Aufsehen, welches die neue Erfindung in allen eisen-erzeugenden Ländern verursachte, war ungeheuer; denn es schien, als müsse die ganze bisherige Schmiedeisenherzeugung nach und nach verschwinden, da dieselbe Menge Roheisen (etwa 3 t), die ein Puddelofen in 24 Stunden verarbeiten konnte, nach dem Verfahren von Bessemer in 20 Minuten verfrischt wurde. Bald zeigte es sich jedoch, daß nicht alle an die neue Erfindung geknüpften Hoffnungen erfüllt wurden, denn es gelang nicht, alle Nebenbestandteile aus dem Roheisen zu entfernen. Gerade der für das Schmiedeisen gefährlichste Bestandteil, der Phosphor, von dem schon 0,1 bis 0,2% genügen, um das Material spröde und kaltbrüchig zu machen, blieb im Bessemerverfahren völlig unangetastet. Um phosphorreines schmiedbares Eisen darzustellen, war man gezwungen, phosphorreines Roheisen zu verwenden. Dieser Umstand bildet eine Erschwerung für die Anwendung des Verfahrens in Gegenden, wo phosphorfreie Erze nicht vorhanden sind. Deutschland ist arm an solchen und blieb deshalb, da das neue Verfahren auch hier Verbreitung fand, auf die Einfuhr eines großen Teiles des erforderlichen Roheisens aus England oder spanischer Erze zur Herstellung phosphorarmen Roheisens angewiesen.

Während bei dem Puddelprozesse der Ofen durch die Feuerung beständig auf hoher Temperatur gehalten wird, erstarrt, wie wir oben gesehen haben, das entkohlte schmiedbare Eisen doch, da

der Wärmegrad nicht ausreicht, um es flüssig zu erhalten. Da nun bei dem Windfrischen kein fremder Brennstoff zur Erwärmung des Metalls zur Anwendung gelangt, demselben vielmehr von der hindurchgeblasenen Luft, welche die Temperatur des flüssigen Eisens annimmt, eine gewaltige Wärmemenge entzogen wird, so würde das flüssige Eisen bald erstarren und der Frischprozeß unmöglich werden, wenn man nicht dem Roheisen eine solche Zusammensetzung geben könnte, daß durch die rasche Verbrennung gewisser Bestandteile, die selbst eine hohe Verbrennungstemperatur besitzen, das Eisenbad über die Erstarrungstemperatur hinaus erhitzt bleibt. Zu diesen Bestandteilen gehören Silizium, Mangan, Eisen und Kohlenstoff, welche durch Verbrennung von 1% jeweilig eine Temperatursteigerung von 190° bzw. 46° bzw. 28° bzw. 6° C. hervorrufen. Ist also der Kohlenstoffgehalt des Roheisens im Betriebe des Bessemerprozesses fast ohne Belang, so bildet Silizium den eigentlichen Brennstoff des Bessemerverfahrens. Die Anwesenheit beträchtlicher Siliziummengen (1 bis 2%) ist deshalb Bedingung für die Durchführbarkeit des Bessemerns. Im übrigen fordern wir vom Bessemer-Roheisen einen gewissen Gehalt an Mangan (etwa 1%), der gern gesehen wird, und ferner möglichst niedrigen Phosphor- und Schwefelgehalt (höchstens 0,10% bzw. 0,01 bis 0,05%). Der Kohlenstoffgehalt pfl egt 3,5 bis 4% zu betragen.

Das Roheisen entnimmt man, wie schon eben gesagt, für jede Hitze in Mengen bis zu etwa 16 t unmittelbar dem Hochofen oder einem Schachtofen, dem Kupolofen, in dem es vorher mit Koks eingeschmolzen ist. Ersteres Verfahren ist wegen Ersparung der Umschmelzkosten billiger, aber wegen der unvermeidlichen, beim Hochofenbetrieb eintretenden Schwankungen in der Zusammensetzung des aus mehreren Hochöfen stammenden Eisens schwieriger. Deshalb sammelt man jetzt 250 bis 600 t flüssigen Roheisens in einem großen kippbaren Behälter, im Roheisenmischer, an und gibt es nach Bedarf an das Bessemerwerk ab. Man erzielt dadurch gleichzeitig eine beträchtliche Verminderung des Schwefelgehaltes, da sich während des ruhigen Stehens im Mischer eine schwefel- und manganreiche Schlacke abscheidet. Dieses Verfahren wurde in Hoerde durch Massenez und Hilgenstock ausgebildet. Während die älteren Mischeranlagen ohne Heizung ausgeführt wurden, hat man neuerdings die Mischer zum Beheizen

eingerrichtet, um einem Einfrieren und den damit verbundenen Schwierigkeiten und Verlusten zu begegnen. In Abb. 9 ist ein derartiger Mischer dargestellt.

Der zur Durchführung des Bessemerns notwendige Apparat hat noch heute im großen und ganzen die ihm vom Erfinder schließlich gegebene Gestalt, nämlich die einer Birne, und er heißt daher auch allgemein die Bessemerbirne. Von der in ihm vorgehenden Umwandlung des Roheisens in schiedbares Eisen

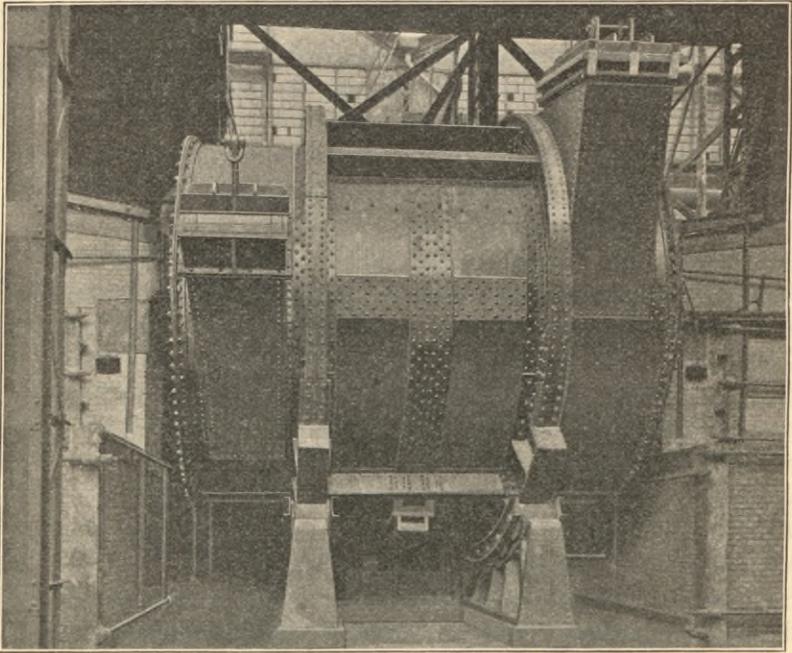


Abb. 9. Heizbarer Roheisenmischer für 300 t Inhalt mit elektrischer Kippvorrichtung.

führt er auch den Namen Konverter. Abbildung 10 zeigt die Einrichtung der Bessemerbirne. Sie besteht aus einem schmiedeisernen Mantel, der mit feuerfestem Futter versehen und in einem kräftigen, stählernen Tragringe befestigt ist. Dieser Tragring hat zwei in einer Achse liegende Drehzapfen, die in den Lagern der Ständer ruhen und von denen der eine ein Zahnrad für die Kippvorrichtung trägt, während der andere durchbohrt ist und für die Windzuführung dient. Die Birne ist so gebaut, daß im liegenden

Zustande das eingegossene Roheisen den Boden, der geeignete Öffnungen für die Einführung des Gebläsewindes enthält, nicht berührt. Wenn die Birne aufrecht steht, strömt der Gebläsewind durch das über dem Boden stehende Eisenbad und die Verbrennungsgase entweichen durch die verengte Mündung, Hals genannt, welche auch zum Einbringen des flüssigen Roheisens sowie später zum Entleeren der Birne dient.

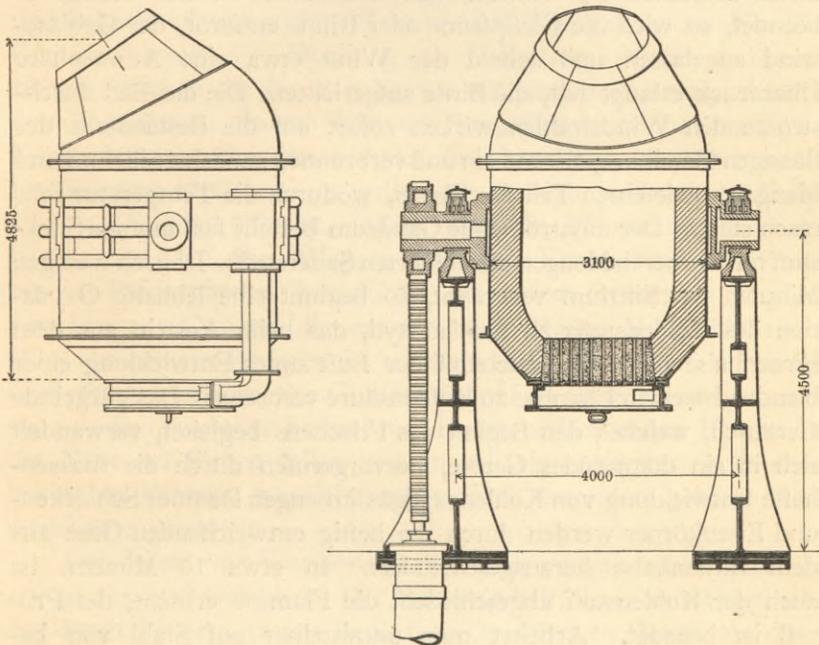


Abb. 10. Bessemerbirne.

Die Birne kann um mindestens drei Viertel eines Kreises gedreht werden. Zur Ausführung dieser Bewegung dient fast immer eine senkrecht gerichtete Zahnstange, die in das Zahnrad des einen Drehzapfens eingreift und in einem Kolben endet, der in einem Wasserdruckzylinder auf- und abwärts bewegt wird. Von dem durchbohrten Zapfen wird der Gebläsewind nach dem unter dem Boden der Birne befindlichen Windkasten geleitet, von wo aus zahlreiche (von 50 bis 200 an Zahl schwankend), 10 bis 30 mm weite Durchbohrungen (Windöffnungen oder Düsen) die Gebläseluft in die Birne treten lassen. Das Füllen der Birne

geschieht von einer zum Kippen eingerichteten, auf einem Wagen befindlichen Pfanne aus, welche an der Rückseite der Birne herangefahren und unmittelbar in den Hals der horizontal gelegten Birne entleert wird.

Bei dem jetzt seltenern Betriebe mit Umschmelzen des Roheisens in Kupolöfen wird das Stichloch dieser Öfen mit der Birne durch eine Rinne verbunden, um den Ofeninhalt direkt in die Birne abstechen zu können. Ist das Einlassen des Roheisens beendet, so wird die Gießpfanne oder Rinne entfernt, der Gebläsewind angelassen und sobald der Wind etwa eine Atmosphäre Überdruck erlangt hat, die Birne aufgerichtet. Die das Bad durchströmenden Windstrahlen wirken sofort auf die Bestandteile des flüssigen Metalls oxydierend ein und verbrennen zunächst Silizium und Mangan sowie einen Teil des Eisens, wodurch die Temperatur sehr rasch steigt. Der ausströmende Gasstrom besteht fast nur aus Stickstoff mit kleineren Mengen unverzehrten Sauerstoffs. Ist nach wenigen Minuten das Silizium verbrannt, so beginnt eine lebhafte Oxydation des Kohlenstoffs zu Kohlenoxyd, das beim Austritt aus dem Birnenhalse mit dem Sauerstoff der Luft unter Entwicklung einer blendend weißen Flamme zu Kohlensäure verbrennt. Das gurgelnde Geräusch, welches den Beginn des Frischens begleitet, verwandelt sich in ein donnerndes Getöse, hervorgerufen durch die massenhafte Entwicklung von Kohlenoxydgas im engen Raume; Schlacken- und Eisenkörner werden durch die heftig entweichenden Gase aus dem Birnenhalse herausgeschleudert. In etwa 10 Minuten ist auch der Kohlenstoff abgeschieden, die Flamme erlischt, der Prozeß ist beendet. Arbeitet man unmittelbar auf Stahl von bestimmtem Kohlenstoffgehalte, so pflegt man das Blasen zu unterbrechen, ehe der Kohlenstoff vollständig verbrannt ist. Verschiedene Merkmale dienen zur Erkennung des richtigen Zeitpunktes. Obwohl dem erfahrenen Betriebsmann das Aussehen der Flamme als sicheres Kennzeichen dient, so verwendet man häufig mit gutem Erfolge ein Spektroskop, durch welches man die Flamme betrachtet und in dem mit Beginn der Verbrennung des Kohlenstoffs mehrere Gruppen helleuchtender gelber, roter und grüner, letztere von verbrennenden Mangandämpfen herrührender Linien zu sehen sind, deren vollständiges Verschwinden mit der Entkohlung genau zusammenfällt. Zuletzt bleibt noch die gelbe Natriumlinie. Soll das Frischen bei bestimmtem Kohlenstoffgehalte

des Bades unterbrochen werden, so gibt das Verschwinden der einen oder anderen Linie das Merkmal dafür an.

Die Birne wird nun wieder in die wagerechte Lage gekippt und der Wind abgestellt. Nachdem man sich noch durch eine Schlacken- und Schöpf- bzw. Schmiedeprobe von der Erreichung des gewünschten Entkohlungsgrades überzeugt hat, setzt man dem Bade eine seiner Größe und dem Härtegrad des zu erzeugenden Stahles entsprechende Menge flüssigen oder vorgewärmten mangan- und kohlenstoffreichen Spiegeleisens oder Eisenmangan zu. Um die Gleichmäßigkeit der Mischung zu befördern, richtet man auf einigen Werken die Birne nochmals auf und bläst wenige Sekunden lang weiter; alsdann folgt das Ausgießen in die bereitstehende Gießpfanne. Aus dieser findet die Verteilung des gewonnenen Stahles oder Flußeisens in gußeiserne, nahezu prismatische Gußformen (Kokillen) statt, indem man die Pfanne mittels eines Gießkranes oder eines Wagens über jede Form fährt und durch die im Pfannenboden befindliche, mit einem feuerfesten Stopfen verschlossene Öffnung die entsprechende Menge Metall abfließen läßt. In neueren Anlagen ist es auch üblich geworden, nicht die Gießpfanne, sondern die Gußformen auf Wagen zu stellen, um sie aus der an einem bestimmten Platze verbleibenden Pfanne in der Nähe der Birnen füllen und an beliebig entfernter Stelle entleeren zu können, was jetzt meist durch besonders gebaute Abstreifkräne geschieht.

Der Zusatz von Spiegeleisen und Eisenmangan zum Metallbad erfolgt aus zwei Gründen. Der Mangangehalt dieser Zuschläge soll das durch die stets erneute Berührung des flüssigen Metalls mit dem freien Sauerstoff des Gebläsewindes im Überschuß gebildete und im Bade gelöste Eisenoxydul reduzieren; denn schon geringe Mengen Eisenoxydul genügen, um das Erzeugnis in hohem Grade rotbrüchig, d. h. spröde in der Hitze zu machen, wodurch die weitere Verarbeitung sehr erschwert, ja oft unmöglich wird. Der Mangangehalt wirkt auch der Entstehung von Rotbruch, der durch etwa anwesenden zu hohen Schwefelgehalt hervorgerufen werden kann, entgegen. Der Kohlenstoffgehalt des Spiegeleisens soll durch Verteilung im Bade dessen Kohlenstoffgehalt auf eine bestimmte, dem Verwendungszwecke des Erzeugnisses genau angepaßte Höhe bringen; er 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. Dieser Zeitpunkt ist aber trotz Anwendung des Spektroskops wegen der verschiedenen Temperatur der einzelnen Hitzen usw. sehr schwer genau zu treffen, so daß man heute fast allgemein vorzieht, die Entkohlung ganz zu Ende zu führen und den erforderlichen Kohlenstoff im Spiegeleisen wieder zuzusetzen. Will man das Bad nur desoxydieren, ohne den Kohlenstoff anzureichern (Rückkohlung), was bei der Herstellung von sehr weichen Eisensorten der Fall ist, so setzt man dem Bade nur eine kleine Menge Eisenmangan zu.

Der Abbrand, d. i. der Verlust an Metall durch Verbrennen von Eisen und der obengenannten Nebenbestandteile sowie durch das Herausschleudern von Eisenkörnchen während des Kochens beträgt bei dem Bessemerverfahren etwa 10 bis 12% des Einsatzes, so daß das Ausbringen an Gußblöcken 90 bis 88% beträgt.

Als bemerkenswerter Unterschied gegenüber den anderen beiden Frischmethoden (Herdfrischen und Puddeln) ist anzuführen, daß hier der Vermittler für die Sauerstoffübertragung die eisenoxyduloxydreiche Schlacke überflüssig wird, weil in der sehr hohen Temperatur (1580 bis 1640° C.), bei welcher der Bessemerprozeß verläuft, der Sauerstoff der Luft sich unmittelbar mit dem abzuscheidenden Kohlenstoff verbindet.

Bessemerflußeisen wird für gröbere Werkzeuge, Federn usw. sowie für Bleche, Bauwerkisen, Winkeleisen, Schienen und Eisenbahnbedarfsmaterial verwandt.

Die Schlacke des Bessemerprozesses enthält wesentlich Kieselsäure, Manganoxydul, Eisenoxydul und in geringeren Mengen Tonerde, auch Kalkerde und Magnesia, die aus dem feuerfesten Futter herrühren. Ist dieselbe reich an Mangan, so setzt man sie wohl beim Hochofenschmelzen zu, im übrigen hat sie bislang keine besondere Verwendung gefunden.

Weshalb gelingt es nun beim Bessemeren nicht wie beim Herdfrischen und Puddeln, den doch so leicht verbrennenden Phosphor aus dem Eisenbad zu entfernen? Der Grund ist in der Zusammensetzung der Schlacke zu suchen. Die Bessemerbirne ist mit einem kieselsäurereichen Futter versehen; eine eisenoxydreiche Auskleidung, welche sich im Puddelofen schon lange gut bewährt hatte, erwies sich als ungeeignet in der für die Flußstahlerzeugung

erforderlichen höheren Temperatur. Einen anderen basischen und doch ausreichend feuerfesten Baustoff kannte man damals noch nicht. Selbst wenn also die Schlacke nicht so reich an Kieselsäure wäre, wie sie es infolge des hohen Siliziumgehaltes des Roheisens werden muß, so könnte sie doch nie basische Natur erlangen, da sie dann wieder mit Begierde Kieselsäure aus der Ausfütterung entnehmen, diese anfressen und schließlich zerstören würde. Eine basische Schlacke ist aber die unumgängliche Voraussetzung für die Verschlackung der Phosphorsäure.

Obwohl von verschiedenen Seiten, so bereits in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts von Tunner auf die Notwendigkeit des Ersatzes der kieselsauren Ausfütterung der Bessemerbirne durch eine basische hingewiesen worden war, falls eine Abscheidung von Phosphor erfolgen sollte, so gelang es doch nicht, genügend feuerfeste und widerstandsfähige Baustoffe von geeigneter Zusammensetzung aufzufinden. Erst Thomas und Gilchrist lösten im Jahre 1878 diese Aufgabe durch Anwendung und geeignete Vorbereitung von Dolomit, einem Gemenge von Kalzium- und Magnesiumkarbonat, sowie durch Zuschlag von gebranntem Kalk zu dem flüssigen Eisen. Dolomit, ein weitverbreitetes Mineral, wird in hoher Temperatur bis zum Sintern gebrannt, dadurch von seinem Kohlensäuregehalt befreit, dann gemahlen, mit erhitztem, entwässertem Teer gemischt und in Formen unter sehr hohem, bis zu 300 Atm. ansteigendem Drucke zu Steinen gepreßt. Den die Windzuführungslöcher enthaltenden Boden des Birnenfutters stampft man aus derselben Masse in Formen auf. Vor der Benutzung müssen die flüssigen Bestandteile des Teers durch Brennen ausgetrieben werden, wobei Kohle als ein die Dolomitteilchen verbindender Kitt zurückbleibt. In einer mit diesem Baustoff ausgefütterten Birne 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.

Man nennt das in dieser Form ausgeführte Windfrischen das Thomasverfahren oder basische Verfahren. Diese englische Erfindung ist in Deutschland von Männern wie Massenez, Pink, Dr. Grass, Meier weiter ausgebildet und entwickelt worden. Am 22. September 1879 wurden gleichzeitig auf den Rheinischen Stahlwerken zu Meiderich und dem Hoerder Bergwerks- und Hüttenverein in Hoerde die ersten Thomaschargen erblasen.

Wollte man bei dem Thomasverfahren ein ebenso siliziumreiches Eisen wie bei dem Bessemerverfahren wählen, so würde ein sehr hoher Kalkzusatz erforderlich sein und eine so bedeutende Schlackenmenge entstehen, daß die Arbeit fast unausführbar wäre, auch würde das Futter trotz des hohen Kalkzusatzes stark angegriffen werden. Man zieht deshalb sehr siliziumarmes (0,2 bis 0,5 % Si) weißes Roheisen vor, gibt aber damit zugleich den Vorteil der bedeutenden Wärmeentwicklung in der ersten Zeit des Blasens auf. Zum Teil läßt sich dieser Verlust durch heißeres Einschmelzen ausgleichen. Das Roheisen enthält neben dem genannten geringen Gehalt an Silizium gewöhnlich 1 bis 2 % Mangan, etwa 3 bis 3,5 % Kohlenstoff und 1,8 bis 2,5 % Phosphor. Die durch 1 % der zuletzt genannten Bestandteile hervorgerufene Temperatursteigerung beträgt etwa 120° Celsius. Phosphor ist demnach der wichtigste Brennstoff bei dem basischen Verfahren (Thomasprozeß). Abgesehen davon, daß ein solches Thomaseisen im Hochofen billiger herzustellen ist, als ein siliziumreiches Roheisen, ist die Verarbeitung eines phosphorreichereren Roheisens mit niedrigem Siliziumgehalte vorteilhafter, weil die Thomasschlacke, wie unten näher ausgeführt wird, ein wertvolles Nebenerzeugnis ist, dessen Wert mit dem Phosphorsäuregehalt zu- und abnimmt. Bei dem Thomasprozeß muß vor dem Einlassen des Roheisens in die Birne zunächst der erforderliche Zuschlagskalk eingebracht werden, dessen Menge zwischen 13 bis 18 % des Roheisengewichtes schwankt. Die Verbrennung des Siliziums, Mangans usw. geht in ähnlicher Weise vor sich, wie bei dem Bessemerprozeß. Der Phosphor kann zum größeren Teil erst nach dem Kohlenstoff verbrennen. Letzterer bemächtigt sich mit Begierde alles eingeblasenen Luftsaauerstoffs, so daß für die Oxydation des Phosphors nichts übrig bleibt. Ist der Kohlenstoff aber bis auf geringe Mengen ausgetreten, so erfolgt in einem kurzen Nachblasen die Ausscheidung des Phosphors binnen weniger Minuten und bis auf einen beliebig zu verringernden Rest. Die Beendigung des Prozesses kann hier während der Entphosphorung, da kein Kohlenoxyd mehr entweicht, die Entstehung des charakteristischen Manganspektrums also ausgeschlossen ist, meist durch Schöpf- und Schmiedeproben festgestellt werden.

Während der Entphosphorung rückt der Schmelzpunkt des Metalls, das sich seiner Zusammensetzung nach immer mehr dem

Schmiedeeisen nähert, höher und höher. Glücklicherweise steigt gleichzeitig die Temperatur des Metallbades, da jetzt der Phosphor, gleich wie das Silizium beim Bessemern, als Hauptheizstoff wirkt; nur ist die Hitzeperiode, welche dort am Anfang lag, hier an das Ende des Prozesses verlegt und man kann das Metall mit derselben, ja mit höherer Temperatur vergießen als beim Bessemern.

Ist das Ergebnis der Schmiedeproben usw. befriedigend, so erfolgt gewöhnlich das Abgießen der Schlacke in einen unter die Birne gebrachten Schlackenwagen und hierauf der Zusatz von Eisenmangan oder Spiegeleisen; war die Probe noch spröde und zeigte sie ein verhältnismäßig grobkörniges Gefüge, ein sicheres Zeichen des noch anwesenden reichen Phosphorgehaltes, so wird die Birne noch einmal aufgerichtet und das Blasen noch einige Zeit fortgesetzt (Nachblaseperiode). Gibt man den Eisenmanganzusatz vor dem Abgießen der Schlacke in das Bad, so läuft man Gefahr, daß durch den Kohlenstoffgehalt des Zusatzes, Phosphor reduziert und in das Eisen zurückgeführt wird. Dieser Umstand gab in den ersten Jahren Veranlassung zu Schwierigkeiten bei der Rückkohlung im Thomasverfahren. Nachdem der Zusatz gegeben und im Bade gelöst ist, folgt auch bei dem Thomasverfahren das Ausgießen in die Pfanne und aus dieser in die Gußformen. Abb. 11 zeigt einen Blick in ein Thomaswerk.

Zur Erzeugung wirklichen Stahls mit nicht allzu hohem Mangan-gehalt sind besondere Kohlungsverfahren angewendet worden. Man mischt hierbei diesem nun übrigens fertigen Eisen, dessen Eisenoxydulgehalt bereits durch Manganzusatz zerstört worden ist, eine entsprechende Menge Kohle bei, welche rasch und ziemlich vollständig gelöst wird. (Darbyverfahren, in Deutschland durch die Hütte Phönix eingeführt und modifiziert.) Auf anderen Werken formt man aus der gemahlten Kohle unter Zusatz von etwas gelöschtem Kalk Ziegel, welche in das geschmolzene Metall getaucht und hier gelöst werden (Düdelinger Verfahren). Als Kohle pflegt schwefelarmer Koks oder Graphit benutzt zu werden. Die Mehrzahl der Werke zieht aber eine Kohlung durch geschmolzenes Spiegeleisen vor, sofern man nicht ein sehr kohlenstoffreiches Erzeugnis gewinnen will.

Der Abbrand stellt sich bei dem basischen Verfahren wegen des erforderlichen Nachblasens etwas höher als bei dem sauren Verfahren und beträgt durchschnittlich 10 bis 15 %. Das im

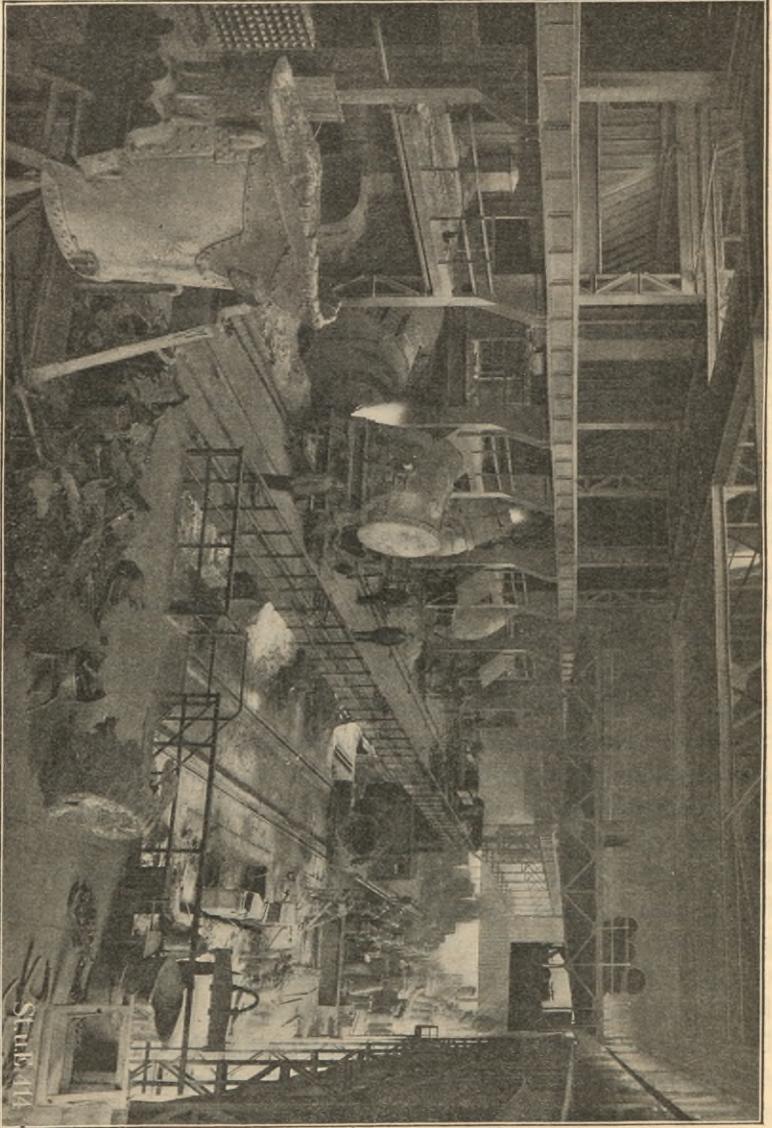


Abb. 11. Blick in ein Thomaswerk.

Thomasprozeß hergestellte Erzeugnis findet jetzt für alle Zwecke — Schienen, Brückenmaterial, Bauwerkisen, Bleche usw. — eine umfangreiche Verwendung, freilich erst nach Überwindung mancher Schwierigkeiten, welche aus der Unkenntnis der besonderen Eigenschaften des Flußeisens und aus fehlerhafter Behandlungsweise bei seiner Verarbeitung erwachsen sind und es erfüllt jetzt schon lange alle die Aufgaben, für die das Bessemermaterial eine Zeit lang unentbehrlich erschien. Auf den Gebieten der Verwendung des Eisens, wo in erster Linie Geschmeidigkeit, leichte Schweiß- und Schmiedbarkeit in Betracht kommen, ist das Thomas- dem Bessemer-Flußeisen (denn ein großer Teil des in der Birne dargestellten schmiedbaren Eisens ist Flußeisen, nicht Flußstahl) weit überlegen. So hat denn der Thomasprozeß in wenigen Jahren dem Bessemerverfahren ein sehr beträchtliches Gebiet abgenommen und das saure Verfahren ist, wenigstens in Deutschland, dessen Hüttenleute durch die wissenschaftliche Art und Weise ihrer Arbeit das basische Verfahren erst gehörig ausgebildet und auf den hohen Stand seiner heutigen Entwicklung gebracht haben, fast vollständig verdrängt.

Die Erfindung des Thomasprozesses ist für die Entwicklung der deutschen Eisenindustrie von ungeheurer Bedeutung geworden. Unser Vaterland hat sich erst durch denselben unabhängig machen können von der Einfuhr fremden phosphorarmen Roheisens und bis zu einem gewissen Grade auch unabhängig von der Einfuhr fremder reicher Eisenerze; denn phosphorreiche Eisenerze stehen in Lothringen, Luxemburg und auch bei Peine in fast unerschöpflichen Mengen zu Gebote. Nur diejenigen Gegenden, deren Erze zu phosphorreich für Bessemer-, zu phosphorarm für Thomasroheisen, also nur zur Erzeugung von Puddelroheisen geeignet sind, haben unter seiner Ausbreitung gelitten. Aber auch ihnen droht noch lange nicht, wie von manchen Seiten behauptet worden ist, der Untergang ihres Hauptgewerbes, wenn man sich nur vorwiegend auf die Erzeugung hervorragend guter Sorten Puddelroheisen legt; denn die geringen Schweißeisensorten dürften durch das Thomasverfahren, dessen Erzeugnisse auch bezüglich der Schweißbarkeit jenen nichts mehr nachgeben, in nicht zu ferner Zeit ganz verdrängt werden.

Wie oben schon kurz angedeutet wurde, bildet die Thomaschlacke ein außerordentlich wertvolles Nebenerzeugnis des

Thomasprozesses. Sie besteht der Hauptsache nach aus Kalk und Phosphorsäure (12 bis 25 %) und sie dient besonders des letzteren Gehaltes wegen als Düngemittel. Zahlreiche Versuche haben dar- getan, daß die Schlacke, so wie sie fällt, im Erdboden vorzügliche Dienste leistet, wenn sie nur genügend fein gemahlen ist. Sie erfordert also nicht, wie das Knochenmehl, ein vorhergehendes chemisches Aufschließen oder eine Umwandlung in Superphosphat wie die Phosphorite, sie kann daher auch der Landwirtschaft unter Umständen zu niedrigeren Preisen als diese zur Verfügung gestellt werden. Wo nicht genügend phosphorhaltige Materialien vorhanden sind, um den für das Thomasroheisen erforderlichen Phosphorgehalt zu liefern, der früher hauptsächlich durch Verhütten von Puddel- schlacke erreicht wurde und in Zukunft auch im rheinisch-west- fälischen Hüttenbezirk der lothringisch-luxemburgischen Minette entnommen werden wird, wie es in den günstiger gelegenen westlichen Hüttenbezirken bereits heute geschieht, muß ein Teil der Thomasschlacke wieder im Hochofen zugesetzt werden. Ein anderer, nicht unbeträchtlicher Teil des wertvollen Phosphors geht in den Hochofen- und Kupolofenschlacken verloren.

Nicht alle Phosphorsäure der Schlacke gelangt im Boden zur Wirkung, sondern nur die in organischen Säuren lösliche. Ein einfaches Mittel dafür, diesen Anteil möglichst zu erhöhen, besteht darin, daß man der Schlacke beim Abgießen Kieselsäure in Form von trockenem Sande zuführt.

Nachstehend einige typische Analysen von Bessemer- und Thomasmaterial, sowie von Schlacken des letzteren Verfahrens:

#### Analyse von Bessemermaterial:

	Schienen %	Bleche	
		gewöhnl. %	harte %
Kohlenstoff . . . . .	0,40—0,50	0,20	0,62
Silizium . . . . .	0,30—0,35	Spuren	0,28
Mangan . . . . .	0,60—1,00	0,35	1,05
Phosphor . . . . .	0,06—0,10	0,059	0,07
Schwefel . . . . .	0,03—0,06	0,05	0,06
Kupfer . . . . .	Spuren	Spuren	0,07

#### Analyse von Thomasmaterial:

	Schienen %	Bleche
		%
Kohlenstoff . . . . .	0,25—0,48	0,077
Silizium . . . . .	0,00—0,01	0,002
Mangan . . . . .	0,56—0,95	0,64
Phosphor . . . . .	0,04—0,10	0,074
Schwefel . . . . .	0,02—0,05	0,052
Kupfer . . . . .	—	0,15

*Witz 77 Martini*

### Analyse von Thomasschlacken:

	%	%
Kieselsäure . . . . .	6,69	7,07
Phosphorsäure . . . . .	17,75	22,50
Tonerde . . . . .	0,95	0,89
Eisenoxyd . . . . .	5,70	5,27
Eisenoxydul . . . . .	10,05	6,49
Manganoxydul . . . . .	7,71	7,81
Kalkerde . . . . .	48,12	47,36
Magnesia . . . . .	2,05	1,67

### Das Siemens-Martinverfahren.

Man versteht unter der Bezeichnung Siemens-Martinverfahren die Darstellung von Flußeisen auf dem Herde eines Flammofens. Schon in den vierziger und fünfziger Jahren des 19. Jahrhunderts wurden Versuche gemacht, durch Zusammenschmelzen von Roheisen und Schmiedeeisen im Flammofen unter Verwendung festen Brennstoffes Stahl bezw. Flußeisen zu erzeugen. Diese Versuche hatten aber erst ein befriedigendes Ergebnis zur Folge, nachdem man durch Einführung der Siemensfeuerungen die Möglichkeit erlangt hatte, höhere Temperaturen als zuvor in Flammöfen zu erreichen; als dann im Jahre 1865 Emil und Pierre Martin sich entschlossen, die hochbedeutsame Erfindung der Wärmespeicherfeuerung von Friedrich und Wilhelm Siemens auch bei ihren Versuchen in Sireuil in Anwendung zu bringen, hatten sie einen wirklichen Erfolg zu verzeichnen. Mit Recht trägt seitdem der Prozeß den Namen Siemens-Martin-Prozeß.

Die Gebrüder 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 Gas-erzeugern (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 enthielt, also brennbar ist und seinerseits als Brennstoff dienen kann. Hiermit war gleichzeitig die Aufgabe gelöst, die vollständige Verbrennung mit dem geringst möglichen Luftüberschuß auszuführen und die Menge der Verbrennungsgase nachträglich zu vermindern, was eine wesentliche Steigerung der Verbrennungstemperatur zur Folge haben mußte. In zweiter Linie erzielten sie

eine weitere Steigerung der Verbrennungstemperatur durch die Vorwärmung der Heizgase und der Verbrennungsluft, indem sie die im Ofenraum ausgenutzten, aber immer noch sehr heißen Verbrennungsgase durch Kammern (Regeneratoren) mit gitterförmiger Steinfüllung leiteten, dieses Gitterwerk auf helle Glühhitze brachten und die in ihm aufgespeicherte Wärme, wieder auf das jetzt durch dieselben Kammern geführte Heizgas und die Verbrennungsluft übertrugen. Außer dem Vorzug einer gesteigerten Verbrennungstemperatur hat die Regenerativfeuerung auch den Vorzug einer wesentlichen Ersparnis an Brennstoff, da die in den verbrannten Gasen immer vorhandene Wärme nicht mehr durch den Schornstein verloren geht, sondern größtenteils in den Wärmespeichern wieder gewonnen wird.

Der Martinofen (Abb. 12) hat einen von den beiden Schmalseiten nach der Mitte und von der Arbeitsseite nach der Abstichseite hin abfallenden Herd *a*, welcher auf starken schmiedeisernen (häufiger auch gußeisernen) Herdplatten *b* aus kieselsäurereicher (saurer) oder aus dolomitischer (basischer) Masse aufgestampft oder oft auch aus Magnesitsteinen gemauert wird. An den Schmalseiten münden aus den Ofenköpfen mehrere Schlitzze *c* und *d* (Züge), welche die Verbindung mit den Wärmespeichern *e* und *f* (*ee* Gas-, *ff* Luftkammern) herstellen. Durch sie strömen an einer Seite vorgewärmtes Heizgas (durch *c*) und erhitze Verbrennungsluft (durch *d*) dem Ofenraum zu, der von einem fast horizontalen Gewölbe (nach Fr. Siemens Theorie der freien Flammentfaltung) überdeckt ist. Das Gas vermengt sich bei seinem Eintritt in den Herdofen mit der darüber einströmenden Luft. Die bei der Verbrennung entstehende Flamme entwickelt sich über dem Herde und bringt den Einsatz zum Schmelzen. Die noch heißen verbrannten Gase ziehen auf der anderen Schmalseite durch die entsprechend angeordneten Luft- bzw. Gaszüge *c* bzw. *d* wieder ab in das zweite Paar Wärmespeicher, erhitzen die Steinfüllung und gehen dann zum Schornstein. Wenn diese Wärmespeicher durch die Abgase wieder stark erwärmt sind, wird durch besondere Umsteuervorrichtungen (Ventile nach Siemens, Forter, Fischer, Poetter u. a. m.) dem Gas- und Luftstrom die entgegengesetzte Richtung gegeben; beide gehen jetzt durch die vorher geheizten Kammern und erhitzen nach ihrer Verbrennung im Ofen die beiden ersten inzwischen abgekühlten Kammern. An der einen

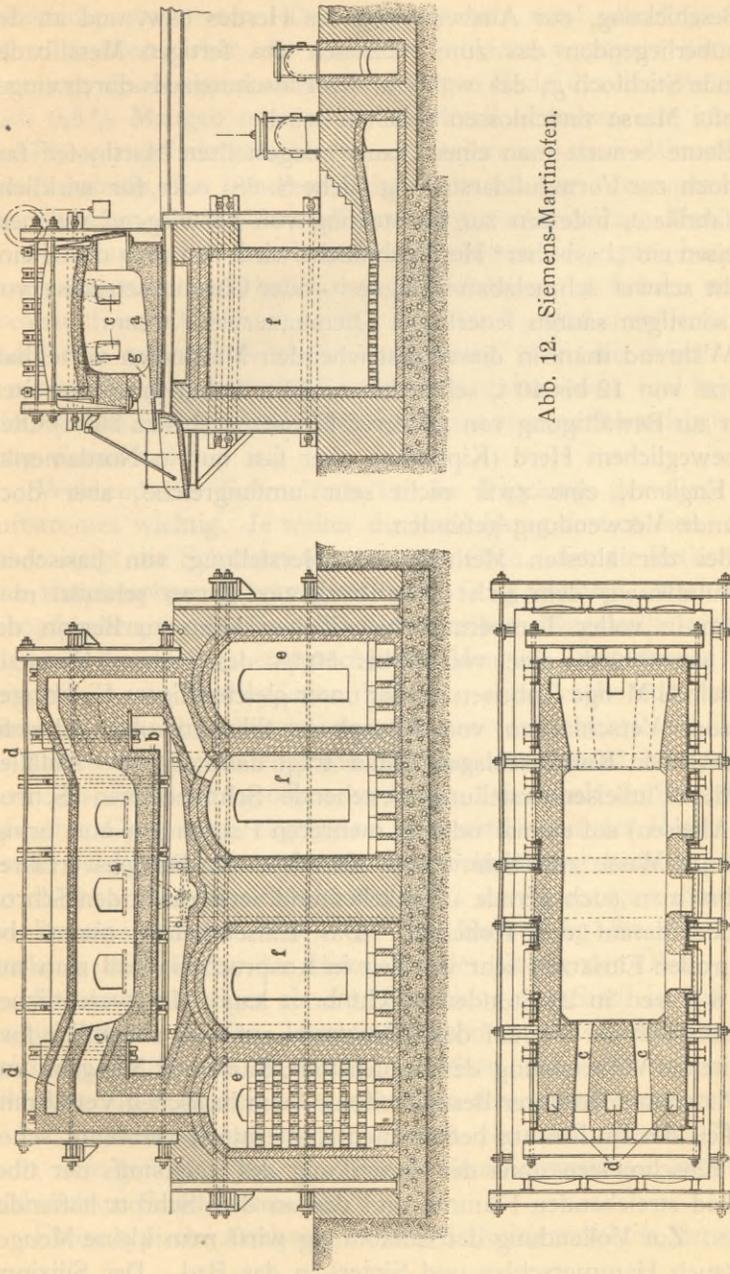


Abb. 12. Siemens-Martinofen.

Langseite des Ofens befinden sich 2 bis 3 Türen zum Einsetzen der Beschickung, zur Ausbesserung des Herdes usw. und an der gegenüberliegenden das zum Abziehen des fertigen Metallbades dienende Stichloch *g*, das während des Einschmelzens durch eingestampfte Masse verschlossen gehalten wird.

Heute benutzt man einen „sauer“ zugestellten Martinofen fast nur noch zur Formgußdarstellung (siehe S. 88) oder für wirkliche Stahlfabrikate, indessen zur Herstellung von vorwiegend weichem Flußeisen ein „basischer“ Herd gebraucht wird, den man durch eine Schicht schwer schmelzbarer Magnesit- oder Chromeisensteine von dem sonstigen sauren feuerfesten Ofenmauerwerk trennt.

Während man in diesen feststehenden Martinöfen vorteilhaft Einsätze von 12 bis 40 t, selten bis zu 70 t und mehr verarbeitet, haben zur Bewältigung von größeren Einsätzen (bis zu 250 t) Öfen mit beweglichem Herd (Kippöfen), aber fast nur in Nordamerika und England, eine zwar nicht sehr umfangreiche, aber doch bleibende Verwendung gefunden.

Bei der ältesten Methode zur Herstellung von basischem Martinflußeisen, dem Schrottschmelzverfahren schmilzt man in dem in voller Temperatur befindlichen Ofen zu Beginn der Hitze gewöhnlich eine von 5 bis 50 % des ganzen Einsatzes wechselnde Menge Roheisen nieder unter gleichzeitigem Einbringen des zum Verschlacken von Phosphor, Silizium und Schwefel erforderlichen Kalkzuschlages. Man trägt dann das aus Abfällen von der Flußeisenherstellung bestehende Schmiedeeisen (Schrott oder Alteisen) auf einmal oder in mehreren Pausen ein und bringt die ganze Masse zum Schmelzen. Je nach dem Betriebsverfahren verfährt man auch gerade umgekehrt und setzt zuerst den Schrott ein und darauf das Roheisen. Das Einschmelzen nimmt bei den großen Einsätzen sehr viel Zeit in Anspruch, so daß man nur 3 bis 6 Hitzen in 24 Stunden durchführen kann. Im wesentlichen erstreckt sich der Verlauf des Schmelzens auf eine allmählich fortschreitende Verbrennung des Kohlenstoffs, Siliziums, Mangans und des Phosphors (letzterer Bestandteil nur beim basischen Verfahren). Ein Teil des im Einsatz befindlichen Kohlenstoffs verbrennt schon beim Einschmelzen unter der Einwirkung des Sauerstoffs der über das Bad streichenden Flamme und des an dem Schrott haftenden Rostes. Zur Vollendung der Entkohlung wirft man kleine Mengen Erz (auch Hammerschlag und Sinter) in das Bad. Der Silizium-

gehalt des Einsatzes ist nach beendigtem Einschmelzen annähernd vollständig ausgetreten. Der Mangangehalt wird allerdings auch sofort oxydiert, aber die basische Schlacke verzögert die Verbrennung des Mangans derart, daß gegen Ende des Einschmelzens noch 0,3 % Mangan oder mehr im Metall enthalten sein können. Der Phosphorgehalt verschlackt auch teilweise schon während des Einschmelzens, bei höherem Gehalt tritt er aber vorwiegend erst aus, nachdem der Kohlenstoff stark abgenommen hat. Man zieht es jedoch auch bei dem basischen Verfahren vor, mit phosphorarmen Einsätzen zu arbeiten, um die Zeitdauer abzukürzen und an Brennstoff und Abbrand zu sparen. Im Verlauf des Verfahrens findet eine teilweise Schwefelausscheidung statt, die durch einen gewissen Mangangehalt des Einsatzes erleichtert wird, und bei dem schließlichen Eisenmanganzusatz kann eine erneute Schwefelabscheidung eintreten.

Während des Schmelzens ist die Regelung des Gas- und Luftstromes wichtig. Je weiter die Entkohlung fortschreitet, desto höher steigt die Schmelztemperatur im Ofen. Ist die Entkohlung und Entphosphorung genügend weit fortgeschritten, was durch Schöpfproben, Schmiede- und Bruchproben festgestellt wird, so folgt ein Zusatz von entsprechenden Mengen Eisenmangan oder Spiegeleisen zur Desoxydation bzw. zu einer mehr oder minder starken Rückkohlung, so daß man ebensowohl weichstes Flußeisen als harten Stahl erhalten kann. Wenn der Prozeß beendet ist, wird das Stichloch geöffnet und der Ofeninhalt in die davor gebrachte Gießpfanne abgelassen. Es wird dann der Herd nachgesehen, ausgebessert und eine neue Schmelzung kann beginnen. Der Abbrand stellt sich auf 6 bis 8 % des Einsatzgewichtes und der Brennstoffverbrauch auf 200 bis 500 kg für die Tonne Blöcke je nach Dauer der Hitze und der Größe der Öfen.

Erheblich wichtiger als die Herstellung von Stahl ist bei dem Martinbetriebe in den letzten Jahrzehnten die Erzeugung des weicheren Flußeisens geworden, welches, das Schweißisen an Zähigkeit und Festigkeit übertreffend, an dessen Stelle eine umfangreiche Verwendung für Bauwerkseisen aller Art, Bleche, Walzdraht usw. gefunden hat. In ihm ist dem Schweißisen wohl der gefährlichste Feind erstanden.

Einige typische Analysen von Martinflußeisen folgen hierunter:

	Schienen %	Bleche		Stabeisen %	Draht %
		weich %	hart %		
Kohlenstoff . . . . .	0,36	0,09	0,62	0,11	0,11
Silizium . . . . .	0,16	0,02	0,14	0,06	0,01
Mangan . . . . .	0,98	0,37	0,89	0,64	0,45
Phosphor . . . . .	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
Schwefel . . . . .	0,05	0,05	0,05	0,05	0,035

Die Martinschlacke ist kein wertvolles Nebenerzeugnis. Sie wird mitunter ihres Eisen- und Mangangehaltes halber als Zusatz für die Hochofenbeschickung benutzt und findet auch Anwendung zur Herstellung von Beton. Die Zusammensetzung der Martinschlacke ist natürlich nach Art der verwandten Einsätze usw. eine sehr wechselnde, als ungefähre Anhalt können folgende Angaben dienen:

Kieselsäure . . . . .	10—20 %
Tonerde . . . . .	2—9 »
Manganoxydul . . . . .	4—12 »
Eisenoxydul . . . . .	8—25 »
Kalkerde . . . . .	34—55 »
Phosphorsäure . . . . .	1—9 »

Die Bemühungen, das Martinverfahren immer wirtschaftlicher zu gestalten, seine Erzeugungsfähigkeit zu erhöhen, besonders bei hohem Roheiseneinsatz, haben zu einigen Abänderungen in der Bauweise der Martinöfen und des Verfahrens selbst geführt, von denen die wichtigeren hier kurz angedeutet werden müssen.

Das vereinigte Bessemer- und Martinverfahren (Witkowitzverfahren) fand wesentlich zu dem Zwecke Eingang, das in der Birne vorgefrischte und entsilizerte Eisen im Martinofen vollends zu entkohlen und zu entphosphoren. Es kann nur da von einem Nutzen sein, wo ein Roheisen verarbeitet werden muß, welches zu arm an Phosphor und zu reich an Silizium ist, um für das Thomasverfahren geeignet zu sein, immerhin aber zuviel Phosphor enthält, um die Herstellung brauchbaren Flußeisens in der sauren Birne zu ermöglichen. Die Anwendung des Verfahrens ist eine sehr beschränkte und durch besondere örtliche Verhältnisse bedingt.

Bei hohem Roheiseneinsatz pflegt man zur Förderung der Oxydation und Abkürzung des Prozesses noch Eisenoxyd (Rot- und Magneteisenstein, Walzensinter usw.) in den Ofen zu bringen und hieraus hat sich allmählich das Roheisenerzverfahren gebildet,

bei dem flüssiges Roheisen und Erz den Einsatz ausmachen. Die Oxydation des Roheisens erfolgt durch den Sauerstoff der Erze und durch die Heizgase.

Der Bertrand-Thielprozeß hat auch die Verarbeitung von Roheisen mit Erzzusatz zum Zwecke. Es werden aber hierbei zwei Martinöfen mit basischem Herd benutzt, deren erster zum Vorfrischen, der zweite zum Fertigfrischen dient, nachdem die zuerst entstandene Schlacke abgelassen und ein erneuter Erzzusatz gegeben worden ist. Die Schlacke des Vorfrischofens enthält bei Verarbeitung eines phosphorreichen Roheisens einen der Thomasschlacke gleichwertigen Phosphorgehalt (bis zu 19% Phosphorsäure), wodurch das Verfahren noch an Wert gewinnt.

Das Talbot-Verfahren hat die Benutzung eines Kippofens zur Voraussetzung, welcher das Abgießen der Schlacke und eines Teiles des fertigen Materials ermöglicht. Der Ofen, welcher nur dann mit Vorteil arbeitet, wenn er für große Mengen (100 bis 300 t Einsatz) eingerichtet ist, wird mit flüssigem Roheisen vom Hochofen oder Mischer gefüllt, nachdem Eisenerz, Kalkstein usw. eingebracht sind. Die Einwirkung des Sauerstoffes der Erze geht unter starkem Schäumen des Bades sehr heftig von statten. Wenn das Schäumen nachläßt, gießt man die Schlacke ab und gibt einen neuen Zusatz, bis das Metall die gewünschte Beschaffenheit besitzt. Sodann wird ein bestimmter Teil (meist  $\frac{2}{3}$ ) des fertigen Materials aus dem Ofen entnommen und zu dem in dem Ofen zurückbleibenden Metalle sofort ein frischer Einsatz gegeben.

Monell beschickt bei dem von ihm eingeführten Verfahren den basisch zugestellten Ofen zunächst mit Kalkstein und einer entsprechenden Menge von Erz. Nachdem dieses genügend erhitzt ist, wird geschmolzenes Roheisen vom Mischer oder direkt vom Hochofen zugesetzt. Die Schlacke wird nach einiger Zeit abgezogen. Eine Stunde nach dem Roheisenzusatz ist das Bad frei von Phosphor, Silizium und Mangan und die Hauptmenge der Schlacke entfernt. Sobald der Stahl den gewünschten Kohlenstoffgehalt erlangt hat, erfolgt der Abstich. Das Erz kann auch durch Hammerschlag oder Walzensinter ersetzt werden.

Das Surczycki-Verfahren bezweckt unter Benutzung nur eines Ofens wie beim Talbot-Verfahren einen kontinuierlichen Betrieb in einem feststehenden Martinofen. Man bringt zu diesem Zwecke an dem Ofen zwei oder drei Abstichöffnungen an, deren unterste zum

gänzlichen Entleeren des Ofens und deren obere zum Abstich der Schlacke und eines Teiles des fertigen Metalles benutzt werden.

Bei dem Hoesch-Verfahren wird auch nur ein Ofen benutzt. Die nach Einbringung des flüssigen Roheisens und des Erzes und nach der Entsilizierung entstandene Schlacke wird samt dem Eisen in eine Pfanne abgestochen, die Schlacke wieder abgegossen und das Eisen in denselben Ofen zurückgebracht, um entkohlt und entphosphort zu werden.

### **Die Darstellung des Zement-, Raffinier- und Tiegelstahles.**

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 Prozeß, Zementieren genannt, ist seit dem Anfange des 19. Jahrhunderts besonders in Sheffield heimisch geworden. Als die Tiegelstahldarstellung (siehe unten) erfunden war und man erkannt hatte, daß der Zementstahl sich für die Bereitung eines guten Tiegelstahles besonders eigne, gewann die Zementstahldarstellung auch in anderen Ländern an Boden. In der Remscheider und Solinger Gegend, wo jetzt noch der Hauptsitz der deutschen Zementstahldarstellung ist, wurde sie dauernd erst im Jahre 1811 eingeführt.

Die Kohlung des Schmiedeeisens vollzieht sich in umgekehrter Weise wie die Entkohlung des Roheisens beim Tempern (siehe S. 89). Man packt Flachstäbe (10 bis 20 × 50 bis 100 mm) in große bis zu 8 oder 12 t Eisen fassende gemauerte Kisten zwischen Holzkohlepulver und glüht sie bei etwa 1000° C. 7 bis 12 Tage lang. Es findet dabei eine Wanderung der Kohlenstoffmoleküle aus der Holzkohle in das Eisen statt, die allmählich bis in das innerste der Stäbe sich fortsetzt, indem das kohlenstoffreichere Eisenmolekül seinen Überschuß an das kohlenstoffärmere abgibt. Die Menge des aufgenommenen Kohlenstoffes ist von der Temperatur abhängig, die Dauer des Vorganges von dieser und von der Dicke der zu zementierenden Stücke.

Das Erzeugnis, dessen Kohlenstoffgehalt zwischen 0,8 und 1,5% schwankt, ist im Bruche grau und grobblättrig und auf der Oberfläche blasig (Blasenstahl). Die Blasen rühren von der Reduktion

der Eisenoxyde her, welche den Hauptbestandteil der in allen Schweiß-eisen eingemengten Schlacke bildet. Im allgemeinen wird der so hergestellte Zementstahl nicht ohne weiteres verwendet. Er enthält noch Schlackeneinschlüsse, die zu entfernen sind; auch der Kohlenstoffgehalt ist nicht in allen Teilen gleichmäßig hoch und fordert eine Ausgleichung. Beides kann man sowohl durch Schweißen als auch durch Umschmelzen erreichen. Das erste Verfahren (Gärben) ist das ältere und auf Schweißstahl allein angewendete; für Flußstahl ist der zweite Weg in Aufnahme gekommen (Tiegelstahldarstellung).

Das Schweißen besteht im Vereinigen der Rohstäbe zu Paketen, Erhitzen und Zusammendrücken bzw. Ausstrecken derselben unter mehrfachem Hämmern, Walzen oder Pressen. Die zum Fließen gebrachte Schlacke wird dabei herausgequetscht, während der Kohlenstoffgehalt sich durch einen, dem Zementieren entsprechenden Vorgang von selbst ausgleicht. Auf diese Weise verbesserter Rohstahl, möge er durch Herdfrischen, Puddeln oder Zementieren entstanden sein, heißt Gärbstahl.

Die Schwierigkeiten selbst durch mehrfaches Wiederholen dieses Verfahrens Stahl von wirklich gleichmäßigem Gefüge und gleichmäßiger Zusammensetzung zu erhalten, brachten Benjamin Huntsman um das Jahr 1730 auf den Gedanken, durch Umschmelzen in Tiegeln den Rohstahl gleichförmiger zu machen (Tiegelstahl).

Das Verfahren, das sich lange Zeit auf die Herstellung nur kleinerer Blöcke beschränkte, wurde im Anfang des 19. Jahrhunderts von Krupp in Essen weiter entwickelt und ihm ein weiteres Feld der Benutzung eröffnet (für Geschütze, Maschinenteile usw.). Seine Anwendung zur Formgußdarstellung, wobei Roheisen und Schmiedeeisen zusammengeschmolzen werden, gelang zuerst im Jahre 1851 auf der Bochumer Gußstahlfabrik (vergl. Seite 88).

Obwohl man glauben sollte, daß das einfache Umschmelzen im Tiegel die Zusammensetzung des Einsatzes nicht verändert, 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 Silizium aus dem feuerfesten Ton und auch von Kohlenstoff, wenn Graphittiegel angewandt werden. Unter allen Arten des Stahls ist der Tiegelstahl der vorzüglichste, seine Darstellung aber auch kostspieliger als jede andere. Zur Erhöhung der Härte setzt man dem Tiegelstahl häufig Wolfram, Chrom, Nickel, Molybdän, Vanadium usw.

in verhältnismäßig kleinen Mengen zu und man spricht dann von Wolfram-, Chrom-, Nickelstahl usw.

### Elektrische Stahlerzeugung.

Es ist mit Erfolg gelungen, die durch den elektrischen Strom erzeugte Wärme zur Schmelzung von Eisen mit beliebigem Kohlenstoffgehalt und zur Legierung desselben mit verschiedenen Elementen, wie Mangan, Wolfram, Chrom, Nickel, Titan usw. zu verwenden. Man kann im wesentlichen nur solche Vorrichtungen anwenden, bei denen die Elektroden, welche aus Kohle bestehen, nicht mit dem zu schmelzenden Eisen in Berührung kommen. Es sind zwar viele solcher Verfahren vorgeschlagen worden, aber bis jetzt haben nur vier: das Stassano-, Kjellin- (neuerdings modifiziert und verbessert durch Röchling und Rodenhauser), Héroult- und Girod-Verfahren Erfolge aufzuweisen. Bei dem Stassano-Ofen (Schachtofen) wirkt der oberhalb des Metalls erzeugte Lichtbogen nur durch seine Wärmestrahlung. Der Kjellin-Ofen (ringförmiger Kanalen) erreicht die Schmelzung durch den thermischen Effekt von elektrischen Strömen, welche im Schmelzgut durch Induktion erzeugt werden. Bei dem Héroult-Verfahren, das am meisten die Ofenformen und Erfahrungen des Martinverfahrens benutzt und auch einen dem kippbaren Martinofen ohne Köpfe und Kammern ähnlichen Ofen verwendet, wird unter Anwendung von zwei Kohlenelektroden die Einwirkung des Lichtbogens auf die Schlackendecke des Eisenbades übertragen. Girod wendet nur eine Kohlenelektrode über dem Eisenbade an. Die zweite Zuleitung erfolgt durch sechs bis acht Stahlgußsegmente unter dem Herde, die als massive Dorne von etwa 7 cm Stärke durch das Mauerwerk bis ins Innere des Ofens ragen.

Die hier nur kurz erwähnten elektrischen Schmelzverfahren haben besonders zur Herstellung von Eisenlegierungen mit Nickel, Wolfram usw. für Spezialstähle, vornehmlich Schnelldrehstähle schon gute Dienste geleistet.

---

### III. Abschnitt.



#### Die Formgebungsarbeiten.

##### Eisen- und Stahlgießerei.

Als Gießerei bezeichnen wir im allgemeinen die Ausübung des Verfahrens, durch Eingießen einer flüssigen, später erstarrenden Masse in Formen Gegenstände zu erzielen.

Die Bedingungen für die Entstehung der Eisengießerei waren erst mit der Erfindung des Hochofenprozesses gegeben, nach welchem sich im Gegensatz zu dem seither in den Rennfeuern als zähflüssige Klumpen erhaltenen Eisen dünnflüssiges Eisen darstellen ließ.

Bei der hohen Entwicklung der seit Jahrtausenden geübten Metallgießerei hätte man erwarten sollen, die nicht erheblich größere Schwierigkeiten bietende Eisengießerei werde sofort allgemein in Aufnahme kommen, und doch vergehen etwa zwei Jahrhunderte, ehe der Eisenguß Erwähnung findet. Während Spuren der gewerbsmäßigen Roheisenerzeugung im Siegerland und in Schmalkalden bis in den Anfang des 13. Jahrhunderts zurück nachweisbar sind, werden gußeiserne Kanonen mit Bestimmtheit erst zu Beginn des 15. Jahrhunderts erwähnt. Der Grund für die späte Verwendung des Eisens zum Gießen ist jedenfalls in der Untauglichkeit des zuerst erblasenen weißen Roheisens zu suchen. Erst als durch Erhöhung der Öfen die Temperatur des Schmelzraumes stieg, konnte Silizium in bedeutenderen Mengen reduziert werden und somit graues Eisen entstehen. Von sämtlichen Roheisensorten besitzt das graue Roheisen am vollkommensten die Fähigkeit, beim Erstarren sich anfangs etwas auszudehnen. Es füllt deshalb die feinsten Vertiefungen der Form scharf aus und läßt sich zudem infolge seiner Weichheit leicht bearbeiten; es wird daher, abgesehen von einigen besonderen Fällen, heute allgemein in der Eisengießerei verwendet.

Die Anfänge der Eisengießerei sind also auf dem direkten Guß vom Hochofen begründet. Die Art der bis vor 80 oder 100 Jahren

vorzugsweise erzeugten Gußwaren — leichter Herdguß, Poterie, Ofenplatten und einfacher kleiner Kunstguß — stellte keine hohen Anforderungen an die Qualität des Eisens, dasselbe mußte nur recht hitzig und dünnflüssig sein, um die Formen gut auszufüllen. Zudem hatte man wohl bald die Erfahrung gemacht, daß sich nicht jedes Roheisen für Gießereizwecke eignete, und man errichtete Gießereien eben nur da, wo die benachbarten Erzvorkommen die Erblasung solchen Roheisens ohne Schwierigkeit ermöglichten. Mit der immer vielseitigeren und ausgedehnteren Verwendung des Gußeisens als Folge der industriellen Entwicklung jedoch stiegen auch die an dasselbe gestellten Anforderungen. Der Maschinenbauer verlangte neben guter bis höchster Festigkeit die Möglichkeit bequemer Bearbeitung und porenfreier Beschaffenheit der bearbeiteten Flächen; Armaturenfabriken mußten Wert auf Dichtigkeit ihrer Gußwaren selbst bei hohen Drücken legen, und für andere Zwecke, wie feuer- und säurebeständigen Guß, kam es auf genaues Einhalten bestimmter chemischer Zusammensetzungen an.

Diesen Ansprüchen konnte der Hochofen bald nicht mehr genügen, umsoweniger als man von der Holzkohle zum Koks hatte übergehen müssen und dadurch ein grobkörnigeres, durch den Schwefelgehalt des verwendeten Koks auch schwefelreicher gewordenes Roheisen erhielt. Zudem unterlag letzteres mit dem Gang des Hochofens, ja selbst bei einem und demselben Abstich, starken Schwankungen im Siliziumgehalt. Auch der einst ausschließliche Verbrauch gleicher Erze aus eigenen Gruben, mit deren Verarbeitung Meister und Beamte nicht selten von Vaters und Großvaters Zeiten her vertraut waren, und der die Lieferung eines ziemlich gleichmäßigen Roheisens erleichtert hatte, mußte dem Wettbewerb billiger, reicherer, fremder Erze von wechselnder Zusammensetzung weichen.

Die Eisengießereien trennten sich daher von den Hochofenwerken und bedienen sich heute fast ausschließlich des Koksroheisens, aber in umgeschmolzenem Zustande. Man hat sich daher auch daran gewöhnt, unter Gußeisen, wenn nichts anderes ausdrücklich bemerkt ist, nur das durch Gießen zu Gebrauchsgegenständen verarbeitete Eisen zweiter Schmelzung zu verstehen. Die mit dem Umschmelzen unvermeidlich verbundene Veränderung in der Zusammensetzung, besonders die Verbrennung des Siliziums, jenes für die Bildung grauen Eisens unbedingt erforderlichen Stoffes,

verlangt siliziumreicheres Roheisen als Holzkohlenhochöfen erzeugen, wie es aber beim Kokshochofenbetrieb fällt.

Je dünnflüssiger ein Eisen ist, desto feinere Erzeugnisse kann man aus ihm herstellen; Roheisen mit mäßigem Phosphorgehalt eignet sich daher in hervorragender Weise zu Kunstgußgegenständen. Werden dagegen hohe Ansprüche an die Festigkeit der Gußwaren gestellt, so darf, da Phosphor das Eisen spröde macht, nur besonders zähes, also phosphorarmes Roheisen zur Verwendung kommen. Auch ein mäßiger Gehalt an Mangan erhöht die Festigkeit und die Härte, während dieses Element in größeren Mengen die Festigkeit wieder verringert. Der gebundene Kohlenstoff macht das Eisen hart; je mehr vom Gesamtkohlenstoff daher als Graphit vorhanden ist, desto weicher ist das Eisen. Schwefel macht dickflüssig und muß deshalb beim Erblasen von Gießereiroheisen durch Bildung einer stark kalkhaltigen Schlacke ferngehalten werden. Dieser Umstand, sowie die Notwendigkeit, dem Gießereiroheisen ziemlich viel Silizium zuzuführen, erfordert einen heißen Ofengang, also die Anwendung sehr schwerer Kokssätze beim Erblasen von Graueisen und erhöht dadurch den Preis über den weißer Roheisensorten. Andererseits geht aus dem Gesagten hervor, daß ein Eisen, das mäßig viel Silizium besitzt, auch einen hohen Kohlenstoffgehalt aufweisen muß.

Wenn wir nun den Methoden nachgehen, nach denen heutzutage gewöhnlich die verschiedenen Gießerei-Roheisensorten unterschieden werden, so kommen wir zu der Überzeugung, daß dies nach einem Verfahren geschieht, welches nach dem heutigen Stande der Erkenntnis von dem Wesen des Roheisens vollständig unhaltbar ist. Abgesehen von Spezialmarken, wie Hämatiteisen, das stets unter 0,1 % Phosphor enthalten soll, wird das Gießereiroheisen nach Nummern je nach der Größe des Kornes eingeteilt. Der Gebrauch hat es mit sich gebracht, daß Nr. II meist nicht im Handel erscheint, sondern nur Nr. I, III, IV u. V. Genauere feststehende Grenzen, in bezug auf irgend einen Bestandteil des Roheisens, gibt es nicht. Bedenkt man, daß durch langsame Abkühlung z. B. durch Bedecken des erstarrenden Eisens mit Sand grobes Korn entsteht, ferner, daß bei einem Siliziumgehalt von mehr als etwa  $3\frac{1}{2}$  %, den nur ein hochwertiges, heißerblasenes Roheisen aufweisen kann, das Gefüge wieder feinkörnig wird, so wird man ohne Bedenken zugeben, daß Trugschlüsse hinsichtlich des Wertes einer

Eisensorte dadurch an der Tagesordnung sein müssen. Es kann sich auch ein weißes oder grelles Roheisen, wenn dasselbe in Kokillen oder mit der Gießmaschine vergossen ist, sehr wohl für Gießereizwecke eignen. Ein solches Roheisen bietet sogar den Vorteil, daß es, weil kein Sand an ihm haftet, zum Umschmelzen weniger Kalksteinzuschlag zwecks Bindung des kieselsäurehaltigen Sandes und Bildung einer Schlacke benötigt. Eine Unterscheidung der Roheisenmarken kann und darf nur auf Grund der chemischen Analyse erfolgen, wozu im allgemeinen schon eine Festlegung des Silizium-, Phosphor- und Mangangehalts genügt.

Das Umschmelzen des Roheisens erfolgt meistens in zylindrischen Schachtöfen, den von dem Engländer Wilkinson erfundenen Kupolöfen, mit Koks; nur für besondere Zwecke, beispielsweise für die Herstellung von Walzen u. dergl., wo zähes und hartes Material verlangt wird, finden Flammöfen Verwendung. Auch Tiegelöfen trifft man vereinzelt, wo entweder nur sehr kleine Mengen Roheisen auf einmal geschmolzen werden sollen, oder wo man ein genau zusammengesetztes Eisen erhalten will.

Der Kupolofen ist als ein einfacher Hohlzylinder von 4 bis  $6\frac{1}{2}$  m Höhe aus feuerfesten Steinen aufgemauert, die durch einen Blechmantel zusammengehalten werden. Der angeführten Höhe entspricht eine lichte Weite von 450 bis 1400 mm. Ein Ofen von 4 m Höhe und 500 mm lichter Weite liefert stündlich etwa 1000 kg Eisen. Man betreibt die Kupolöfen mit Hilfe eines Gebläses, entweder eines Kapselgebläses oder eines Ventilators, das ihm die Verbrennungsluft in ähnlicher Weise wie beim Hochofen zuführt. Der Winddruck darf jedoch, da entgegengesetzt dem Hochofenbetrieb hier keine Reduktion, sondern lediglich ein Umschmelzen stattfinden soll, nicht stark sein. Auch ist es wegen der sonst sich bildenden großen Mengen Kohlenoxyd nicht geboten, den Wind zu erwärmen. Es muß daher, um einen raschen Schmelzgang herbeizuführen, eine reichliche Windmenge zwecks Kohlen säurebildung eingeführt und diese durch weite Formen gleichmäßig verteilt werden. Wo große Massen Eisen gesammelt werden sollen, bevor man zum Abstich schreitet, wendet man mit Vorliebe den Kupolofen mit Vorherd an. Das ausfließende Eisen wird teils in größeren fahrbaren Gießpfannen, teils auch, wo kleinere Raumverhältnisse vorliegen, in tragbaren Handpfannen aufgefangen.

Zu dem Umschmelzen benötigt man im allgemeinen 10% Koks, einschließlich des Füllkoks, d. h. der Koksmenge, welche zum Anwärmen und zur Vorbereitung des regelmäßigen Schmelzanges nötig ist. Bei dem Umschmelzen verringert sich die Roheisenmenge um den Abbrand an Eisen, Mangan, Silizium, der in die Schlacke geht, sowie auch bei zu geringem Kokssatz durch Verbrennen von Kohlenstoff des Roheisens. Das der Schlacke mechanisch beigemengte Eisen läßt sich durch Aufbereitung der Schlacke wieder gewinnen. Die Berechnung der Zusammensetzung einer Gicht aus den verschiedenen Roheisensorten nach der Analyse heißt die Gattierung.

Die Herstellung der Gußformen ist eine bedeutende Geschicklichkeit und oft großen Scharfsinn und Vorstellungsvermögen erfordernde Arbeit, die in manchen Fällen eine Kunst genannt werden kann. Je nach der Ausübung unterscheiden wir Modellformerei und Schablonieren in Sand oder Lehm. Der meist gebrauchte Formstoff ist feuchter Sand, der einen gewissen Grad von Bildsamkeit und große Durchlässigkeit für die beim Gießen entstehenden Gase besitzt; durch Mahlen und Mischen wird er für Gießereizwecke besonders vorbereitet (aufbereitet); häufig mengt man ihm fein gemahlene Koks bei.

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 Anfertigung technischer Gußwaren handelt, meist vom Modelltischler aus Holz gefertigt; nur sehr häufig abzugießende macht man der größeren Haltbarkeit halber aus Metall. Sollen Kunstgegenstände nur einmal abgegossen werden, so führt der Künstler das Modell in Wachs oder Gips aus; für wiederholten Abguß zieht man jedoch vor, ein zweites Modell nach dem Urbild zu gießen und durch Ziselieren usw., sehr sorgfältig auszugestalten. Alle Modelle müssen, da das Eisen beim Erkalten sich zusammenzieht (schwindet) und die Abgüsse daher stets kleiner als das Modell ausfallen, um ein gewisses Maß, das Schwindmaß, größer sein als die Gußwaren; für Roheisen beträgt die Schwindung durchschnittlich  $\frac{1}{100}$  in jeder Richtung, für Stahl  $\frac{1}{70}$ .

Die Herstellung einfacher Gegenstände kann durch Abdrücken des Modells in dem auf dem Boden der Formhalle, dem Herd,

liegenden Sande erfolgen. In den so gebildeten, offenen Formen erhält man Gußstücke, die nur an der unteren Seite ausgestaltet sind, während die obere, da der Flüssigkeitsspiegel stets wagrecht liegt, zwar eben, aber nicht vollkommen glatt ist; dies ist der sogenannte Herdguß. Stücke von weniger einfacher Gestalt können dagegen nur in ringsum geschlossenen Formen, in eisernen oder hölzernen Rahmen, Formkasten oder Formflaschen genannt, erzeugt werden und heißen dann Kastenguß. Beim Einformen legt man das Modell auf ein Modellbrett, stürzt den Rahmen darüber und stampft ihn unter leichtem Druck mit Sand voll. Wird nun der Kasten mit dem Modell gewendet, ein zweiter, genau auf den unteren durch Ohren und darein passende Stifte festgelegter Rahmen daraufgesetzt und ebenfalls voll Sand gestampft, so ist das Modell allseitig mit Formstoff umgeben. Nach dem Abheben des Oberkastens kann man das Modell herausnehmen und durch Wiedervereinigen der beiden Hälften die volle Gußform herstellen; durch einen im Sande des Oberkastens ausgesparten Ein- gußtrichter läßt sich die Form dann mit flüssigem Eisen füllen. Da das Ausheben der Modelle von verwickelter Gestalt im ganzen oft unmöglich ist, so sind solche Modelle in mehrere Teile zerschnitten, welche man nacheinander aushebt. Nicht selten kommen bei hohen Stücken auch Kasten aus mehr als zwei (drei bis vier) Teilen zur Verwendung, die aufeinandergestellt werden.

Gewisse Gußformen verlangen einen Hohlraum innerhalb der Abgüsse, so z. B. Dampfzylinder, Röhren, Säulen. Daher müssen diese Gegenstände um einen Kern gegossen werden, der für sich unabhängig von der eigentlichen Form hergestellt und erst vor dem Gießen in dieser befestigt wird. Man unterscheidet gerade- laufende und gebogene Kerne, letztere werden z. B. bei Krümmern oder Ventilen verwendet. Auch an der Außenseite der Gußstücke müssen manchmal infolge der Verzierung der Gegenstände Kern- stücke angebracht werden, so daß dann das Zusammensetzen der Kasten eine recht mühevoll Arbeit wird.

Durch die Berührung mit dem heißen Metall schmelzen die Sandkörnchen leicht unter sich, sowie mit dem Eisen zusammen und verunstaten die Gußstücke. Ersteres verhindert man durch Zumischen von Steinkohlenstaub, letzteres durch Überziehen der inneren Formflächen mit einem unschmelzbaren Stoffe, gewöhnlich Holzkohlenpulver, oder Bepinseln mit einer Aufschwemmung von

Graphitmehl in Wasser, der Schwärze. Solche Formen oder überhaupt größere Stücke, die reichliche Mengen Flüssigkeit in sich bergen, sind wegen des Treibens vor dem Gießen zu trocknen, wozu entweder Kohlenfeuer, Steinkohlengas oder geheizte Trockenkammern dienen. Verwendet man statt des Sandes einen feuerbeständigeren Stoff, die Masse, ein Gemisch von Schamottmehl und fettem, ungebranntem, feuerfestem Ton, so muß die Form unter allen Umständen zuerst scharf getrocknet werden, da die Masse erst dadurch für die Gase durchlässig wird.

Gute Former müssen ihrer Geschicklichkeit entsprechend hoch bezahlt werden. Durch die Steigerung der Löhne und den Mangel an geübten Formern sahen sich die Gießereien gezwungen, die Herstellung der Formen mittels mechanischer Vorrichtungen, der Formmaschinen, zu versuchen. Diese sind heutzutage ein wichtiges Hilfsmittel zur Anfertigung von Massenartikeln geworden, die nur durch Verwendung von Handarbeitern oder Tagelöhnern, also ohne gelernte Former, in einer Zahl, Genauigkeit und Sauberkeit geliefert werden können, wie es durch die sorgfältigste Handformerei nicht möglich ist. Die älteren dieser Maschinen heben nur die Modellteile aus; durch genaue senkrechte Führung des Formkastens bei den sogenannten Abhebestift- und Wendeformmaschinen, des Modells selbst bei den Durchzugsformmaschinen erfolgt dieser Vorgang derart ruhig und sicher, daß die langwierigste Arbeit, die Ausbesserung verletzter Teile der Formen, erspart wird. Das Aufstampfen des Sandes führt der Arbeiter von Hand aus. Die neueren Formmaschinen jedoch, von denen verschiedene Arten und Konstruktionen im Gebrauch sind, übernehmen auch diesen Teil der Arbeit, indem sie den Sand entweder durch Menschenkraft oder hydraulisch zusammenpressen.

Bei der Massenanfertigung kleinerer Gegenstände wie Hahnkükken und dergl. auf den Formmaschinen verwendet man, um das umständliche Ausheben der einzelnen Modelle zu ersparen, Modellplatten, das sind genau gearbeitete Platten, gewöhnlich aus Gips oder Eisenplatten mit aufgesetzten Eisen- oder Rotgußmodellen; letztere aus Kupfer, Zink und Zinn bestehende Legierung wird nur angewandt, wo ein Ziselieren der Modellplatte stattfindet. Die Modellplatten tragen auf der einen Seite die Modellhälfte entweder für den Ober- oder den Unterkasten. Einguß, sowie vom Hauptkanal für das flüssige Eisen abzweigende Einläufe zu den einzelnen Stücken sind auf diesen Modellplatten bereits angebracht.

Eine besondere Art der Formmaschinen bildet die Räderformmaschine, deren Vorzüge in äußerst genauer Arbeit und in Ersparung der teureren Modelle besteht. Die Modellkosten sind schon im allgemeinen sehr hoch, besonders groß aber sind die für Zahnräder, welche zudem, wenn aus Holz hergestellt, beim häufigen Gebrauch ihre Form merklich verändern, so daß Zahnräder mit genau gleichmäßiger Teilung sich nicht so herstellen lassen. Man verwendet daher statt eines vollen Modelles nur ein Zahnkranzsegment, bestehend aus zwei Zähnen, das mit Hülfe der Maschine genau der Zahnteilung entsprechend im Kreise herumbewegt, durch maschinelle Vorrichtungen aus dem Sande ausgehoben und an der Stelle des folgenden Zahnes wieder eingesetzt wird.

Auf ähnliche Weise kann man für zahlreiche gesetzmäßige Formen die Modelle ersparen und durch ein nach dem Umriss des Körpers ausgeschnittenes Brett, Schablone genannt, ersetzen. Aber nur Umdrehungskörper oder solche, die man durch Fortbewegen eines Umrisses an einer Leitlinie entstanden denken kann, sind nach diesem Verfahren herstellbar. In einem Zweige der Metallgießerei, beim Glockenguß, ist diese Art des Formens schon seit Jahrhunderten im Gebrauch; ihre weitere Ausbildung für allerhand Körper, wie Kessel, Säulen, Räder, Schiffsschrauben hat sich jedoch erst allmählich entwickelt. Die Schablonenformerei kann sowohl in Sand, Masse als auch in Lehm ausgeführt werden. Je nach dem verwendeten Formstoff ist die Arbeit jedoch verschieden. Sand- und Masseformen erzeugt man in einer der Modellformerei gerade entgegengesetzten Weise. Während dort das Modell mit dem Formsande umstampft wird, füllt man hier zunächst den Herd oder den Kasten mit dem Sande aus und schneidet dann mittels der an einem Träger befestigten, um die feststehende Achse drehbaren Schablone den überflüssigen Sand allmählich heraus, bis der Hohlraum die dem Gußstück entsprechende Gestalt darstellt. 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 Formteil 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 ein Gemenge von gewöhnlichem Lehm mit magerem, trockenem Sand und Spreu, Rinderhaaren, Pferdedünger oder anderen organischen Stoffen, das unter Zusatz von Wasser durch Kneten zu einer breiigen, ganz gleichmäßigen Masse verarbeitet wird. Durch scharfes Trocknen der Lehmformen verkohlen die organischen Stoffe und hinterlassen an ihrer Stelle Hohlräume, welche die Wand äußerst durchlässig für Gas machen.

Ist der Kern bei der Lehmformerei fertiggestellt, so wird er getrocknet, mit Graphitwasser geschwärzt und abermals getrocknet. Dann bildet der Former mittels der Schablone über diesem Kern aus Lehm einen Körper, der genau die Gestalt des Gußstückes hat, trocknet, schwärzt, trocknet wiederum und führt endlich um das Ganze einen Mantel auf, dessen Innenfläche zu einem genauen Abbilde der Außengestalt des Gußstückes wird. Ist auch der Mantel getrocknet, so hebt man ihn ab, schlägt den über dem Kern 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 Formteile unabhängig voneinander, also gleichzeitig mit je einer Schablone ausbildet und dann zusammensetzt. Manchmal müssen auch die Formen nur nach der Zeichnung mit Hilfe von Maßstab, Zirkel, Lehren usw. aus Stein und Lehm aufgebaut werden.

Die Lehmformerei erfordert viel Verständnis und Geschicklichkeit und nimmt sehr viel Zeit in Anspruch. Ihres teuren Preises wegen werden Lehmformen deshalb vorwiegend nur zur Anfertigung verwickelt gestalteter Maschinenteile verwendet.

Alle Gußstücke müssen nach dem Entfernen des umhüllenden Formstoffes von den Gußtrichtern und den Gräten sowie von anhängendem Sande und dergl. befreit, geputzt werden und gelangen dann entweder in rohem Zustande zur Ablieferung an die mechanischen Werkstätten bzw. die Besteller, oder sie unterliegen noch weiteren, Schutz gegen Rost und Verschönerung des Aussehens bezweckenden Arbeiten, wie dem Anstreichen, Teeren, Emaillieren, dem Überziehen mit dünnen Schichten anderer Metalle. Gas- und Wasserleitungsröhren werden unter hohem Druck auf ihre Dichtigkeit geprüft.

An viele gußeiserne Gegenstände werden hinsichtlich ihrer Härte besonders hohe Ansprüche gestellt, z. B. an Herzstücke des Eisenbahnoberbaues, an Wagenräder, Walzen für Eisenhütten, Papierfabriken, Getreide- und andere Mühlen usw. Graues Eisen genügt diesen Ansprüchen nicht, wohl aber weißes. Da jedoch ganz weiße Gußwaren zu spröde wären, stellt man solche dar, die nur außen eine harte weiße Schale besitzen, im Innern aber grau, weich und zähe sind. Die Darstellung dieser als Hartguß bezeichneten Gußstücke gründet sich auf das Verhalten geeignet zusammengesetzten Roheisens, bei langsamer Abkühlung grau, bei plötzlichem Erstarren dagegen weiß zu werden. Gießt man solches Eisen in ganz oder teilweise metallene Formen, so entziehen diese infolge ihres bedeutenden Wärmeleitungsvermögens dem Eisen, soweit es mit ihnen in Berührung kommt, sehr viel Wärme und bringen es dort rasch zum Erstarren: es wird außen an den betreffenden Stellen weiß. Im Inneren aber oder überhaupt an Stellen, wo die Abkühlung langsamer erfolgt, bleibt es grau. Die Herstellung des Hartgusses erfordert außerordentlich genaue Kenntnis des Verhaltens der verschiedenen Eisensorten, der Einwirkung aller in Betracht kommenden Umstände und sehr viel Erfahrung.

Bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts verstand man es nicht, flüssiges schmiedbares Eisen durch Gießen zu Gebrauchsgegenständen zu verarbeiten, obgleich bereits seit Mitte des 18. Jahrhunderts in England ein Verfahren bekannt war, nach dem geringe Mengen Schweißstahl im Tiegel umgeschmolzen und zu kleinen Blöcken vergossen wurden, aus denen dann Schmiedestücke hergestellt wurden. Erst Alfred Krupp, Inhaber der Gußstahlfabrik Fried. Krupp in Essen, gelang es ums Jahr 1851 durch Vereinigung des Inhaltes zahlreicher Tiegel einen Block von 2150 kg Gewicht darzustellen, während um dieselbe Zeit der Gründer und erste technische Leiter des Bochumer Vereins, Jakob Mayer aus Dunningen (Württemberg), die Kunst, Stahl in beliebige Formen zu gießen erfand, zwei Fortschritte im Eisenhüttenwesen, die damals die ganze Welt in Staunen versetzten.

Wegen der großen Unkosten wird das Schmelzen von Stahl in Tiegeln heutzutage nur noch angewendet, wenn es sich um Stücke handelt, bei denen höchste Forderungen an die Güte des Materials gestellt werden (Geschütz- und Gewehrteile, Werkzeugstahl). Sonst pflegt man den Flußstahl im sauer oder basisch

zugestellten Martinofen zu bereiten oder ihn in einem ähnlich dem für den Bessemerprozeß gebrauchten Konverter, jedoch von bedeutend geringeren Abmessungen, dem sog. Kleinkonverter, von meist 1 bis 3 t Fassungsvermögen bei saurer Zustellung aus Roheisen unter Zusatz von Schrott und je nach Bedarf von Ferrosilizium oder Ferromangan zu erblasen. Die Erzeugungskosten sind zwar bei der Kleinbessemerie in der Regel etwas höher als bei dem oben besprochenen Schmelzen im Martinofen, aber es gewährt die Annehmlichkeit, daß der Betrieb dem Bedarfe entsprechend leicht eingeschränkt oder ausgedehnt und jederzeit ohne Nachteil unterbrochen werden kann. Das Formmaterial bildet bei dem Stahlformguß stets Masse, ausgenommen ganz kleine Stücke, die sich in Sand vergießen lassen.

Unter Mitis-, Meteor-, Haberland-, Reformstahlguß versteht man im Tiegel umgeschmolzenes kohlenstoffarmes Material, also sehr weiche Gußstücke, von geringen Abmessungen.

Eine besondere Art der Darstellung schmiedbaren Eisens bildet das Temperverfahren oder Glühfrischen. Die Aufgabe desselben ist die Umwandlung von der Form nach bereits fertigen, durch Gießen erzeugten Gebrauchsgegenständen aus hartem, weißem Eisen in weiche, schmiedbare Stücke. Dieses von Réaumur vor annähernd zweihundert Jahren erfundene Verfahren spielt heute namentlich in Nordamerika eine bedeutende Rolle, weil sich durch Gießen Formstücke weit leichter und billiger herstellen lassen, als durch Schmieden; auch gegenüber dem Stahlformguß erfordert dieses Verfahren weniger Kosten. Allerdings läßt sich das Tempern nur auf Gegenstände von geringer Wandstärke, etwa bis 25 mm, anwenden, wie Schlüssel, Schloßteile, Fenster- und Türbeschläge, Förderwagenräder und dergl.

Zu diesem Zwecke werden die phosphor- und siliziumarmen, weißen Gußstücke in eisernen Töpfen, oder, wenn sie größer sind, in gemauerten Räumen zusammen mit gekörntem oder gepulvertem Eisenoxyd (Roteisenstein, Hammerschlag), Tempererz genannt, verpackt und mehrere Tage hindurch einem andauernden Glühen unterworfen. Bei der etwa Hellrotglut betragenden Temperatur wirkt der Sauerstoff des Erzes oxydierend auf den Kohlenstoff des Gußstückes ein, so daß letzterer allmählich einen so niedrigen Stand in dem ganzen Stücke erreicht, wie im Schmiedeisen und der vorher harte und spröde Gegenstand sich nachher tatsächlich schmieden

läßt. Besondere Vorsicht ist bei dem Verfahren auf ein ganz allmähliches, gewöhnlich 3 bis 4 Tage dauerndes Abkühlen der Gußstücke anzuwenden. Von günstiger Einwirkung ist das Glühfrischen jedoch nur auf den Kohlenstoff, der in gebundener Form im Eisen enthalten ist; es ist dies der Grund, weshalb nur weißes Roheisen für das Temperverfahren in Betracht kommt; Graphit, wie ihn das graue Eisen aufweist, wird durch sauerstoffabgebende Körper zwar ebenfalls, wenn auch in bedeutend abgeschwächtem Maße angegriffen und vergast, doch entstehen dabei nur poröse, brüchige Gußstücke (vielfach auch sog. Brandeisen), die sich nicht mehr weiter verwenden lassen.

### **Die Weiterverarbeitung des schmiedbaren Eisens: Schmieden, Pressen und Walzen.**

Geglühte Formgußstücke aus Flußeisen sowie schmiedbarer Guß dienen, wie wir oben gesehen haben, ohne noch eine wesentliche Veränderung ihrer Form und Eigenschaften zu erleiden, als Gebrauchsgegenstände; die übrigen werden in den Eisenhütten selbst einer Umformung durch Schmieden, Pressen oder Walzen unterzogen, bevor sie in den Handel gebracht werden. Der Eisenhüttenmann erreicht aber durch diese Arbeiten noch einen anderen Zweck, den der Veredelung der Eigenschaften des von ihm erzeugten schmiedbaren Eisens. Dazu kommt noch bei dem Schweiß Eisen die durch die Weiterverarbeitung erreichbare Reinigung von eingemengter Schlacke, bei der Verarbeitung des Flußeisens die stattfindende Verdichtung durch Zusammendrücken der im Innern befindlichen Hohlräume. Es kann nicht Aufgabe dieser kurzen Darstellung sein, diese Schmiedetechnik eingehend zu beschreiben, da sie allgemein bekannt und überall Gelegenheit gegeben ist, das Verfahren zu beobachten. Es soll hier nur kurz erörtert werden, wie es kommt, daß sie in der Großeisenindustrie nicht mehr so ausschließlich Anwendung findet wie ehemals.

Die im Rennfeuer erzeugten Luppen waren so klein, daß sie mit schweren Handhämmern noch gut und ausreichend geschweißt bzw. geformt werden konnten. Für die Luppen der Frischfeuer genügen auch noch die von Wasserrädern usw. getriebenen Stielhämmer kleinen Hubes und Gewichtes. Zum Zängen der großen Luppen aus dem Puddelofen, zum Schweißen schwerer Pakete bei der Schweiß Eisenverarbeitung, zum Dichten von Flußeisenblöcken

und zur Herstellung der ungeheuren Schmiedestücke, wie sie der moderne Maschinen- und Schiffbau erfordern, ist die Wirkung dieser kleinen Hämmer durchaus unzureichend. Solche großen Leistungen wurden erst möglich durch die Erfindung des Dampfhammers durch Nasmyth (1842). Trotz unausgesetzter Vergrößerung dieser Vorrichtungen, in einzelnen Fällen bis zu 150 t Fallgewicht, sind auch sie schließlich an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angelangt; ihre wuchtigen, die ganze Umgebung weithin erschütternden Schläge wirken hauptsächlich auf die Oberfläche der großen Stahlblöcke, ohne auch das Innere des Schmiedestückes in genügender Weise zu beeinflussen. Man verwendet deshalb jetzt zur Bearbeitung schwerer Schmiedestücke usw. meist hydraulische Schmiedepressen, bei denen die Ausnutzung der aufgewendeten Arbeit günstiger und die Wirkung des Pressens vollkommener ist. Es ist kaum zu bezweifeln, daß damit allmählich die schweren Dampfhammer verschwinden werden.

Abgesehen von der obenerwähnten vorbereitenden Bearbeitung schwerer Eisenmassen dienen in den Eisenhütten die Dampfhammer bezw. Pressen in der Regel jetzt nur noch zur Erzeugung schwerer Schmiedestücke. Das Schmieden der zahlreichen Gebrauchsgegenstände ist dagegen die besondere Aufgabe des Kleineisengewerbes geworden und fällt daher außerhalb des Bereiches dieser Besprechung.

Je mehr die Steigerung des Eisenbedarfs dazu drängte, je mehr man lernte, durch Regelung der chemischen Zusammensetzung schon beim Gießen dichte Gußblöcke zu erzeugen, eine um so triftigere Veranlassung hatte man, durch die Walzwerke ebensowohl die Verdichtung als auch die Formgebung bewirken zu lassen, welche die zweckmäßige Erzeugung sehr großer Mengen ermöglichen. Als Walzwerke bezeichnen wir Vorrichtungen, die im wesentlichen aus mindestens zwei starken gußeisernen oder geschmiedeten Zylindern (Walzen) bestehen, welche parallel und in solchem Abstand in eisernen Rahmen (den Walzenständern) gelagert sind, daß ein gewisser Zwischenraum zwischen den Umfängen der Walzen bleibt. Diese Walzen erhalten von einer Kraftmaschine aus ihren Antrieb derart, daß sie sich in entgegengesetzter Richtung drehen. Steckt man einen glühenden Körper zwischen die Walzen, welcher dick genug ist, um beide zu berühren, so wird er infolge der Reibung erfaßt, zwischen ihnen hindurchgeführt und auf der anderen Seite hinausgepreßt. Körper von größerer Dicke als der Walzenabstand

werden dabei, falls sie plastisch und zähe sind, so daß sich ihr Zusammenhang trotz des starken von den Walzen ausgeübten Druckes nicht löst, auf das Maß des Walzenabstandes zusammengedrückt, verdünnt und da der Rauminhalt annähernd derselbe bleibt, in die Länge gestreckt: sie werden in eine andere Form gebracht. Der Vorgang beim Walzen hat also eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Vorgange des Streckens unter dem Hammer. Während die Wirkung des Hammers mit den einzelnen Schlägen nur in Absätzen Schritt für Schritt und häufig unterbrochen durch wiederholtes Erhitzen der Schmiedestücke in die Erscheinung tritt, verrichten die Walzen rasch, ununterbrochen, in einem Zuge ihre Arbeit. Aber so gut wie ein einmaliges Schmieden nicht genügt, die gewünschte Form aus dem rohen Block zu gestalten, so reicht auch ein einziger Durchgang durch die Walzen (ein Stich) nicht hin. Obwohl das Eisen in hoch-erhitztem Zustande sehr weich und plastisch ist, so bleibt sein Widerstand doch noch reichlich hoch und seine Festigkeit ist viel zu gering, um sehr bedeutende Formänderungen auf einmal erleiden zu können. Das Material würde zerreißen oder die Walzen würden brechen. So erklärt es sich, daß vom Block bis zum Draht oder Blech das Walzgut wohl zwanzigmal und öfter die Walzen durchlaufen muß. Da es während der langen hierzu erforderlichen Zeit natürlich abkühlt und zwar um so rascher, je weiter die Streckung vorgeschritten, so ist, wie beim Schmieden, unter Umständen ein einmaliges oder öfteres Wiedererwärmen erforderlich.

Als Erwärmungsvorrichtungen dienten für die zum Schmieden und Walzen bestimmten Stücke, solange man durchweg mit Schweiß-eisen zu arbeiten pflegte, nur Flammöfen (Schweißöfen) teils mit Rost-, teils mit Gasfeuerung. Mit dem erstmaligen und dem Wiedererhitzen war ein sehr beträchtlicher, selbst das einfache Gewicht des Erzeugnisses übersteigender Brennstoffaufwand verbunden. Durch Verbesserung der Betriebseinrichtungen und Beschleunigung der Walzarbeit, die bei Flußeisen das Fertigstellen der Erzeugnisse in einer Hitze gestattet, durch geeignete Anordnung der einzelnen Betriebsabteilungen und Verwendung schnell arbeitender Hebezeuge, wodurch es möglich wird, die Blöcke noch mehr als rotwarm aus den Gießformen in die Wärmöfen zu bringen, durch Verbesserung dieser selbst sind erhebliche Ersparnisse und bedeutende Produktionssteigerungen erzielt worden. Aber erst in neuerer Zeit ist man dahin gelangt, unter günstigen Verhältnissen allen Brennstoff, mit Ausnahme des-

jenigen zur Dampferzeugung zu ersparen und mit der Wärmemenge auszukommen, welche der Koks im Hochofen geliefert hat. In einigen Fällen kann durch wirtschaftliche Ausnutzung der überschüssigen Koksofen- und Hochofengase in Gasmaschinen zur Erzeugung elektrischer und motorischer Kraft jeder weitere Brennstoffaufwand mit Ausnahme des Koks für die Hochofenbegichtung ausgeschaltet werden.

Entnimmt man das Roheisen für den Konverterbetrieb 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 in dem Roheisen befindlichen Nebenbestandteile von neuem eine weitere sehr große Wärmemenge und wird zum Teil in dem Eisenbade aufgespeichert. Entfernt man die Gießformen möglichst rasch von den gegossenen Blöcken, so sind diese außen noch hellrot glühend; dieser Umstand legte den Gedanken nahe, sie zur Ersparung einer besonderen Erhitzung sofort der Verarbeitung im Walzwerk zu unterziehen. Doch ein solches Verfahren ist ohne weiteres nicht durchführbar. Die Abkühlung der Blöcke geht nicht gleichmäßig innerhalb des ganzen Querschnitts vor sich. Die äußere Kruste des Blockes ist bereits erstarrt, während das Innere noch flüssig ist. Wollte man den Block in diesem Zustande walzen, so würde das weiche oder flüssige Metall aus dem Innern herausgedrückt werden oder herausspritzen und der Block würde außen reißen. Ist jedoch der Betrieb umfangreich genug, so daß die Blöcke kurze Zeit, nachdem sie gegossen wurden, zur Verarbeitung gelangen, so läßt sich ohne Anwendung von Brennstoff eine gleichmäßige Durchwärmung der Blöcke erzielen, wenn man sie in engen, im Boden der Hütte angebrachten, gut verschließbaren Gruben mit feuerfesten Wänden unterbringt und einige Zeit sich selbst überläßt. Diese Räume werden immer wieder für die Blöcke des nächsten Einsatzes benutzt und die Wände bleiben deshalb in steter Glut. Dieses Verfahren wurde von John Gjers im Jahre 1882 ausgebildet. Solche Wärmeausgleichsgruben (ungeheizte Tieföfen) werden seitdem auch in Deutschland vielfach angewendet und haben sich sehr gut bewährt.

Die Erzeugnisse des Walzwerks teilt man ein in Halbfabrikate und Fertigfabrikate; zu den ersteren gehören vorgewalzte Blöcke und Brammen, Platinen und Knüppel, zu den

letzteren Stabeisen (Quadrat-, Rund-, Flach-, Bandeisen usw.), Profileisen, Schienen, Bleche, Draht, Röhren usw.

Bei der Betrachtung des Walzvorganges fällt uns sofort auf, daß die Walzstücke nach jedem Stich über die Oberwalze auf die vordere Seite des Walzwerks zurückgegeben werden müssen, wenn sie von neuem die Walzen durchlaufen sollen. (Duowalzwerk.) Das Bestreben, den damit verbundenen Arbeitsaufwand, die Zeit- und Wärmeverluste zu vermeiden, führte zu zwei grundverschiedenen Anordnungen. Bei der einen hält man die Walzen

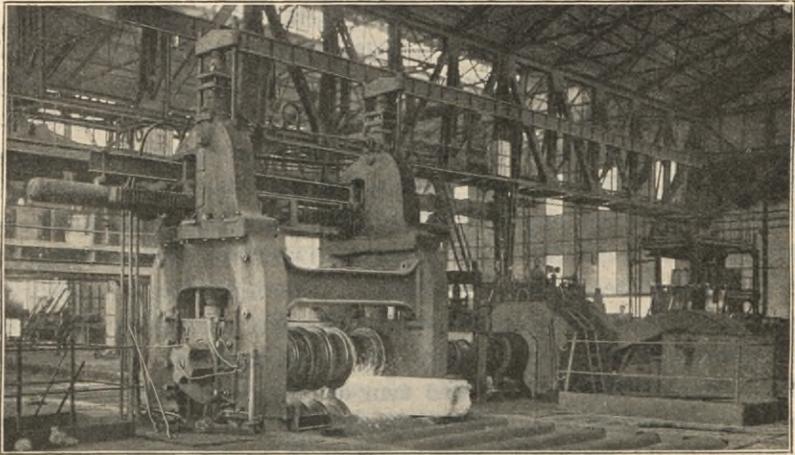


Abb. 13. Reversier-Blockwalzwerk.

nach einem Durchgange des Walzgutes an, steuert die Arbeitsmaschine um und läßt sie in entgegengesetzter Richtung laufen, so daß auch das Walzstück von der Gegenseite her gestochen werden kann. Diese Reversier- oder Kehrwalzwerke genannten Vorrichtungen (Abb. 13) erfordern, da die Anwendung eines Schwungrades, wie bei den übrigen Walzenstraßenanordnungen, zur Aufspeicherung des Arbeitsüberschusses in den Leergangspausen ausgeschlossen ist, sehr starke Maschinen; sie sind daher in der Anlage teuer. Man wendet sie vorzugsweise nur da an, wo das hohe Gewicht der Blöcke oder Walzstücke ein Heben auf die Höhe der Oberwalze schwierig und unrationell macht. Wo dies nicht der Fall ist, bedienen wir uns meist der Walzwerke mit drei Walzen übereinander, der Triowalzwerke (Abb. 14), die zwischen Unter- und Mittelwalze

das Walzstück nach der einen, zwischen Ober- und Mittelwalze nach der anderen Seite ziehen. Diese Einrichtung gestattet, weil die Maschine ununterbrochen in derselben Richtung weiterlaufen kann, außer einer erheblichen Beschleunigung der Walzarbeit auch die Anbringung eines schweren, die Maschinenleistung unter Umständen unterstützenden Schwungrades.

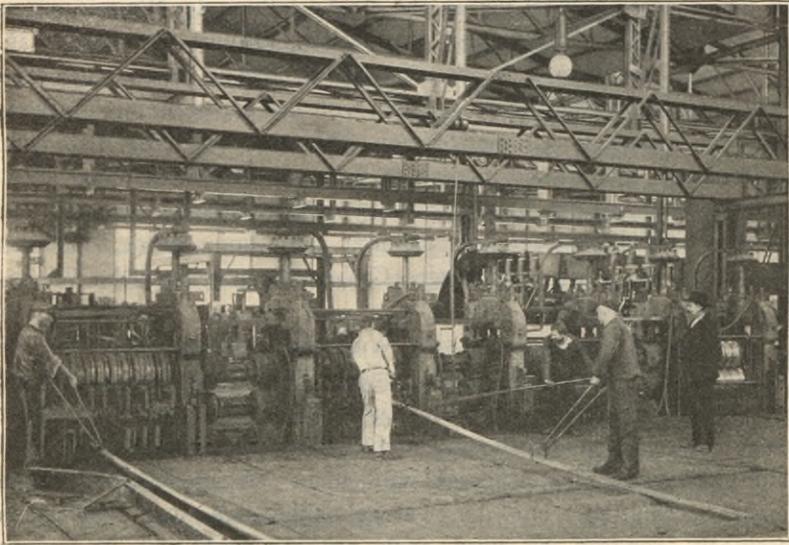


Abb. 14. Triowalwerk.

Die einfachste Form von allen Walzwerkserzeugnissen hat das Blech; hier sind nur zwei parallele ebene Flächen zu erzeugen, während an den Seitenkanten das Material sich in gewissen Grenzen beliebig breiten kann. Die Walzen brauchen daher nur glatte Zylinder zu sein. Das Blech erfordert bis zu seiner Fertigstellung, entsprechend seiner geringen Dicke (Grobbleche 5 bis 40 mm, Feinbleche unter 5 mm) gegenüber dem Querschnitt der Walzblöcke sehr viele Stiche; wollte man für jeden ein besonderes Walzenpaar mit immer geringerem Abstand anwenden, so müßte die Walzenstraße (so heißt die durch Spindeln und Muffen gebildete Vereinigung mehrerer ein Walzenpaar oder -Trio enthaltenden Walzgerüste zu einem Ganzen) eine sehr große Ausdehnung erhalten, so daß Maschinen von ganz außergewöhnlicher Stärke erforderlich würden. Man bedient sich

deshalb immer derselben oder höchstens einer Gruppe von zwei bis vier Walzgerüsten, nähert die Walzen aber nach jedem Stich einander mehr und mehr durch das gleichzeitige Anziehen zweier starken, die Köpfe der Walzenständer von oben her durchdringenden Stellschrauben, was mittels einer Rädervorrichtung durch Dampfmaschinen oder Elektromotoren, seltener von Hand, von einer Stelle aus erfolgen kann. Bei Feiblechen ist die Dickenabnahme von einem Stiche bis zum anderen äußerst gering und die Anstellung der Walzen mittels der Stellschrauben nicht mehr ausführbar. Dann „doppelt“ man, d. h. man legt dann 2, 4, 8 und auch 16 Bleche aufeinander und walzt sie gemeinschaftlich weiter aus; von der Abnahme des Walzenabstandes zwischen je zwei Stichen fällt jetzt auf jedes Blech nur ein Bruchteil. Feibleche werden übrigens, weil in sehr hoher Hitze ein unverhältnismäßig großer Metallverlust entstände, ziemlich kalt gewalzt; freilich werden sie dadurch hart und spröde, indessen läßt sich durch ein nachfolgendes Glühen die ursprüngliche Weichheit wieder herstellen.

Universalwalzwerke sind Walzwerke, welche die Möglichkeit gewähren, ohne Anwendung eigentlicher Kaliber schmale Bleche oder breite Flacheisen von rechteckigem Querschnitt und sehr großer Länge herzustellen (vornehmlich für Bauwerkseisen, Kessel- und Schiffbau). Das Universaleisen wird nicht wie die Bleche an den Seiten beschnitten, um die Unregelmäßigkeiten der Ränder zu beseitigen, sondern es wird auch seitlich direkt im Walzwerk bearbeitet. Diese Walzwerke, deren erstes von Daelen in Hoerde gebaut wurde, besitzen außer zwei oder drei übereinanderliegenden wagerechten Walzen auch ein Paar senkrechter Walzen, unmittelbar vor oder hinter jenen angeordnet, deren Abstand ebenfalls verstellbar ist und welche, wie oben angedeutet, die Seitenflächen des hindurchgehenden Walzenstückes bearbeiten.

Im Grey- und Sack-Walzwerk sehen wir neuerdings entstandene Universalwalzwerke für größere Trägerprofile. Bei denselben wird vor allen Dingen eine gleichmäßige Durcharbeitung des Walzmaterials gesichert und dadurch die bei dem bisherigen Walzverfahren mit nur horizontalen Walzen fast unvermeidliche Materialspannung im fertigen Stab vermieden. Außerdem ermöglichen diese beiden neuern Verfahren erst das Walzen breitflanschiger Träger über gewisse Dimensionen hinaus, wozu bei dem Sack-Walzwerk noch die Möglichkeit tritt, die Flanschen nicht konisch, sondern

mit gleicher Stärke zu walzen. Während das Grey-Walzwerk, ein Spezial-Walzwerk, nur zum Walzen von Trägern bestimmt ist, ist das Sack-Walzwerk bei jeder großen Reversier-Duostraße anwendbar, wobei die Straße für sämtliche anderen Profile gleich geeignet bleibt. Die neuen Profile dürften nicht unerhebliche Vorteile bei der Verwendung des Eisens zu Brücken, Deckenlagen, Hochbauten usw. an Stelle von genieteten Trägern und sonst zusammengesetzten Bauteilen bieten.

Um allseitig begrenzte Querschnittsformen, wie die der Stabeisensorten (Quadrat-, Rund-, Vierkant-, Flach-, Bandeisensorten usw.) der Baueisensorten (L-, I-, U-, C-, Z-Eisen u. a.), der Schienen herzustellen, welche aus dem vierkantigen Block nur ganz allmählich gebildet werden können, wendet man gefurchte (kalibrierte) Walzen an. Unter Kaliber versteht der Walzwerkstechniker eine von den beiden Walzenmängeln ganz oder teilweise umschlossene Öffnung, durch welche der Walzstab unter gleichzeitiger Annahme ihrer Gestalt, hindurchgezogen wird. Diese Kaliber sind teils in der Unter-, teils in der Oberwalze eingeschnitten und von vorstehenden Ringen der einen, die in entsprechende Einschnitte der andern hineingreifen, seitlich begrenzt. Sie bilden eine Reihe von Übergangsformen von dem Querschnitte des Blockes bis zu dem des Erzeugnisses. Das letzte, das Fertigkaliber, weicht von diesem Querschnitte der Größe nach, um das Schwindmaß des heißen Eisens, ab. Jedes Kaliber ist enger als das vorhergehende; in jedem findet also eine Querschnittsverminderung und eine Streckung statt. Die Verschiedenheit der Walzenwirkungen in Punkten mit verschiedenem Abstände von der Walzenachse, also in den einzelnen Teilen eines Kalibers, macht die Herstellung verschiedener Querschnittsformen zu einer keineswegs leichten Aufgabe, zu deren Lösung nur längere Übung und auf vielseitige Beobachtung gegründete Erfahrung befähigt.

Ein Walzenpaar kann zwar immer mehrere, selten aber alle zur Herstellung eines bestimmten Erzeugnisses erforderlichen Kaliber aufnehmen, so daß die meisten Walzenstraßen mit zwei bis drei, höchstens vier Gerüsten, auskommen können. Ziemlich abweichend davon ist aber die Einrichtung der zur Herstellung von Feineisen und besonders von Draht benötigten schnellaufenden Walzwerke. In der Regel bestehen sie aus einer Vorstrecke mit ein bis drei Gerüsten und einer Fertigstrecke von acht bis neun Gerüsten. Man stellt diese Eisensorten aus Knüppeln dar d. h. vorgewalzten Stäben

von meist quadratischem Querschnitt. Wenn der Stab zur Fertigstrecke gelangt, die meist hinter, nicht neben der Vorstrecke angeordnet ist, hat er bereits eine bedeutende Länge erreicht. Auf der Fertigstrecke kommt der Walzstab nicht erst in das nächste Kaliber, sobald er das vorhergehende verlassen hat, sondern er wird sofort in das nächstfolgende zurückgesteckt, so daß er zuletzt schlangenartig eine größere Zahl von Kalibern durchheilt. Zur Erleichterung dieser Arbeit, des „Umsteckens“, das meist selbsttätig mittels halbkreisförmiger Rinnen bewirkt wird, sind die aufeinanderfolgenden Kaliber gewöhnlich in verschiedenen Walzgerüsten angebracht und hieraus folgt die Notwendigkeit, die Fertigstrecke aus der großen Zahl von Gerüsten bestehen zu lassen. Bisweilen hat man auch, um das häufige Umbiegen des Stabes entbehrlich zu machen, die Gerüste der Vor- und Fertigstrecke parallel hintereinander aufgestellt. Dasselbe Prinzip kommt auch bei Schnellstrecken zur Herstellung von Stab- und Handelseisen zur Anwendung (kontinuierliche Walzwerke). Die vorzügliche Durchbildung der mechanischen Einrichtungen der Drahtwalzwerke ermöglicht es bis zu 80 t und mehr dieses doch so leichten Erzeugnisses in 24 Stunden herzustellen. Drahtsorten bis 3,5 mm abwärts werden durch Auswalzen hergestellt (Walzdraht); dünnere Sorten müssen auf der Ziehbank gezogen werden. Von dem anhaftenden Walzensinter wird der Draht durch Beizen, Scheuern oder Poltern befreit.

Auch die Reifen (Tyres, Bandagen) der Räder unserer Eisenbahnwagen, soweit diese nicht aus Hartguß oder Stahlguß bestehen, also keiner Reifen bedürfen, werden durch Walzen hergestellt. Man schmiedet aus dem vollen Block zunächst Ringe von geringem Durchmesser, welche durch entsprechend angeordnete Walzwerke auf den verlangten Durchmesser gebracht werden. Um einen ringförmigen Körper auf dem Walzwerk zu strecken, seinen Querschnitt zu verringern, seinen Durchmesser zu vergrößern, muß das Arbeitsstück über die eine von zwei Walzen geschoben werden, um dann von dieser an der Innenseite, von der andern an der Außenseite bearbeitet zu werden. Da dieses Überschieben Schwierigkeiten verursachen würde, wenn die Walzen, wie die bisher beschriebenen mit den beiden Enden in den Gerüstständern gelagert wären, so erhalten die Bandagenwalzwerke eine von den oben besprochenen Walzwerken abweichende Einrichtung. Man benutzt Reifenwalzwerke mit wagerechten und mit senkrechten Walzen. Die kurzen Walzen (2—4)

befinden sich kopfartig an den frei aus den Ständern herausragenden Enden der Wellen. Die Anstellung der Walzen gegeneinander erfolgt meist durch Wasserdruck oder Elektromotor. Außer den Walzen, die dem Radreifen die gewünschte Querschnittsform geben, sind diese Walzwerke mit Leitrollen versehen, die von Hand angestellt werden und den Reifen genau kreisförmig gestalten. Zuweilen werden die Reifen auf einer Zentriermaschine nachgerichtet. Die Herstellung von Scheibenrädern auf dem Walzwerke geschieht nach ähnlichen Grundsätzen wie die der Radreifen. Das Rad muß durch Vorarbeit unter dem Dampfhammer oder der Presse bereits seine rohe Form erhalten, und das Walzwerk dient nur dazu, die Form weiter zu vollenden, insbesondere den Radkranz auszubilden.

Schließlich muß noch kurz der Röhrenwalzwerke gedacht werden. Enge Röhren bis zu 3 cm Durchmesser, für Gasleitungen und ähnliche Zwecke, werden seit langer Zeit aus Rohrstreifen auf der Ziehbank durch Zusammenrollen und Aneinanderschweißen, seltener durch überlapptes Schweißen der Blechkanten, hergestellt (stumpfgeschweißte Röhren). Als Ausgangsmaterial dienen in Kalibern gewalzte Universaleisenstreifen (Strips) aus Schweißisen oder jetzt häufiger basischem Flußeisen, deren Breite dem Durchmesser des zu fertigenden Rohres entsprechend bemessen ist. Wo aber bei geringer Wandstärke hohe Ansprüche an die Festigkeit der Schweißuge gestellt werden müssen, wie bei Verwendung für Siederöhren in Dampfkesseln oder Druckwasserleitungen, da reißen die gezogenen stumpfgeschweißten Rohre oft auf, weil die Schweißung nicht unter genügendem Drucke vorgenommen werden konnte. Da tritt dann das Walzwerk mit seinem hohen Druck auf das Arbeitsstück helfend ein, indem es die Ränder übereinanderschweißt (im Handel noch häufig patentgeschweißte Rohre genannt). Die Rohrstreifen, von einer etwas größeren Breite als dem Umfange des zu fertigenden Rohres entspricht, werden an den Längskanten abgeschrägt, in einem Ofen erwärmt, vorgerundet, wieder erhitzt und durch Ziehen auf einer Schleppzangen-Ziehbank durch eine Ziehdüte vollends übereinandergerollt. Jetzt erhalten die so vorbereiteten gerollten Streifen 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, dessen Durchmesser gleich dem äußeren Durchmesser des Rohres ist. Bei dem Durchlaufen dieses Kalibers würde der Druck der Walzen

das hohle Rohr höchstens etwas weiter zusammenrollen, nicht aber die übereinanderliegenden abgeschrägten Blechkanten verschweißen. Den hierzu erforderlichen Gegendruck bringt ein birnenförmiger Hartgußkörper, der Dorn, hervor, den man an einer langen Stange in das Kaliber schiebt und dessen größter Durchmesser der lichten Weite des fertigen Rohres entspricht. Über diesen Dorn treiben die Walzen den Rohrstreifen mit großer Schnelligkeit hin und pressen, da der Raum zwischen ihm und den Walzenmänteln etwas geringer ist als die Blechstärke, die Kanten scharf aufeinander, wodurch eine vollkommene Schweißung zugleich mit einer geringen Streckung des Rohres erreicht wird. Sodann wird das Rohr durch mehrmaliges Ziehen genau auf den geforderten Durchmesser gebracht, vom Glühspan gereinigt, gerichtet, abgeschnitten und unter hohem Wasserdruck auf die Dichtigkeit der Schweißung geprüft.

Da bei den flachgeschweißten Rohren unter der Wirkung des innern Druckes besonders bei größeren Durchmesser die Gefahr des Reißens der in der Längsrichtung sich erstreckenden Schweißfuge wächst, so sucht man dieser zu begegnen, indem man die Blechstreifen spiralförmig auf Walzen aufrollt, so daß die Schweißfuge die Form einer Schraubenlinie bekommt (spiralggeschweißte Rohre). Dieses Verfahren wird besonders zur Herstellung dünnwandiger Rohre von großem Durchmesser angewendet. Die Erhitzung der Fuge geschieht durch Wassergasflammen, die Schweißung mittels eines schnellgehenden Hammers. Für Röhren, welche hohem inneren Druck ausgesetzt sind, bietet auch dieses Verfahren keine genügende Sicherheit. Dies hat zur Erfindung verschiedener Verfahren Anlaß gegeben, Rohre ohne Schweißung aus dem vollen Metallblock zu fertigen (nahtlose Rohre). Das Walzen von Rohren aus dem vollen Rundstabe und dem gegossenen Rundblock (Mannesmann-Verfahren) geschieht unter zwei oder drei konischen, mit den Achsen spießwinklig gelagerten Walzen über einen Dorn. Dieses Verfahren eignet sich nur für die Herstellung von dickwandigen Röhren von verhältnismäßig geringer Länge. Die Fertigstellung erfolgt in sogenannten Pilgerschrittwalzwerken durch ein stoßweises Ausstrecken unter exzentrischen, kreisförmig gefurchten Walzen über einen Dorn.

Das Ehrhardtsche Verfahren benutzt als Ausgangsmaterial einen quadratischen Flußeisenblock in hoher Temperatur. Derselbe wird in ein innen zylinderförmig ausgebohrtes Formstück gebracht

und dort durch einen unter starker Pressung eingeführten zylinderförmigen Dorn zum Rohre ausgebildet, das durch Ziehapparate auf die gewünschte Länge und Wandstärke ausgezogen wird. So hergestellte Rohre können durch Walzen besonderer Anordnung zu Kesselschüssen und sonstigen Hohlkörpern von großem Durchmesser ausgebildet werden.

### **Schutz der Eisenoberfläche.**

Wie allgemein bekannt, hat das Eisen die üble Eigenschaft sehr leicht zu rosten. Unter dem Einfluß von Feuchtigkeit und Kohlensäure verbindet es sich mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft, überzieht sich mit einer Rostschicht, die allmählich weiter frißt, bis schließlich das ganze Stück in eine braune Masse verwandelt ist, die in ihrer chemischen Zusammensetzung als Eisenhydroxyd dem Brauneisenerz gleichkommt. Das leichte Rosten des Eisens ist auch der Grund, warum sich so wenig eiserne Geräte aus alten Zeiten bis in die Gegenwart erhalten haben. Man könnte füglich von einem Kreisprozeß sprechen: Aus dem in der Natur vorkommenden Eisenerz stellt der Mensch das Eisen her, die Natur aber macht ihre Rechte von neuem geltend und führt das leicht vergängliche Kunstprodukt allmählich wieder in die ursprüngliche und dauernde Form zurück. Um nun die eisernen Gegenstände möglichst gut vor dem Verrosten zu schützen, überzieht man sie mit geeigneten Mitteln, doch auch diese „Rostschutzmittel“ sind nur auf absehbare Zeit wirksam; wollte man das Eisen als solches einigermaßen gegen die Einflüsse der Atmosphärien unempfindlich machen, so müßte man dem Fingerzeig, den uns die Lehrmeisterin Natur gibt, folgen und ein dem „natürlichen Eisen“ möglichst gleichkommendes Material, also ausschließlich Nickeleisen oder Nickelstahl verwenden. Man hat diesen Weg auch schon beschritten und in der Tat mit Nickelstahlrohren bei Dampfkesseln sehr gute Resultate erzielt. Bei Korrosionsversuchen mit Flußeisen- und Nickelstahlrohren erlitten erstere in verdünnter Salzsäure eine Gewichtsabnahme von 53 %, letztere hingegen eine solche von kaum 3 %. Die Frage, ob Flußeisen oder Schweißeisen leichter roste, ist zwar wiederholt aufgeworfen und erörtert, aber bisher noch nicht endgültig entschieden worden.

Rostschutz und Oberflächenverschönerung sind häufig nicht scharf voneinander zu trennen. Der Schmied beispielsweise

wischt seine Erzeugnisse mit Öl ab; das Rosten der fertigen Gegenstände wird hierdurch verhindert und die Ware sieht schöner aus. Haltbarer als Öl sind Überzüge von Firnis, Lack und andere im Handel erhältliche Rostschutzmittel.

Gußeiserne und Blech-Geschirre werden meist emailliert, d. h. man versieht sie mit einem glasartigen Überzug (Emaile), nachdem man sie vorher mit verdünnter Säure gebeizt hatte. Das Einbrennen der Emaile erfolgt in sogenannten Emaillieröfen. Während die gußeisernen Geschirre in der Regel nur innen mit Emaile versehen werden, erhalten die Blechwaren innen und außen einen solchen schützenden Überzug. Da die Emaile aber bei unvorsichtiger Behandlung leicht abspringt, versieht man die Eisenwaren, Bleche und Blechwaren usw. häufig auch mit Überzügen von anderen Metallen und man spricht sodann von Verzinnen, Verzinken, Verbleien, Vernickeln, Verkupfern usw.

Das verzinnte Blech führt den Namen Weißblech. Zur Weißblechfabrikation dienen nur ganz dünne Bleche, sogen. „Feinbleche“, die aus besonders zähem Material hergestellt werden müssen, damit sie beim Weiterarbeiten durch Ziehen und Pressen nicht reißen.

Verzinkte Bleche dienen zur Herstellung ordinärer Blechwaren und in der Form von Dachblechen und Wellblechen als Eindeckungsmaterial. Während das Verzinnen und Verzinken bisher durch Eintauchen der durch Abbeizen mit verdünnten Säuren gereinigten Bleche in geschmolzenes Zinn bezw. Zink erfolgte, wendet man in neuerer Zeit mit Vorteil elektrolytische Verzinkungsmethoden an. Verbleite Bleche kommen als solche in den Handel; Bleche mit einem Überzug von Blei und Zinn sind unter der Bezeichnung „Mattbleche“ bekannt. Draht wird in der Regel verzinkt oder verkupfert bezw. verzinnt. Das beim Beizen mit Schwefelsäure gewonnene Eisenvitriol bildet ein wertvolles Abfallprodukt. Gewehrläufe und feinere Eisenteile werden brüniert. Zu diesem Zwecke werden sie zunächst sorgfältig gereinigt, dann mit Antimonchlorid bestrichen und in der Wärme getrocknet. Ein Rostschutzverfahren, das seit etwa 25 Jahren in Anwendung steht, ist das sogenannte Inoxydationsverfahren von Bower & Barff. Dasselbe beruht ähnlich wie der Gesnersche Rostschutzprozeß darin, daß man durch besondere Behandlungsweise auf den fertigen Eisenwaren eine Oxydschicht erzeugt, welche das Eisen alsdann vor dem Rosten schützt.

## IV. Abschnitt.

### Die Prüfung des Eisens.

Zum Schlusse sei noch mit einigen Worten der Verfahren gedacht, durch welche sich Erzeuger und Verbraucher von der Güte des Eisens oder der daraus hergestellten Fabrikate überzeugen.

Früher war es allgemein üblich, beim Kauf oder Verkauf von Roheisen, insbesondere von grauem Gießereiroheisen, lediglich das Aussehen der Bruchfläche als Maßstab für den Wert des Roheisens zu benutzen. Der frische Bruch des Roheisens läßt ja allerdings schon manchen Schluß auf die Zusammensetzung zu. So soll z. B. nach der Anschauung einiger das Roheisen um so grobkörniger sein, je größer sein Graphitgehalt ist, und da das graphitreichere Roheisen ein öfteres Umschmelzen ertragen soll als das graphitärmere, so hält man das Roheisen für um so wertvoller, je grobkörniger sein Bruchaussehen ist. Ferner soll z. B. grobkristallinisches Gefüge und dunkle Farbe bei grauem Roheisen auf hohen Siliziumgehalt deuten, und viele Eisengießler sind befriedigt, wenn das gekaufte Eisen ein entsprechendes Aussehen zeigt, da sie glauben, alles feinkörnigere, heller gefärbte weniger hoch bewerten zu müssen. Auch bei weißem Puddel- und bei Spiegeleisen läßt der Mangel oder das Vorhandensein kristallinischen Gefüges bezw. die Größe der Kristallflächen in gewissen Grenzen einen Schluß auf Härte und Zusammensetzung z. B. den Mangengehalt zu. Allerdings täuscht man sich beim Verlaß auf alle diese rein äußerlichen Kennzeichen leicht, da nicht die Zusammensetzung allein das Gefüge beeinflußt. Es ist deshalb nur zu wünschen, daß die Beurteilung des Wertes einer Roheisensorte nach dem Bruchaussehen gänzlich außer Gebrauch komme. Nur aus der chemischen Zusammensetzung des Roheisens läßt sich dessen Wert mit Sicherheit schätzen und deshalb bildet die chemische Untersuchung (Analyse) das wichtigste Prüfungsmittel. In besonderen Fällen kann man zur Vervollständigung der Schlußfolgerungen, die sich aus der Analyse herleiten lassen, einige Schmelz- und Gießversuche anstellen. Bei der Prüfung des Gußeisens treten zu den schon genannten Untersuchungsarten als Ergänzung je nachdem noch die Prüfung auf Zug-, Biegungs- und Druckfestigkeit.

Erheblich schwieriger liegt die Sache hinsichtlich der Prüfung des schmiedbaren Eisens, nicht nur, weil dessen Zusammen-

setzung infolge Anwesenheit viel geringerer Mengen fremder Bestandteile das Bruchaussehen kaum beeinflußt wird, 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 kommt, nicht aber ob das der Zusammensetzung nach zweckentsprechende Eisen auch tatsächlich die geforderten mechanischen und physikalischen Eigenschaften hat.

Schon die Unterscheidung in Schmiedeeisen und Stahl, solange es nur geschweißtes Material gab, lediglich nach dem Bruchaussehen durchführbar (Stahl hat immer körniges, Schmiedeeisen meist sehniges Gefüge), ist heute schwieriger, da die Flußeisensorten ebenfalls körniges Gefüge haben. Man muß also behufs Unterscheidung bereits hier und da zur Prüfung der Härtungsfähigkeit greifen, da auch die Analyse zuweilen im Stich läßt. Den Arbeitseigenschaften wie Schmiedbarkeit, Schweißbarkeit, Zähigkeit im kalten und warmen Zustande ist durch die Analyse noch viel weniger beizukommen; sie können allein durch rein praktische Proben, durch Schmieden, Schweißen, Biegen, Bördeln, Poltern in gewöhnlicher und in hoher Temperatur geprüft werden. Was die mechanischen Eigenschaften, wie die verschiedenen Arten der Festigkeit (Zug-, Druck-, Biege-, Verdreh-, Scherfestigkeit), die Elastizität und die Dehnbarkeit anlangt, so hat man zu deren Feststellung sehr sinnreiche Vorrichtungen gebaut, die höchst genaue Messungen gestatten.

Eine ganz besondere 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, den man auf der Drehbank oder der Hobelmaschine aus dem vollen zu untersuchenden Material herausgearbeitet hat, einer allmählich steigenden Belastung unterwirft und gleichzeitig die Veränderungen seiner Form (die vorübergehenden sowohl wie die bleibenden) beobachtet. Zuerst dehnt sich der Stab unter der Belastung; doch nimmt er nach der Entlastung seine ursprüngliche Länge wieder an, weil das Eisen elastisch ist. Erreicht die Belastung eine gewisse Höhe, so wird von einem gewissen Augenblick an der Körper nach geschehener Entlastung aufhören, seine ursprüngliche Gestalt anzunehmen, es bleibt ein gewisser Rest, der nicht wieder verschwindet, die bleibende Dehnung. Diesen Punkt bezeichnet

man als Elastizitätsgrenze des Materials. Steigern wir die deh nende Kraft, die Last, noch weiter, so nimmt die Verlängerung, und zwar die bleibende, immer mehr zu; der Querschnitt wird entsprechend geringer; endlich zerrei ßt der Stab. Die Last, bei welcher der Bruch erfolgt, heißt die Bruchgrenze, aus welcher mittels Teilung durch die ursprüngliche Querschnittsgröße die Zugfestigkeit berechnet wird (ausgedrückt in Kilogrammen bezogen auf ein Quadratmillimeter des ursprünglichen Querschnitts).

Nach genauem Zusammenfügen der beiden Stücke der Zerrei ßprobe kann die Länge des Stabes im Augenblicke des Bruches gemessen werden, und wir erhalten durch Abziehen der ursprünglichen die Bruchdehnung, die in Prozenten einer gewissen anfänglich festgelegten Länge angegeben zu werden pflegt. Kurz vor dem Bruche bemerken wir, daß die gleichmäßige Veränderung des Querschnitts sich nicht mehr über die ganze Länge erstreckt, sondern daß eine Stelle auffällig schwächer wird, daß eine oder mehrere Einschnürungen entstehen, wobei die Trennung der Teile des Stabes an einer Stelle eingeleitet wird, bis endlich der Bruch in der Nähe des engsten Teiles einer solchen Einschnürung erfolgt. Durch Vergleichung des Bruchquerschnittes mit dem ursprünglichen erhalten wir die Querschnittsverminderung oder Kontraktion, die gleichfalls in Prozenten des Anfangsquerschnittes angegeben und wie die Dehnung als Maß für die Güte des Materials betrachtet wird.

Die Handlichkeit der Ausführung und der wissenschaftliche Anstrich, welchen diese Probe besitzt, ist die Ursache, daß sie zum Schaden der Industrie den Eisenhütten selbst für solche Erzeugnisse zugemutet wurde, zu deren Prüfung sie sich durchaus nicht eignet. Sicher ist sie ganz angebracht, wo es sich um die Prüfung von eisernen Bauteilen (Blechen, Formeisen usw.) handelt, die ja wirklich auf Zug beansprucht werden, nicht aber dort, wo die Beanspruchung in Stößen und Schlägen besteht, die noch dazu in ganz anderer Richtung angreifen, wie der Zug der Zerrei ßmaschine. Als besonders erschwerender Umstand kommt hinzu, daß der kleinste Fehler in einem Probestabe, der der hohen Festigkeit des Eisens wegen doch immer nur einen geringen Teil des Querschnittes vieler Erzeugnisse, wie z. B. der Schienen, Schwellen, Radreifen usw. bildet, zu ungünstigen Schlüssen über die Güte des Stückes führen muß und nicht selten die Verwerfung beträchtlicher Warenmengen zur Folge hat, während er doch im ganzen Erzeugnis wohl 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 Eisenbauteilen und an solchen, die, obwohl sie seinerzeit nach der strengen Zerreißprobe für gut befunden wurden, sich nicht bewährt hatten, auch den Verbrauchern die Überzeugung zu verschaffen, daß schöne Zerreißproben und Brauchbarkeit bei der Verwendung sich durchaus nicht immer decken und so das Aufgeben derselben als allein maßgebender Proben zu erlangen.

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

Ferner müssen wir auch noch die jetzt zu Ehren gekommene Schlagprobe erwähnen. Behufs Anstellung derselben werden ganze Gebrauchsstcke wie bei der Biegeprobe an zwei Stellen aufgelagert und in der Mitte mittels eines schweren, aus gemessener Höhe herabfallenden Gewichtes (Br) durch Schlag beansprucht. Die Größe der Durchbiegung nach dem ersten und den folgenden Schlägen, sowie die Zahl dieser bis zum Bruche gestatten ein scharfes Urteil über Weichheit und Härte, über Zähigkeit oder Sprödigkeit, also über die Güte oder die Unbrauchbarkeit des geprüften Materials für bestimmte Zwecke.

In den letzten Jahren sind noch einige andere Prüfungsverfahren ausgebildet worden, deren hier kurz gedacht werden soll, obwohl ihre Anwendung nur eine beschränkte ist. Brinells Kugeldruckverfahren zur Härtebestimmung besteht darin, daß eine gehärtete Stahlkugel mittels Druck in den Gegenstand, der geprüft werden soll, eingetrieben wird, alsdann der Durchmesser des Eindruckes bestimmt und die Fläche der gebildeten sphärischen Vertiefung, in Quadratmillimetern ausgedrückt, berechnet und in den angewandten Druck in Kilogramm dividiert wird. Den Quotienten, der dabei erhalten wird, nennt Brinell die „Härtezahl“. Dieselbe gibt an, wieviel Kilogramm von dem auf die Kugel wirkenden Druck jedes Quadratmillimeter des geprüften Materials zu tragen vermag. Unter den verschiedenen Anwendungen der Brinellschen Prüfungsmethode ist besonders die Kontrolle der Kohlenstoff- und Schmiedeprobe bei der Eisen- und Stahldarstellung zu erwähnen.

Schließlich sind auch Methoden zur Ausführung der Kerbschlagprobe ausgearbeitet worden, ohne daß man über den Wert dieser Probe, die speziell eine Prüfung auf Zähigkeit der Materialien zum Gegenstande hat, zu übereinstimmenden Urteilen hat kommen können. Die Form, die Abmessungen und die Herstellungsweise der Einkerbung sind unterschiedlich, auch über die Art und Weise der Ausführung der Schlagversuche sind die Ansichten noch sehr geteilt. Ist man sich auch im ganzen klar über die Bedeutung dieses Verfahrens, so sind bis zu einer gleichmäßigen Handhabung der Probe, einer allgemeinen Anwendung und Aufnahme derselben unter die mechanischen Prüfungsmethoden noch viele Schwierigkeiten zu klären und zu beseitigen.

Rückblickend auf die verschiedenen Verfahren zwecks Prüfung des Eisens soll als erste Bedingung für eine zu wählende Materialprüfung folgende hingestellt werden: Durch die anzustellenden Proben muß die Überzeugung gewonnen werden können, daß das Material alle die Eigenschaften besitzt, welche für die vorgesehene Verwendung erforderlich sind. Dagegen sind alle Proben, welche über dieses nötige Maß hinausgehen, besonders solche, welche an der äußersten Grenze des Erreichbaren liegen, als widerstreitend mit den Interessen von Erzeugern und Verbrauchern zu verwerfen.

### **Metallographie.**

Der Praktiker macht oft die Erfahrung, daß ein und dieselbe Metall-Legierung unter gewissen Umständen wesentlich verschiedene Eigenschaften aufweist, ohne daß die chemische Analyse hierüber Aufschluß zu geben vermöchte. Diese kann eben nur die Mengenverhältnisse der in der Gesamtlegierung enthaltenen chemischen Elemente angeben, kann aber über deren Verteilung im Metall keinen Aufschluß gewähren. Hier muß die Metallographie, d. h. die Ermittlung der Gefügebildner der Legierungen und deren Eigenschaften, helfend eingreifen, weil sie allein über die Verteilung Aufschluß geben kann. Die Metallmikroskopie ist ein Teil dieser verhältnismäßig jungen Wissenschaft, aus der unserer Kenntnis von dem Verhalten des Eisens schon mancher Fortschritt erwachsen ist. Es ist das Verdienst von A. Martens, zuerst das Mikroskop systematisch in den Dienst der Metallerkenntnis gestellt und die anfänglichen erheblichen Schwierigkeiten überwunden zu haben.

Zur mikroskopischen Untersuchung werden kleine Stückchen des zu untersuchenden Materials mit feinen Schleifmitteln (Schmirgelpapier, Schmirgelschlämme, feinstes Aluminiumoxyd) behandelt. Auf der Schleiffläche sind dann häufig schon ohne weiteres die getrennten Bestandteile durch ihr verschiedenes Aussehen unter dem Mikroskope zu erkennen. Sie sind aber auch chemischen Einflüssen verschieden stark zugänglich. Setzt man also die Schliiffläche der Einwirkung schwacher Lösungsmittel (z. B. verdünnter Salpetersäure, Pikrinsäure, Jodtinktur usw.) aus, welche die nebeneinander ausgeschiedenen Körper verschieden stark angreifen, so läßt sich mit Hilfe des Mikroskops die Anwesenheit und Anordnung jener Teile (Gefügebildner) noch deutlicher wahrnehmen.

Die Nützlichkeit metallographischer Verfahren ist zweifacher Art. In erster Linie beruht sie darin, daß sie weitere wissenschaftliche Grundlagen für die Gesetze liefert, denen die metallischen Stoffe bei ihrer Erzeugung und Weiterverarbeitung unterliegen. Das zweite Gebiet der Nutzenanwendung der Metallographie ist die erweiterte Möglichkeit der Materialkontrolle in den Betrieben, in der Aufklärung von Materialfehlern, wodurch wiederum eine Unterlage zur Beseitigung der Mängel gefunden werden kann. Das Hauptanwendungsgebiet wird dort zu suchen sein, wo man in der Verfeinerung des Materials das höchste zu erreichen strebt, also namentlich bei der Verarbeitung von besonders guten Eisen- und Stahlsorten in der Härtetechnik usw. Keinen Erfolg haben dagegen bisher die Versuche gehabt, die mikroskopische und metallographische Untersuchung als unmittelbares Prüfungsverfahren für die Brauchbarkeit des im großen erzeugten Eisens heranzuziehen. Das Verfahren ist hierfür zu umständlich und die Auskunft, welche es erteilt, bis jetzt zu unbestimmt.

## II. Teil.



# Wirtschaftliche Bedeutung des Eisengewerbes.

### Allgemeines.

„Kohle und Eisen beherrschen die Welt“ ist eine häufig gehörte Behauptung, die aber volle Bestätigung dadurch erhält, daß der Wert der Ausbeute an Kohle und Roheisen gegenwärtig etwa den sechsfachen Betrag der Gewinnung der beiden Hauptedelmetalle Gold und Silber ausmacht.

Umstehende Zusammenstellung (S. 110 u. 111) zeigt die Roh-eisenerzeugung in Tausenden von Tonnen.

Wie die unterste, die Summen angegebende Reihe zeigt, betrug die Erzeugung unserer Erde an Roheisen im Jahre 1906 rund 59 Millionen Tonnen, sie ist also innerhalb der letzten vier Jahrzehnte von  $9\frac{1}{2}$  Millionen Tonnen um rund 50 Millionen Tonnen gestiegen. Um die Bedeutung einer solchen Jahreserzeugung zu veranschaulichen, sei erwähnt, daß, wenn sie in die Form einer massiven Säule von 30 m Durchmesser gebracht würde, diese eine Höhe von 10 664 m (für Deutschland allein von 2268 m) erreichte, also den Kölner Dom und den Eiffelturm, unsere höchsten Bauwerke, wie Kinderspielzeuge neben sich erscheinen ließe.

Die Entwicklung in den verschiedenen Ländern bietet hohes Interesse (vgl. auch die Schaulinie S. 112). Bis zum Jahre 1890 hatte unter den verschiedenen Ländern Großbritannien die Führerschaft; sie wurde diesem Lande zum erstenmal im Jahre 1890 durch die Ver. Staaten streitig gemacht, nur im Jahre 1894 sank die amerikanische Erzeugung nochmals unter die englische, um von da ab unbestritten bis zum heutigen Tage der Menge nach an der Spitze der Roheisen erzeugenden Länder zu stehen. Die Zahlen Großbritanniens bringen das wechselvolle Schicksal der Eisenindustrie in diesem Lande

zum Ausdruck: den Jahren des Niedergangs 1874, 1879, 1886, 1892, 1901 stehen die Jahre des Aufschwungs 1872, 1877, 1882, 1889, 1899 gegenüber. Seit 1901 ist ein entschiedener Fortschritt eingetreten, so daß das Jahr 1906 die Höchstzeugung aufweist, die aber durch 1907 noch um eine halbe Million übertroffen werden dürfte. 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 in der Zeit von 1890—1896 eine ganz unregelmäßige Entwicklung gehabt, wobei sie im Jahre 1894 wieder unter 7 Millionen fiel, hierauf aber seit 1896 einen regelmäßigen, zuletzt sehr steil ansteigenden Verlauf genommen, so daß sie im verflossenen Jahr auf mehr als 25<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Mill. Tonnen gestiegen war und im Jahre 1907 27 Millionen überschreitet. In welcher Weise, man kann wohl sagen, echt amerikanischer Weise in den Ver. Staaten die Verhältnisse wechseln und von glänzendem Aufschwung, der die Bewunderung des Fachmannes auch in technischer Hinsicht herausfordert, in trauriges Daniederliegen übergehen, ist in dem Abschnitt, welcher die Verhältnisse dieses Landes im besonderen behandelt, beleuchtet. Vor allem fällt aber die Zunahme der Aufnahmefähigkeit des Landes auf.

### Roheisenerzeugung der Erde

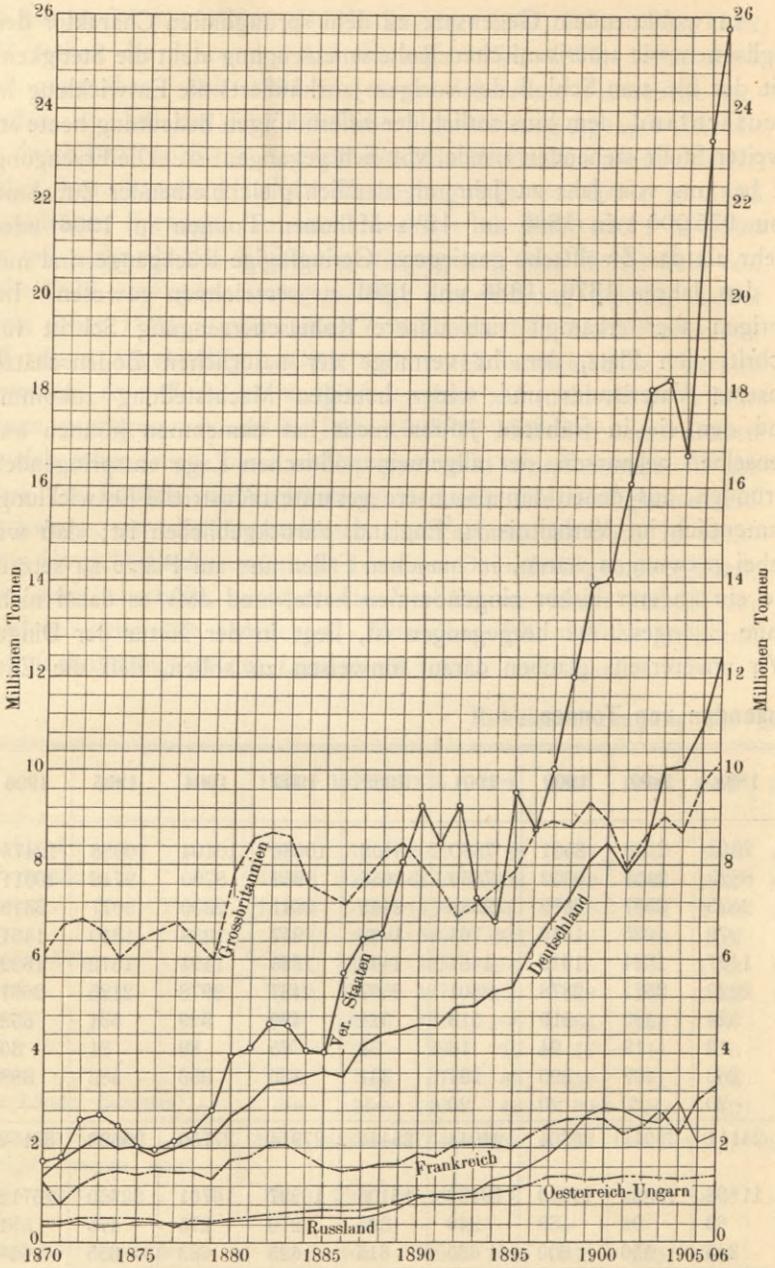
	1865	1870	1875	1880	1885	1890	1895	1896
Deutschland . . . . .	975	1391	2029	2729	3687	4658	5465	6373
Großbritannien . . . . .	4896	6060	6432	7802	7369	8033	7827	8798
Frankreich . . . . .	1290	1173	1416	1733	1630	1962	2005	2334
Belgien . . . . .	471	565	540	608	713	788	829	959
Österreich-Ungarn . . . . .	292	403	463	464	715	965	1128	1218
Rußland . . . . .	299	360	427	450	528	927	1453	1622
Schweden . . . . .	227	300	351	406	464	456	457	487
Italien . . . . .	6	14	29	17	16	14	9	7
Spanien . . . . .	50	54	37	86	159	171	206	246
Übrige Länder Europas* .	30	35	40	40	50	50	10	16
Summe von Europa . . . . .	8536	10355	11764	14335	15331	18024	19415	22067
Vereinigte Staaten von Nordamerika . . . . .	845	1691	2056	3896	4111	9353	9597	8761
Kanada . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
Übrige Länder der Erde* .	100	100	100	100	350	250	375	395
Summe der Roheisen- erzeugung auf der Erde	9481	12146	13920	18331	19792	27627	29387	31223

\* Geschätzt.

In wohltuendem Gegensatz zu dem sprunghaften Charakter der englischen wie amerikanischen Roheisenerzeugung steht die Stetigkeit, mit der bis zum Schluß des vorigen Jahrhunderts die Entwicklung in Deutschland, dem hinsichtlich der ziffermäßigen Bedeutung heute an zweiter 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 12<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Millionen Tonnen in 1906 oder mehr als das Zwölfwache gestiegen. Geringfügige Rückgänge sind nur in den Jahren 1876, 1886 und 1901 zu verzeichnen gewesen. Im übrigen aber erkämpft sich unsere Roheisenerzeugung 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 gesamte industrielle Entwicklung, namentlich im Verhältnis 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 Ent-

**in Tausenden von Tonnen.**

1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906
6881	7313	8143	8521	7880	8403	10086	10104	10988	12478
8937	8820	9454	9052	7886	8654	8952	8700	9746	10311
2484	2525	2567	2699	2389	2405	2841	2300	3077	3319
1035	979	1025	1019	764	1069	1217	1288	1310	1431
1308	1427	1324	1312	1481	1430	1386	1424	1372	1622
1882	2229	2671	2878	2801	2597	2487	2978	2125	2661
531	524	489	519	513	524	490	529	531	552
8	12	19	24	16	31	75	89	31	30
282	262	299	290	294	331	380	386	383	388
22	20	20	20	20	—	—	—	—	—
23370	24111	26011	26334	24044	25444	27914	27750	29563	32162
9807	11962	13839	14010	16132	18106	18297	16761	23360	25712
49	69	96	88	249	325	270	275	475	551
450	345	550	600	635	615	625	633	655	650
33676	36687	40496	41032	41060	44490	47106	45419	54053	59075



Roheisenerzeugung der hauptsächlichsten Länder.

wicklung, die zum Beginn des neuen Jahrhunderts eine unliebsame Störung erlitten hatte, bei uns noch nicht als abgeschlossen anzusehen ist, wie wir denn auch z. B. hinter England hinsichtlich der Roheisenerzeugung verhältnismäßig noch nicht unerheblich zurückgeblieben sind, wenn wir die Bevölkerungsziffern beider Länder in Betracht ziehen. Es ergibt sich dabei, daß im Jahre 1906, auf den Kopf der Bevölkerung umgerechnet, in Großbritannien 235,6 kg, in Deutschland dagegen nur 203,4 kg Roheisen erzeugt wurden.

In den Ländern, die bei der Roheisenerzeugung der Erde außer den drei genannten noch in Betracht kommen, sind die Mengen wesentlich geringer. In Frankreich ist sie in dem 40jährigen Zeitraum von rund 1,3 Millionen auf rund  $3\frac{1}{3}$  Millionen Tonnen gestiegen. Rußland, dessen Roheisenerzeugung im Jahre 1890 noch unter 1 Million Tonnen betrug, ist jetzt mit einer Jahreserzeugung von etwa  $2\frac{2}{3}$  Millionen an die vierte Stelle in Europa aufgerückt, Österreich-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 und Schweden haben sich bereits seit einer Reihe von Jahren auf gleicher Höhe gehalten.

Über die Kohlen- und Eisenerzförderung sowie Kokserzeugung der einzelnen Länder geben die beiden nachstehenden Tabellen Aufschluß:

#### Die Kohlenförderung der Erde in Tausenden von Tonnen.

	1895	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906
Deutschland* . . .	103 958	149 551	153 019	150 600	162 457	169 448	173 664	193 533
Vereinigte Staaten .	179 593	243 414	266 079	273 601	317 272	318 276	351 121	375 397
Großbritannien . .	192 687	228 773	222 615	230 729	233 420	236 147	239 889	251 051
Österreich-Ungarn*	27 250	39 028	40 747	39 480	40 161	40 335	40 725	40 850
Frankreich . . . .	27 801	33 404	32 325	29 997	34 906	34 502	36 048	34 314
Belgien . . . . .	20 458	23 463	22 213	22 877	23 913	23 380	21 844	23 611
Rußland . . . . .	9 098	16 151	16 527	16 466	17 500	19 318	17 120	16 990
Japan . . . . .	4 844	7 429	8 946	9 702	10 089	11 600	11 895	12 500
Australien . . . .	4 772	7 975	8 250	8 355	8 671	8 448	8 255	10 218
Kanada . . . . .	3 187	5 088	5 649	6 526	6 492	6 815	7 960	9 914
Indien . . . . .	2 650	6 217	6 742	7 543	7 557	7 682	7 921	8 875
Afrika . . . . .	1 402	496	† 1 388	† 2 213	† 2 958	† 3 015	† 3 219	† 3 900
Spanien . . . . .	1 774	2 583	* 2 652	* 2 808	* 2 801	* 3 124	* 3 200	* 3 285
Italien . . . . .	250	480	426	414	347	359	308	300
Schweden . . . . .	205	252	272	305	320	321	332	265
Alle übrigen Länder†	1 750	2 500	2 500	3 500	4 000	4 250	4 550	5 500
Gesamtsumme	581 679	766 804	790 350	805 116	872 864	887 020	928 051	990 503

\* Einschließlich Braunkohle. † Geschätzt.

Förderung von Eisenerzen in 1000 Tonnen.

	1870	1875	1880	1885	1890	1895	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906
<b>Europa:</b>													
Deutschland . . . . .	3 839	4 730	7 239	9 158	11 406	12 350	18 964	16 570	17 964	21 231	22 047	23 444	26 735
Großbritannien . . . . .	14 601	16 074	18 314	15 665	14 001	12 817	14 282	12 476	13 641	13 936	13 995	14 824	15 275
Österreich-Ungarn . . . . .	1 135	1 103	1 143	1 583	2 154	2 340	3 528	3 521	3 304	3 155	3 243	3 493	3 662
Frankreich . . . . .	2 900	2 506	2 874	2 318	3 472	3 680	5 448	4 261	5 004	6 220	7 023	7 395	8 481
Belgien . . . . .	654	386	253	187	173	313	248	219	166	184	207	177	233
Rußland . . . . .	799	1 064	1 024	1 094	1 796	2 987	6 112	4 724	3 987	4 219	5 280	4 050	?
Schweden . . . . .	630	822	775	873	941	1 905	2 610	2 794	2 896	3 678	4 084	4 366	4 502
Italien . . . . .	74	234	289	201	221	183	247	232	241	375	409	367	384
Spanien . . . . .	437	497	3 565	3 933	6 065	5 514	8 676	7 907	7 905	8 304	7 965	9 395	9 448
Portugal . . . . .	—	—	—	—	—	—	20	22	20	15	11	?	?
Norwegen . . . . .	21	29	7	—	1	1	18	42	54	53	45	?	?
Griechenland . . . . .	—	—	—	83	210	343	532	474	534	685	653	555	776
<b>Amerika:</b>													
Vereinigte Staaten . . . . .	3 080	4 080	7 234	7 782	16 293	16 213	26 332	28 334	35 190	32 991	29 994	45 292	50 025
Kanada . . . . .	—	—	—	42	69	93	111	284	366	240	317	263	?
Kuba . . . . .	—	—	—	82	368	392	447	553	670	624	387	561	?
Afrika (Algier) . . . . .	85	557	614	419	475	318	602	502	525	589	469	569	?

### Kokserzeugung der Welt im Jahre 1906 bezw. 1905 in Tonnen.

Vereinigte Staaten	33 015 904	Spanien	435 808
Deutschland	20 260 572	Italien	627 984*
Großbritannien	19 605 270	Kanada	622 154*
Rußland	2 374 335*	Australien	165 576*
Belgien	2 712 760	Ungarn	69 303*
Frankreich	1 907 913*	Mexiko	60 000*
Österreich	1 677 646	Andere Länder	2 200 000*
Gesamterzeugung an Koks		76 366 257.	

Auf jeden Bewohner entfielen im Jahre 1906 an Kilogramm Roheisen:

	Erzeugung	einheimischer Verbrauch
Ver. Staaten von Amerika	280,1	270,2
Großbritannien	235,6	138,7
Deutschland	203,4	135
Belgien	199,9	135,7
Frankreich	63,2	51,9

Im Jahre 1888 wurde die gesamte Erzeugung der Erde an Schweiß Eisen auf  $8\frac{1}{4}$  Millionen Tonnen, die an Flußeisen 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 Flußeisenerzeugung ist mittlerweile auf fast 50 Millionen Tonnen (vergl. die Tabelle auf S. 116) gestiegen, die Schweißeisenerzeugung 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 Schweißeisenerzeugung der Erde.

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. Am Schlusse des Jahres 1906 hatte das Eisenbahnnetz der Erde eine Ausdehnung von 905 695 km erreicht, eine Länge, welche dem  $22\frac{1}{2}$  fachen des 40 070 km betragenden Umfangs der Erde gleichkommt und fast das  $2\frac{1}{2}$  fache der mittleren Entfernung des Mondes von der Erde — 384 420 km — beträgt. Die gesamten Anlagekosten stellen sich auf durchschnittlich rund 200 000 Mark für jedes Kilometer.

\* Kokserzeugung im Jahre 1905.

## Die Erzeugung der Erde an Flußeisen in Tonnen.

	Deutschland einschl. Luxemburg*	Vereinigte Staaten	Groß- britannien	Frankreich	Rußland	Österreich- Ungarn	Belgien	Kanada	Italien	Schweden	Spanien	Alle übrigen Länder
1865	99 543	13 848	225 000	40 574	3 871	3 879	650	—	—	5 000	—	28 135
1870	169 951	68 057	286 797	94 886	8 647	28 991	4 321	—	—	12 193	—	8 881
1875	347 336	396 165	723 605	256 893	14 252	97 705	54 420	—	—	19 367	149	17 998
1880	624 418	1 267 700	1 320 561	388 884	295 568	134 218	132 062	—	—	28 597	—	42 091
1885	893 742	1 739 883	2 020 450	553 889	192 895	278 783	155 012	—	6 370	80 550	361	119 201
1886	954 586	2 604 355	2 403 214	427 589	241 791	259 967	164 045	—	93 760	77 118	20 261	242 670
1887	1 163 884	3 393 640	3 196 778	493 294	225 497	299 192	229 321	—	72 262	110 100	?	123 847
1888	1 298 574	2 933 260	3 774 670	517 294	222 289	392 813	243 647	—	117 785	114 587	?	100 576
1889	1 425 439	3 441 037	3 605 346	529 302	258 745	416 512	261 397	—	157 899	135 227	?	242 670
1890	1 613 783	4 346 932	3 637 381	581 998	378 424	499 600	221 296	—	107 676	169 287	49 125	±250 000
1891	1 841 063	3 968 010	3 207 994	638 530	433 478	486 038	243 729	—	75 925	172 774	69 972	±250 000
1892	1 976 735	5 001 494	2 966 522	682 000	371 199	511 143	260 037	—	56 543	158 958	56 490	±250 000
1893	2 231 873	4 084 305	2 983 000	664 032	389 238	569 676	273 113	—	71 380	165 761	71 200	±250 000
1894	2 608 313	4 482 592	3 260 453	663 284	492 874	660 426	405 661	—	54 614	167 835	70 000	±250 000
1895	2 830 468	6 212 671	3 312 115	899 676	574 112	744 547	454 619	—	50 314	231 900	65 000	±275 000
1896	3 462 736	5 366 518	4 306 211	1 159 970	632 000	880 662	598 755	—	59 500	250 600	104 577	290 000
1897	3 863 469	7 289 300	4 559 736	1 281 505	831 000	936 553	616 604	—	63 940	268 300	121 100	310 000
1898	4 352 831	9 075 783	4 639 042	1 441 633	1 093 000	653 130	731 249	—	87 467	263 987	112 605	355 000
1899	4 791 022	10 832 765	4 933 010	1 529 182	1 494 000	1 062 910	653 130	—	108 501	273 454	122 495	355 000
1900	6 645 869	10 382 069	5 130 800	1 565 164	2 217 752	1 145 654	654 827	23 954	115 887	300 536	144 355	400 000
1901	6 394 222	13 689 173	5 096 301	1 425 351	2 230 000	1 142 500	526 670	26 501	121 300	269 897	122 964	405 000
1902	7 780 682	15 186 406	5 102 420	1 635 300	2 183 400	1 143 900	776 875	184 930	119 500	283 500	163 564	412 000
1903	8 801 515	14 756 691	5 114 647	1 854 620	2 410 938	1 146 000	981 740	181 514	116 000	317 107	199 642	418 000
1904	8 930 291	13 746 051	5 107 309	2 080 354	2 811 948	1 195 000	1 069 880	151 165	113 800	333 522	193 759	415 000
1905	10 066 553	20 354 291	5 983 691	2 110 000	1 650 000	1 188 000	1 023 500	403 449	117 300	340 000	237 864	426 000
1906	11 135 085	23 738 587	6 565 670	2 371 377	1 763 000	1 195 000	1 185 660	515 200	409 000	351 900	251 600	420 000

\* Für Deutschland und Luxemburg bis 1899 Erzeugung von Flußeisenfertigfabrikaten, von da ab und für die übrigen Länder Erzeugung von Rohstahl.  
† Geschätzt.

Die Entwicklung des Eisenbahnnetzes in den einzelnen Ländern zeigt die nachstehende, für Ende 1905 geltende Tabelle:

	Länge der Eisenbahnen km	km Bahnlänge auf 100 qkm	auf je 10000 Einwohner
Ver. Staaten von Amerika	351 503	3,8	44,7
Deutschland . . . . .	56 477	10,4	10,0
Rußland . . . . .	54 974	0,9	4,8
Frankreich . . . . .	46 466	8,7	11,9
Österreich-Ungarn . . . . .	39 918	5,9	8,5
Großbritannien . . . . .	36 447	11,6	8,8
Britisch-Nordamerika . . . . .	33 147	0,4	62,1
Italien . . . . .	16 284	5,7	4,9
Spanien . . . . .	14 430	2,9	7,8
Schweden . . . . .	12 684	2,8	24,6
Belgien . . . . .	7 258	24,6	10,5
Asien . . . . .	81 421	—	—
Australien . . . . .	28 069	0,4	56,8
Afrika . . . . .	26 616	—	—

Das ausgedehnteste Netz im Verhältnis zur Einwohnerzahl besitzen Kanada, Australien und die Ver. Staaten, das dichteste Netz auf die Flächeneinheit Belgien und England, dann folgt Deutschland. Das Anlagekapital aller Eisenbahnen der Erde wird auf 182 Milliarden Mark veranschlagt, von denen 92 Milliarden auf Europa und 90 Milliarden auf die übrigen Erdteile entfallen.

## Das Eisengewerbe in den einzelnen Hauptländern.

### a) Deutschland einschl. Luxemburg.

Deutschland steht bezüglich Kohlen an dritter, für Eisen an zweiter Stelle auf der Erde, für beide Produkte an erster auf dem europäischen Festland. Die Gesamtgewinnung an Kohlen betrug 1906:

	Tonnen	Wert in Mark	Belegschaft
Steinkohlen . . . . .	137 117 926	1 224 581 000	511 108
Braunkohlen . . . . .	56 419 567	131 494 000	58 637
Insgesamt	193 537 493	1 356 075 000	569 745

ferner wurden produziert 20 260 572 t Koks und 14 500 851 t Briketts.

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 Kohlegewinnung des Jahres 1906 beteiligt mit:

	Tonnen	Wert in Mark
Steinkohlen . . .	128 295 948	1 127 820 402
Braunkohlen . . .	47 912 721	107 157 550
Insgesamt	176 208 669	1 234 977 952

Auf die einzelnen Steinkohlenbezirke entfallen:

	1000 Tonnen	von der Gesamtförderung Preußens %
Ruhr . . . . .	78 281	59,73
Oberschlesien . . .	29 660	23,12
Saar . . . . .	11 284	8,80
Niederschlesien . .	5 403	4,21
Aachen-Düren . . .	2 251	1,75

Auf die einzelnen Oberbergamtsbezirke entfallen:

	Tonnen	Wert in Mark	Belegschaft Köpfe
Dortmund . . . . .	76 811 054	672 564 592	278 719
Breslau . . . . .	35 062 712	271 778 245	118 004
Bonn . . . . .	15 663 044	175 589 167	67 637
Clausthal . . . . .	748 578	7 811 627	3 953
Halle . . . . .	10 560	76 771	34

Der Oberbergamtsbezirk Dortmund, welcher Niederrhein-Westfalen umfasst, fördert etwa  $\frac{1}{13}$  der ganzen Kohlenmenge aller Länder, etwa 60 % der Steinkohlen Deutschlands, mehr als das Doppelte von Nieder- und Oberschlesien und Sachsen zusammen und fast das Sechsfache des Saarbezirkes. Die Kohlen des Ruhrbeckens eignen sich vorzüglich für den Eisenhüttenbetrieb. Nicht nur treffliche Koks-kohlen sind vorhanden, sondern auch beste Flamm- und Gaskohlen für Puddel-, Schweiß- und Siemens-Martinöfen. Der Ruhrkoks genießt einen guten Ruf und geht weit über die Grenzen von Rheinland-Westfalen hinaus, nach Luxemburg-Lothringen, nach Frankreich, nach dem Siegerland und Nassau, nach Hannover, Bayern usw.,

er wird stellenweise sogar seewärts ausgeführt. Im Jahre 1906 wurden 3 418 000 t Koks in das Ausland geschickt; fast die Hälfte unserer Ausfuhr nahm Frankreich auf (1 600 000 t), dem erst in größerem Abstand Österreich-Ungarn mit 607 000 t folgt. Auf Belgien entfielen 239 000 t, auf Rußland 220 000 t und auf die Schweiz 180 000 t unserer KoksAusfuhr.

Die Kokerzeugung gestaltete sich 1906:	Tonnen
Oberbergamtsbezirk Dortmund . . . . .	15 555 786
» Breslau . . . . .	2 172 826
» Bonn . . . . .	2 163 325
» Clausthal . . . . .	165 743
» Halle . . . . .	135 945
Königreich Sachsen . . . . .	66 947
	<u>20 260 572</u>

Die Eisensteinförderung Deutschlands einschließlich Luxemburg betrug 1906:	Tonnen	im Wert von Mark
	26 734 560	102 576 000

1906 wurden an Eisenerzen eingeführt 8 118 842 t, ausgeführt 3 880 237 t. Letztere bestehen hauptsächlich aus luxemburg-lothringischen Minetteerzen, welche in Frankreich und Belgien verschmolzen werden, erstere neben etwa 350 000 t Manganerzen größtenteils aus spanischen, schwedischen und anderen ausländischen Erzen, die für den rheinisch-westfälischen und oberschlesischen Bezirk und die Hochöfen an der Meeresküste bestimmt sind. Gefördert wurden im Jahre 1906 an Eisenerzen nach den Bezirken getrennt:

	Tonnen	Wert in Mark
im Oberbergamtsbezirk Breslau . . . . .	285 820	1 929 389
» » Halle . . . . .	120 863	418 471
» » Clausthal . . . . .	774 309	3 623 185
» » Dortmund . . . . .	442 189	1 730 790
» » Bonn . . . . .	3 076 497	34 346 825
in Elsaß-Lothringen . . . . .	13 903 177	39 684 000
» Bayern . . . . .	203 596	1 735 000
» Hessen . . . . .	297 360	2 552 000
» Braunschweig . . . . .	197 924	493 000
» Sachsen-Meiningen . . . . .	152 777	579 000
» Waldeck . . . . .	25 330	138 000
» übrigen deutschen Staaten . . . . .	11 095	78 000
» Luxemburg . . . . .	7 229 383	15 083 000

Roheisen erzeugte Deutschland einschließlich Luxemburg 1906 nach der Reichsstatistik:

	Tonnen	Wert in 1000 Mark
Gießereirohisen . . . . .	2 003 984	124 577
Bessemerrohisen . . . . .	490 080	31 706
Thomasrohisen . . . . .	8 039 808	437 942
Stahleisen und Spiegeleisen . .	755 678	61 292
Puddelrohisen . . . . .	929 122	52 837
Gußwaren I. Schmelzung . . .	60 027	6 269
Bruch- und Wascheisen . . . .	14 120	565
Insgesamt	12 292 819	715 188

davon 8618 t Holzkohlenrohisen.

Hergestellt wurden:	Tonnen	Wert in 1000 Mark
Gußwaren . . . . .	2 487 430	452 396
Schweißeisen-Fertigfabrikate . .	693 255	104 844
Flußeisen-Fertigfabrikate . . .	8 223 603	1 145 375

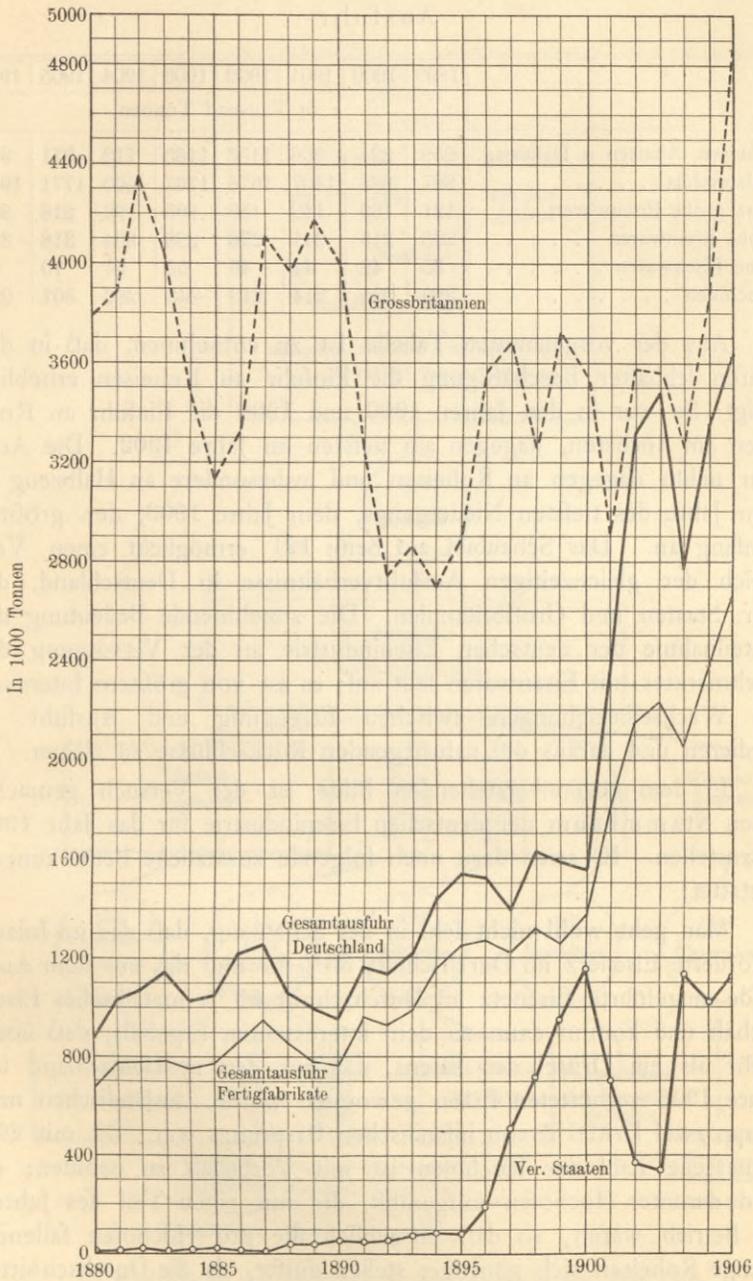
Auf die einzelnen Gruppen des Vereins deutscher Eisen- und Stahlindustrieller verteilte sich nach der von Prof. Leidig geführten Statistik die Roheisenerzeugung:

	1901 %	1902 %	1903 %	1904 %	1905 %	1906 %
Rheinland-Westfalen, ohne Saarbezirk und ohne Siegerland . . . . .	38,7	39	39,8	39,8	39,8	41,2
Siegerland, Lahnbezirk und Hessen-Nassau . . . . .	8,1	6,5	7,1	5,8	6,5	6,9
Schlesien . . . . .	9,8	8,1	7,5	8,2	7,9	7,2
Pommern . . . . .						
Königreich Sachsen . . . . .	0,3	—	—	—	—	—
Hannover und Braunschweig . . . . .	4,4	4,1	3,5	3,4	3,4	3,6
Bayern, Württemberg und Thüringen . .	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5
Saarbezirk . . . . .	37,2	39,2	7,3	7,5	7,4	7,2
Lothringen und Luxemburg . . . . .						

Über die Einfuhr und Ausfuhr der deutschen Eisenindustrie während der letzten 8 Jahre gibt die nachfolgende Tabelle Aufschluß:

#### Einfuhr

	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906
	in Tausend Tonnen							
Roheisen, Alteisen u. Halbzeug	677	830	296	177	220	240	205	624
Walzprodukte . . . . .	81	76	43	52	54	57	69	327
Ganz grobe Eisenwaren . . . . .	56	48	37	22	22	25	27	43
Grobe Eisenwaren . . . . .	21	25	17	13	15	15	16	67
Feine Eisenwaren . . . . .	4,7	5	4,7	4,4	4,8	5,5	5,8	15
Maschinen . . . . .	94	99	68	50	59	75	76	79



Gesamtausfuhr an Eisen und Eisenwaren.

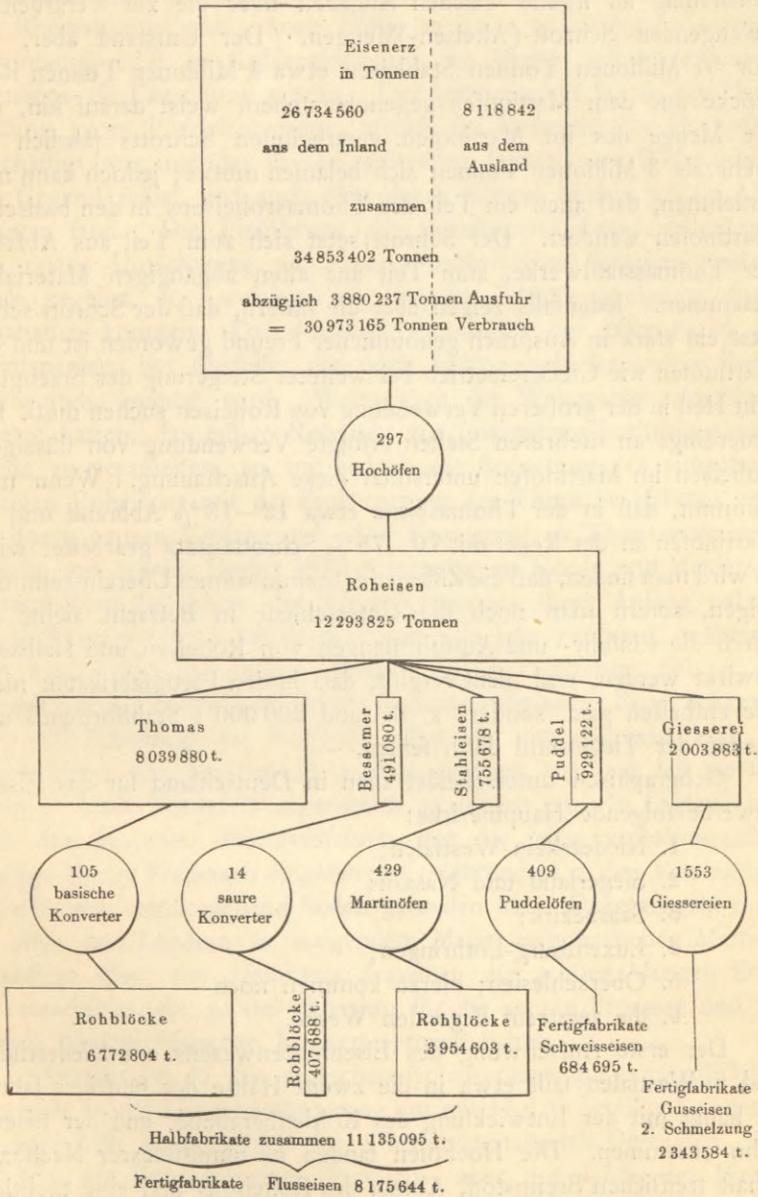
## Ausfuhr

	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906
	in Tausend Tonnen							
Roheisen, Alteisen u. Halbzeug	259	224	506	1153	1165	712	971	978
Walzprodukte . . . . .	867	928	1407	1676	1767	1500	1771	1983
Ganz grobe Eisenwaren . . .	121	139	148	158	195	192	218	303
Grobe Eisenwaren . . . . .	228	215	241	276	298	304	318	308
Feine Eisenwaren . . . . .	35	42	44	46	53	61	70	86
Maschinen . . . . .	220	235	214	219	248	266	301	296

Aus der vorgenannten Tabelle ist zu entnehmen, daß in den Jahren lebhafter Beschäftigung die Einfuhr an Roheisen erheblich steigt: So war in den Jahren 1900 und 1906 die Einfuhr an Roheisen am höchsten, dagegen am tiefsten im Jahre 1902. Die Ausfuhr nahm dagegen an Roheisen und insbesondere an Halbzeug in dem Jahre des tiefsten Niedergangs, dem Jahre 1903, den größten Umfang an. Das Schaubild auf Seite 121 ermöglicht einen Vergleich der gleichzeitigen Ausfuhrverhältnisse in Deutschland, der Ver. Staaten und Großbritannien. Die zunehmende Bedeutung der Anteilnahme der deutschen Eisenindustrie an der Versorgung des Weltmarktes mit Eisenwaren fällt auf; es ist von größtem Interesse, die Wechselbeziehungen zwischen Erzeugung und Ausfuhr zu studieren und daraus die naheliegenden Rückschlüsse zu ziehen.

In dem gegenüberstehenden Bilde ist der Versuch gemacht, einen Stammbaum der deutschen Eisenindustrie für das Jahr 1906 aufzustellen. Es seien dazu noch folgende zusätzliche Bemerkungen gestattet:

Man geht wohl nicht fehl in der Schätzung, daß das im Inland geförderte Eisenerz im Durchschnitt  $33\frac{1}{3}$  % und das aus dem Auslande eingeführte Eisenerz im Durchschnitt 55 % metallisches Eisen enthält und kommt dann zu dem interessanten Ergebnis, daß noch mehr als ein Drittel des Eisens, das aus den in Deutschland im Jahre 1906 verhütteten Erzen gewonnen wurde, ausländischen und knapp zwei Drittel davon inländischen Ursprungs war. Die mit 297 bemessene Zahl der Hochöfen ist mit Vorbehalt zu nehmen; es sind darunter Hochöfen mitgezählt, die nur einen Teil des Jahres im Betrieb waren, so daß tatsächlich die pro Hochofen fallende Menge Roheisen sich günstiger stellen dürfte, als die Durchschnittsberechnung auf den Ofen ergibt, so daß diese unterlassen worden ist.



Stammbaum der deutschen Eisenindustrie für das Jahr 1906.

Bei der Umwandlung des Roheisens in Flußeisen fehlt es leider vollständig an irgend welchen Angaben über die zur Verarbeitung gelangenden Schrott-(Alteisen-)Mengen. Der Umstand aber, daß nur  $\frac{3}{4}$  Millionen Tonnen Stahleisen etwa 4 Millionen Tonnen Rohblöcke aus dem Martinofen gegenüberstehen, weist darauf hin, daß die Menge des im Martinofen verarbeiteten Schrotts jährlich auf mehr als 3 Millionen Tonnen sich belaufen müßte; jedoch kann man annehmen, daß auch ein Teil des Thomasroheisens in den basischen Martinofen wandert. Der Schrott setzt sich zum Teil aus Abfällen der Thomasstahlwerke, zum Teil aus alten abgängigen Materialien zusammen. Jedenfalls zeigen aber die Ziffern, daß der Schrott schon jetzt ein stark in Anspruch genommener Freund geworden ist und der Martinofen wie Gießereibetrieb bei weiterer Steigerung der Erzeugung sein Heil in der größeren Verwendung von Roheisen suchen muß. Die neuerdings an mehreren Stellen erfolgte Verwendung von flüssigem Roheisen im Martinofen unterstützt diese Anschauung. Wenn man annimmt, daß in der Thomasbirne etwa 12—13% Abbrand und im Martinofen in der Regel mit 70—75% Schrottzusatz gearbeitet wird, so wird man finden, daß die Ziffern des Stammbaumes Übereinstimmung zeigen, sofern man noch die Unterschiede in Betracht zieht, die durch die Einfuhr- und Ausfuhrmengen von Roheisen und Halbzeug bewirkt werden, und nicht vergißt, daß in den Fertigfabrikaten nicht alle enthalten sind, sondern z. B. rund 200 000 t Stahlformguß und ebenso der Tiegelstahl darin fehlen. —

Geographisch unterscheidet man in Deutschland für das Eisen-gewerbe folgende Hauptbezirke:

1. Niederrhein-Westfalen;
2. Siegerland und Nassau;
3. Saarbezirk;
4. Luxemburg-Lothringen;
5. Oberschlesien; hierzu kommen noch
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 Eisenbahn zusammen. Die Hochöfen fanden in unmittelbarer Nachbarschaft trefflichen Brennstoff, Absatz des Roheisens und eine tüchtige Arbeiterbevölkerung. Den Bezug von Spat-, Braun- und Roteisensteinen aus dem Siegerland, von der Lahn und Dill, der Rasenerze

aus Holland und Belgien, erleichterte ein sich stetig ausdehnendes, weitverzweigtes Eisenbahnnetz, wozu noch die teilweise 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 Bilbaobeizirk in Nordspanien, bot Aushilfe, die noch heute, auch für andere Roh-eisensorten, 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. Die Erzeugung an Thomasroheisen, welche mit der im Herbst 1879 gleichzeitig in Hörde und Meiderich stattgehabten Aufnahme des Thomasprozesses ihren Anfang nahm, ist seither auf über 8 Millionen Tonnen im Jahr gestiegen, während nur noch etwa  $\frac{1}{2}$  Million Tonnen Bessemerroheisen fiel, d. h. 16 mal soviel Thomasroheisen als Bessemerroheisen. Es ist bekannt, daß die Erfindung der Engländer Thomas und Gilchrist erst in Deutschland den praktischen Ausbau erfahren hat und daß sie für letzteres Land besonders segensreich geworden ist. In England hat sich das basische Birnenverfahren nur für eine verhältnismäßig geringe Menge Flußeisen eingebürgert, während es in den Vereinigten Staaten nur vorübergehend Boden gefunden hat. Dagegen geht man in allen drei Ländern in steigendem Maße zum basischen Martinverfahren über, um vermittels desselben die großen Mengen Erze zu verarbeiten, die zu viel Phosphor für die sauren Prozesse und zu wenig für den basischen Konverterprozeß haben.

Preußen ist an der deutschen Roheisenerzeugung mit 65,3 %, dagegen an der Eisensteinförderung nur mit 17,6 % beteiligt.\* Dieser Mangel trifft hauptsächlich den Oberbergamtsbezirk Dortmund, der 32,9 % der Roheisenmenge Preußens, aber nur 1,7 % des Eisen-

---

\* Die Prozentsätze des Jahres 1889 waren noch 75 bzw. 31,6 %.

steins liefert. In erster Reihe fehlt es hier an geeigneten Erzen für Thomasroheisen, namentlich nachdem die vorhandenen Schlackenhaldden aufgebraucht sind, so daß man zu ausgiebigem Bezug von ausländischen Schlacken und Erzen hat übergehen müssen. Die einzige Aushilfe mit Eisenstein deutschen Ursprungs bieten die luxemburgisch-lothringischen Minetteerze, die in riesigen Mengen an der Obermosel abgelagert sind, deren Massenverbrauch bisher jedoch die hohen Eisenbahnfrachten verhinderten und jetzt erst nach deren Ermäßigung in der Zunahme begriffen ist.

Das Eisengewerbe im Flußgebiet der Sieg und Lahn ist uralt, 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 teilweise bis in die erste Hälfte des vorigen Jahrhunderts bestand. Die ersten genauen Nachrichten stammen 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 Untertanen 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. Zu Anfang des vorigen Jahrhunderts waren die Hochöfen 18 bis 20 Fuß hoch, bildeten auf der Sohle ein längliches Viereck von  $2\frac{1}{2} \times 2\frac{3}{4}$  Fuß Seitenlänge und endeten auf der Gicht in einem Viereck von 30 Zoll Quadrat. Das Gebläse bestand aus zwei 14 Fuß langen,  $2\frac{1}{2}$  bzw.  $1\frac{1}{2}$  Fuß 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. Eisenstein 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 hochstrahligem Puddeleisen eignen. Die Erze werden teils an Ort und Stelle verschmolzen, teils den rheinisch-westfälischen und anderen Hochöfen geliefert. In der Hochbewegung des Jahres 1899 sind mehrere der dortigen Hochöfen in den Besitz von westfälischen Werken übergegangen, weil diese sich bei der

Knappheit an Roheisen ihren Bezug sichern wollten. Demgegenüber hat im Siegerland die Verarbeitung des Roheisens im Martinofen nicht unerheblich zugenommen, auch plante man daselbst, den Kohlenbedarf durch Erwerb eigener Kohlenzechen oder abgebohrter Felder zu decken. —

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

Das Vorkommen toniger Sphärosiderite und roter Toneisensteine innerhalb des Saarbrücker Steinkohlengebirges gab die erste Veranlassung zur Entwicklung des Eisenhüttenbetriebes an der Saar, welcher jetzt seinen Erzbedarf zum allergrößten Teil 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, Öfen, Geschütze und Kugeln gegossen, es hatte sich also dort in jener Zeit bereits der Übergang 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, dartun. Gleichzeitig mit dem Aufschwung, der in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die Eisenindustrie an der Ruhr nahm, entwickelte sich auch die Eisenfabrikation an der Saar, zögernd, aber mit durchschlagendem Erfolg ging sie dann auch zur Einführung des Thomasverfahrens über. Für die Formeisenfabrikation ist der Bezirk vom Beginn an von solcher Bedeutung geworden, daß bei ihr die Berechnung auf „Frachtbasis Burbach“ gang und gäbe in 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 1906 nicht weniger als 52 % der Gesamtförderung, und auf den dortigen Vorräten beruht die Zukunft der deutschen Eisenindustrie. Nach der Schätzung von Kohlmann ist der Erzvorrat von Deutsch-Lothringen auf annähernd 1800 Millionen Tonnen zu veranschlagen, so daß er unter Zugrundelegung der heutigen Förderung auf etwa 130 Jahre ausreicht, während Luxemburg über 300 Millionen Tonnen verfügt. Nicht nur für die lothringischen, sondern auch für westfälische Hochöfen ist die verhältnismäßig spät erfolgte Aufschließung von neuen Erzgruben im Gebiete von Nancy und Brie von Bedeutung geworden; der Austausch an Erzen über die Grenze ist gegenwärtig ziemlich lebhaft, um geeignete Mischungen herbeizuführen.

Anfangs der 60 er 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 einige 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 Gegenteil die Verwendbarkeit.

Die Saarwerke brauchen nur 90 km beim Bezug der Erze zu überwinden und haben anderseits den Vorteil, die Kohle zum Teil bei der Hand zu haben, sie arbeiten daher unter ziemlich gleichen Verhältnissen wie die luxemburgisch-lothringischen. Die Roheisenerzeugung des Saarbezirks, Lothringens und Luxemburgs hat im Jahre 1902 zum erstenmal diejenige des rheinisch-westfälischen Bezirks erreicht und hält sich seit jener Zeit in beiden Bezirken auf ungefähr gleicher Höhe, eine Erscheinung, die den unwiderstehlichen Zug nach dem Westen, dem die deutsche Eisenindustrie seit zwei Jahrzehnten unterliegt, deutlich 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 Wärmeausnutzung der Brennstoffe im Hochofen, in großartiger Weise zur Herstellung von Flußeisen und Fabrikaten daraus übergegangen. Zur Jahrhundertwende sind in Lothringen und dem benachbarten Luxemburg, in welchem ähnliche Verhältnisse wie in ersterem ob-

walten, mehrere neue Stahlwerke in Betrieb gekommen, die mit den modernsten maschinellen Einrichtungen zur Massenfabrikation 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 teilweise fein und mulmig.

Nach der Statistik des Oberschlesischen Berg- und Hüttenmännischen Vereins wurden in Oberschlesien 1906 an Eisenstein verbraucht 1 093 375 t, darunter nur 304 093 t einheimische, 93 555 t aus dem übrigen Deutschland und 695 709 t ausländische; an Bruch-eisen und Alteisen 9 892 t, an Schlacken und Sinter 448 117 t vergichtet, und daraus 901 306 t Roheisen hergestellt. Die Weiterverarbeitung des Eisens in Oberschlesien ist ungemein vielseitig.

Vor einigen Jahren ist von Oberschlesien aus eine Hochofenanlage bei Stettin errichtet worden, in welcher aus ausländischen, in erster Linie schwedischen Erzen Gießerei-, Hämatit- und manganhaltiges Roheisen erblasen wird, das sich im In- und Ausland schnell guten Ruf erworben hat. Dieser Anlage sind neue Unternehmen in Lübeck und in Emden gefolgt, ein weiteres ist bei Bremen geplant, so daß wir von einer neuen Gruppe der Seeküsten-Hochöfen mit Recht sprechen können.

Ilsede und Georgsmarienhütte im ehemaligen Königreich Hannover, die Maximilianshütte bei Rosenberg in Bayern und bei Zwickau in Sachsen sind vereinzelt liegende bedeutende Werke, deren Gründung und Betrieb auf Erzvorkommen in der Nachbarschaft beruhte. Letztgenanntes Werk hat noch in jüngerer Zeit neue wichtige Erzfunde in Bayern gemacht. Die Zeitverhältnisse haben manches an den ursprünglichen Zuständen geändert. Diese Hütten arbeiten größtenteils mit westfälischen, das neuerbaute Werk der Maximilianshütte bei Zwickau dagegen mit dortigen Kohlen bzw. Koks. Die großen Ablagerungen von Eisenerzen, welche sich zum Thomasroheisen trefflich eignen, in der Nähe von Ilsede, sichern

diesem Werk eine technisch-wirtschaftliche Ausnahmestellung, die dank einer weisen Verwaltung aber die Harmonie mit der übrigen deutschen Eisenindustrie nicht stört.

#### 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. Die bereits seit einiger Zeit in England lautgewordenen Klagen über den steigenden ausländischen Wettbewerb nehmen indessen an Dringlichkeit täglich zu, insbesondere ist es das belgische, das deutsche und last not least das amerikanische Eisengewerbe, über welches man sich am meisten beschwert. Daß 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 Verhältnis so, daß dieses Land vor dem durch jahrhundertelange Kämpfe erschöpften Deutschland in der industriellen Tätigkeit einen mächtigen Vorsprung gewonnen hatte, der jetzt, nachdem die kraftvolle Faust eines Bismarck die deutsche Einheit zusammengeschweißt hat, keine Berechtigung mehr besitzt und den daher einzuholen unser Vaterland naturgemäß bemüht ist.

Daß England für Deutschland die Lehrmeisterin auf gewerblichem Gebiet gewesen ist, wird hierbei willig anerkannt. Um so erfreulicher ist für uns der Ausspruch des Präsidenten des »Iron and Steel Institute« vor dessen Versammlung in Düsseldorf im Jahre 1902, daß die Engländer nach Deutschland gekommen seien, um hier zu lernen.

Wenden wir uns nach diesen einleitenden Worten zu der Geschichte des Kohlenbergbaus in England, so finden wir, daß dort der Gebrauch von Steinkohlen älter als anderswo ist. Zutagetretende Flöze ließen die Verwendbarkeit und den Wert 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, daß 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.

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 Teil 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. Bald ging man jedoch zu geschlossenen Öfen 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, das bis kurz vor Schluß des vorigen Jahrhunderts noch an der Spitze aller kohlegewinnenden Länder stand, hat inzwischen den Vorrang an die Vereinigten Staaten abtreten müssen, während ihm für Roheisen und Stahl von diesen und Deutschland der Rang streitig gemacht worden ist. Seine Kohlenförderung ist zurzeit knapp ein Viertel derjenigen der ganzen Erde. Die gesamte britische Kohlenförderung betrug 1906 rund 255 Millionen Tonnen, davon annähernd 178 Millionen Tonnen in England und Irland, sowie je  $38\frac{1}{2}$  Millionen Tonnen in Wales und in Schottland. Die Koksbereitung belief sich im Jahre 1906 auf 19 605 270 t im Werte von rund 256 Millionen Mark.

Geographisch werden die Kohlenfelder gewöhnlich in drei große Gruppen eingeteilt:

1. der Norden: Durham, Northumberland, Schottland;
2. das Zentrum: Yorkshire, Derbyshire, Staffordshire, Cheshire, Nottinghamshire, Worcestershire, Leicestershire, Warwickshire;
3. der Westen: Südwesten 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 Überschuß an besten Kohlen besitzt, deren Ausfuhr die kurze Entfernung zwischen den Gruben und Häfen sehr begünstigt und die auch durch die Erhebung eines — inzwischen aber schon wieder aufgehobenen — Ausfuhrzolles von 1 Shilling a. d. t., zur Deckung der durch den südafrikanischen Krieg entstandenen Ausfälle im Budget, eine nennenswerte Einbuße nicht erlitten hat. Die Ausfuhr im Jahre 1906 betrug 58 717 000 t Kohlen, Koks und Briketts, letztere auf Kohlen umgerechnet, im Werte von 643,6 Millionen Mark.

Die britische Eisenerzförderung des Jahres 1906 betrug 15 748 000 t im Werte von 80 Millionen Mark. Außerdem wurden 8 426 000 t fremde Eisenerze im Werte von rund 133 Millionen Mark eingeführt. Der Umstand, daß die Einfuhr fremder Eisenerze seit einer Reihe von Jahren bei gleichzeitiger Veränderung in der heimischen Erzausbeute in stetigem Wachstum begriffen ist, somit die britische Eisenindustrie in steigendem Maße von dem Ausland abhängig wird, bildet den Gegenstand eifriger Besprechung in dortigen hüttenmännischen Kreisen; man sieht mit Sorge die Erschöpfung der Lagerstätten von Bilbao nahen, aus welchen der weitaus überwiegende Teil der Einfuhr (80 %) stammt, und wirft die Blicke auf Schweden und Norwegen, ja sogar auf Kanada; auch hat man hohe Kosten nicht gescheut, um unbrauchbare Erze durch Aufbereitung und Ziegelung brauchbar zu machen. Zum Teil ist man der Ansicht, daß der basische Prozeß in England stärker vernachlässigt worden sei, als die Gesamtlage rechtfertige.

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

Cumberland und das benachbarte Lancashire der Westküste Englands sind die Fundstätten der berühmten Hämatiterze, 50- bis 60prozentiger und phosphorarmer Roteisensteine, die zur Darstellung des Roheisens für das Bessemerverfahren dienen. Schottland besitzt in seiner Gaskohle und seinem Kohleneisenstein (Blackband) vortreffliche Rohstoffe für die Darstellung des weltbekannten „schottischen“ Gießereiroheisens, dessen Bedeutung jedoch infolge von Erschöpfung der Lagerstätten und starken Wettbewerbes der anderen Bezirke sinkt. In Staffordshire werden Toneisensteine gewonnen.

Im Jahre 1906 wurden 10 311 778 t Roheisen erblasen; auf die einzelnen Bezirke verteilte sich die Roheisenerzeugung wie folgt: Cleveland 26%, Durham 9,3%, Cumberland 9,2%, Schottland 14,3%, Lancashire 6,7%, Wales 9,7%, Staffordshire 7,1%, Derbyshire und Northamptonshire 7%, Lincolnshire 4%, und alle die übrigen Bezirke zusammen 6,7%.

Großbritanniens Anteil an der gesamten Roheisenerzeugung sinkt allmählich infolge des Aufschwunges anderer Länder. Derselbe betrug 1871 noch 55,25%, dagegen 1906 nur noch 17,3%.

An anderen Erzeugnissen sind für das Jahr 1906 zu verzeichnen:

Bessemerblöcke . . .	1 937 855 t,	{ hiervon 1 328 063 t saure, 609 792 » basische,
Bessemerschienen . . .	868 416 »	
Siemens-Martinblöcke .	4 627 815 »	{ hiervon 3 432 750 » saure, 1 195 065 » basische

Süd-Wales ist der Hauptbezirk der englischen Weißblechfabrikation, die 1905 einen Wert von 158 Millionen Mark repräsentierte. Im August des Jahres 1906 besaß England 70 Weißblechwerke.

Die Gesamtausfuhr an Roheisen, sonstigem Eisen und Stahl bemißt sich für 1906 auf 4 866 550 t im Werte von 827 353 790 *ℳ*, dazu noch an Maschinen im Werte von 375 036 000 *ℳ*. Mehr als ein Drittel der Ausfuhr des Jahres 1906, nämlich 1 667 431 t, entfällt auf Roheisen, dann folgen Eisenbahnmaterial mit 668 873 t, Weißbleche und verzinkte Bleche mit 818 545 t, Guß- und Schmiedestücke mit 58 715 t, Rohstahl mit 11 736 t, Stabeisen und Winkel-eisen mit 260 000 t, Grob- und Feibleche mit 275 058 t.

Eine eigentümliche Rolle spielen in England die Lagerscheine oder Warrants, deren Börsenstand früher jeder Geschäftsmann zuerst in der Zeitung suchte und danach auf gutes oder schlechtes Handels-wetter schloß, heute aber für deutsche Verhältnisse bei weitem nicht

mehr die ehemalige Bedeutung besitzt. 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 Spekulationspapiere und unterliegen starken, oft unerklärlichen Schwankungen. Ursprünglich sehr wohlthätig für das britische Eisengewerbe, hat man später in der Einrichtung eine Plage gefunden, welche die ganze Welt bedrücke, da sie eine ungesunde Überproduktion befördere, welche stets auf den Markt drückt. Wie können sich, so sagte man, Preise dauernd halten, wenn in Großbritannien auf Lagern und Hütten große Mengen Roheisen der Käufer harren? Das Verlangen nach Eisenzöllen in anderen Ländern hat s. Zt. dadurch eine wesentliche Unterstützung erhalten, selbst Freihändler mußten den Mißbrauch anerkennen.

Es haben die Warrants jedoch in den letzten Jahren an Bedeutung eingebüßt; dabei sind die beliebten Roheisenvorräte, die sich früher auf Millionen von Tonnen beliefen, jetzt auf nicht viel mehr als hunderttausend zurückgegangen.

### c) Vereinigte Staaten von Amerika.

Scharfe Beobachter haben schon frühzeitig darauf hingewiesen, daß jenseits des Ozeans sich politische, wirtschaftliche und soziale 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 Twain mit Entzücken, staunen vor den welterstürmenden Erfindungen eines Edison und erhielten für unsere Dampfmaschinen das Vorbild von Corliß. Amerikanische Lokomotiven schlagen englische Lokomotiven nicht nur in britischen Kolonien, sondern

im Herzen Englands selbst aus dem Feld. Im Werkzeugmaschinenbau, in Transporteinrichtungen, Holzbearbeitungs- und Nähmaschinen, überhaupt in allem, wo es gilt, Menschenkraft zu ersetzen, haben sich die Vereinigten Staaten namentlich in eigenartiger 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 Geheimnis des Erfolges auf diesem Gebiet liegt ohne Zweifel in weitestgetriebener Spezialisierung 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 Übrige kümmert ihn wenig. Diese Erscheinung wiederholt sich auch im Eisengewerbe. Dazu tritt der kühne Unternehmungsgeist, der in den Vereinigungen der großen gleichgearteten Unternehmen der Eisenindustrie und des Transportwesens zutage tritt.

Nicht weniger als 350 000 Kilometer ist die Gesamtlänge der amerikanischen Eisenbahnen, gegenüber 56 000 Kilometer in Deutschland; 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 jähem Übergang zu tiefem Daniederliegen nicht hindern können.

Die Schätzungen der kohlenführenden Flächen in den Vereinigten Staaten beziffern sich auf rund 570 000 qkm, worin indessen die Kohlenfelder der Rocky Mountains und der Westküste als bisher unermittelt nicht einbegriffen sind; ein Sechstel hiervon wird als abbauwürdige Flöze führend bezeichnet. Hiervon entfällt nur ein verschwindender Bruchteil auf Anthrazit, das übrige auf Fettkohle, eine Verteilung, welche merkwürdig erscheint, wenn man hört, daß vor 20 Jahren beinahe die Hälfte der nordamerikanischen Förderung aus Anthrazitkohlen bestand und heute noch fast ein Fünftel beträgt. Die Förderung des Jahres 1906 betrug insgesamt 375 640 651 t gegen 356 199 430 t in 1905.

Nach Staaten war die Verteilung 1906:

Pennsylvanien, a) Anthrazit	. rund 64 650 000 t
b) Fettkohle	. » 117 250 000 »
Jllinois . . . . .	. » 37 600 000 »

Ohio . . . . .	rund 25 150 000 t
West-Virginia . . . . .	» 39 250 000 »
Alabama . . . . .	» 11 900 000 »
Indiana . . . . .	» 10 950 000 »

und der Rest auf 22 Staaten.

Die gewaltige Überlegenheit Pennsylvaniens fällt auf.

Amerikanische Eigentümlichkeiten sind die Verwendung von Petroleum und natürlichem Gas, das aus Bohrlöchern dem Boden entströmt. Während das erstere nur in Nebenbetrieben z. B. Kesselheizung benutzt wird, findet letzteres auch direkt in der Eisenindustrie Verwendung. Man schätzte den Wert der im Jahre 1905 durch Naturgas ersetzten Kohlen und sonstigen Brennstoffe auf rund 50 Millionen Dollars. Die Umgebung von Pittsburg war die Hauptquelle dieser Gewinnung, welche indessen vor einigen Jahren stark nachließ und namentlich die größeren Werke zur Rückkehr zur Kohlenfeuerung zwang. Immerhin wird aber ausschließlich natürliches Gas, für dessen Weiterführung Ende 1905 ein Röhrennetz von 30 718 engl. Meilen\* vorhanden ist, nach der letzten Statistik (für 1905) noch von 2139 Gesellschaften oder sonstigen Abnehmern benutzt; während sich in Pennsylvanien ein steter Rückgang in der Ergiebigkeit bemerkbar macht, der anscheinend bald dazu führen wird, daß man das Naturgas dort ausschließlich zu Beleuchtungszwecken verwenden wird, nimmt die Erdgasproduktion anderer Staaten, in erster Linie Indiana, 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 Oberen See in den Staaten Michigan, Wisconsin und Minnesota. Es sind hauptsächlich hochhaltige Hämatiterze, d. h. phosphorarme Roteisensteine bis zu 68 und 69 % Eisengehalt, der aber mehr und mehr zurückgegangen ist und heute 54 bis 55 % beträgt, 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 Erzförderung belief sich im Jahre 1906 auf 50 024 923 t, darunter stammten allein 39 138 483 t aus dem Eisenerzgebiete am Oberen See.

Die Einfuhr an Eisenerzen war in den letzten Jahren recht schwankend, sie betrug

1902	1904	1905	1906
1 184 118	495 415	859 181	1 077 356 t

\* 1 Meile = 1609 m.

Die Amerikaner waren namentlich Abnehmer für Elba- und spanische Erze, ferner spielt auch Kuba eine Rolle; in den Jahren 1884 bis 1901 einschließlich wurden insgesamt 4 500 000 t, im Jahre 1901 allein über 500 000 t Eisenerze von Kuba eingeführt. Seit 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.

Welche Bedeutung die Erzfelder des Oberen Sees für die amerikanische Eisenindustrie besitzen, geht am besten daraus hervor, daß in den letzten Jahren volle drei Viertel der amerikanischen Roheisenerzeugung aus Erzen von dort erblasen wurden.

In dem großen Erzrevier am Oberen See, aus welchem die ersten Verfrachtungen im Marquettebezirk schon 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 kanadischen Grenze, dem See und den Zuflüssen des Rainy-Lake einerseits und des Mississippi anderseits 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 den einzelnen getrennten, aber zum Teil 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 Dampfbagger abgegraben. Wo Sprengungen notwendig waren, bezifferten sich ihre Kosten auf 3 Cents für die Tonne. Auf diese Weise hat man die Gewinnungskosten bis auf den Eisenbahnwagen auf 21 $\frac{1}{2}$  Cents, also auf rund 90 Pfg. für die Tonne ermäßigt. Vor 5 Jahren bereits soll ein Bagger es fertiggebracht haben, in einer Stunde 500 t in den Eisenbahnwagen einzuladen. Das Erz ist im allgemeinen weicher Roteisenstein, im Osten mehr hartes Rot-, oft Magneteisenerz. Sein Phosphorgehalt scheint im allgemeinen um ein geringes höher als der des Erzes im altberühmten Marquette-Bezirk zu sein, aber zum Teil doch noch unter den ameri-

kanischen Begriff der »Bessemererze«, d. h. obere Grenze des Phosphors 0,045 % bei 60 % Eisengehalt, zu fallen; der andere Teil enthält zu wenig Phosphor für den Thomasprozeß, hat daher zu ausgedehnter Anwendung des basischen Martinverfahrens geführt. Der Eisengehalt ist selten unter 55 %. Die immer neu aufeinander folgenden Entdeckungen von Eisenerz haben vorübergehend eine große Unsicherheit auf dem gesamten Eisenerz- und damit dem Eisenmarkte der Vereinigten Staaten hervorgerufen, die von sachkundiger Seite sogar als die Grundursache für den scharfen Rückgang der dortigen Eisenindustrie im vorigen Jahrzehnt angesehen wurde. Dies ist auch durchaus wahrscheinlich; denn trotz der damals zurückgehenden Konjunktur 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, 1901: 7 934 488 t, und erreichte im Jahre 1906 die Höhe von 24 173 467 t. Ein Umschwung trat in diesen Verhältnissen ein, als man im Jahre 1898 zu der Einsicht gelangte, daß, wenn auch die Bohrungen noch nicht abgeschlossen seien, doch die Größe der Erzvorräte einigermaßen zu übersehen sei und die Hochofenwerke, welche bis dahin das wilde Angebot sich zunutze gemacht hatten, unter Führung von A. Carnegie dazu übergingen, die Erzfelder eigentümlich zu erwerben und dadurch wiederum eine festere Grundlage für den Erzmarkt schufen. Diese vereinigten, nunmehr der United States Steel Co. gehörigen Erzgruben hatten im Jahre 1906 ein Förderquantum von 20 975 470 t zu verzeichnen, d. i. 53,59 % der Gesamtförderung des Oberen See-Gebietes. Die Preise für die Erzfelder haben im Jahre 1902 und anfangs 1903 das Zehn-, Zwanzig- und Vielfache der Preise vor drei oder vier Jahren erreicht.

Die Verfrachtung der Erze vom Oberen See nach den Häfen am Michigan- und Erie-See geschieht jetzt durch Dampfer bis 9000 Nettotonnen und mehr Gehalt; ihre Beladung erfolgt in kürzester Frist aus den automatisch eingerichteten Taschen der Docks, deren Gesamtfassungsraum 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 Jahr-

hunderts 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.

Die Roheisenerzeugung betrug in den letzten drei Jahren:

1904	1905	1906
16 760 986	23 360 257	25 712 106 t;

auf die Haupt-Industriebezirke entfielen:

	1904	1905	1906
	metr. Tonnen		
Pennsylvanien . . . . .	7 766 630	10 748 393	11 427 835
Ohio . . . . .	3 025 576	4 659 487	5 412 367
Illinois . . . . .	1 682 487	2 067 034	2 191 376
Alabama . . . . .	1 476 769	1 629 726	1 701 646
New York . . . . .	615 400	1 217 237	1 577 502

Von der Gesamterzeugung des Jahres 1906 entfielen 14 061 966 t auf Bessemer-Roheisen gegen 12 605 630 t im Vorjahr. An Roheisen für den basischen Prozeß war die Erzeugung 5 098 973 t gegen 4 170 861 t in 1905. Während somit die Zunahme an Bessemer-Roheisen 11,5 % betrug, belief sie sich bei den für den basischen Prozeß bestimmten Sorten auf 22 %.

Die Erzeugung an Holzkohlenroheisen betrug 1906: 437 697 t gegen 358 574 t im Jahre 1905.

Die Vorräte spielen in Amerika keine so große Rolle wie in England; sie betrug lange Zeit, ohne großen Schwankungen ausgesetzt zu sein, annähernd  $\frac{1}{2}$  Million Tonnen, sind dann aber von Mitte 1898 ab beständig zurückgegangen.

Bei dem hohen Erzausbringen marschieren die amerikanischen Hochöfen an der Spitze hinsichtlich der Erblasung großer Mengen. Der Durchschnitt für den Hochofen ist etwa 900 t, als Höchstleistung sollen jetzt die 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 Konstrukteure fertigen Maschinenteile aus Gußeisen an, welche in Europa nur noch in Schweißisen bzw. Flußeisen ausgeführt werden. Die Eisenbahnräder sind dort fast ausnahmslos gußeiserne, allerdings aus bestem Rohstoff und mit großer Sorgfalt angefertigt.

Die Erzeugung und Einfuhr von Ferromangan und Spiegeleisen in den Vereinigten Staaten belief sich in den letzten drei Jahren auf:

	Ferromangan		Spiegeleisen		
	Erzeugung	Einfuhr	Erzeugung	Einfuhr	
	t	t	t	t	
1904 . .	58 950	22 163	1904 . .	164 968	4 697
1905 . .	63 181	53 686	1905 . .	231 442	66 504
1906 . .	56 408	85 708	1906 . .	248 900	104 919

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

	Wöchentliche Erzeugungsfähigkeit in Groß-Tonnen		Wöchentliche Erzeugungsfähigkeit in Groß-Tonnen
1. Juni 1894 . .	62 517	1. Januar 1900 . .	294 186
1. Januar 1895 . .	168 414	1. Januar 1901 . .	250 351
1. Januar 1896 . .	207 481	1. Januar 1902 . .	298 460
1. Oktober 1896 . .	112 782	1. März 1903 . .	355 333
1. Oktober 1897 . .	200 128	1. Oktober 1906 . .	477 180
1. Januar 1898 . .	226 608	1. Januar 1907 . .	515 515
1. Juli 1899 . .	263 363	1. November 1907	491 436

Die Erzeugung an Fluß-Schmiedeeisen und -Stahl war:

	1906	1905
	t	t
Bessemerstahlblöcke und Formguß* . .	12 471 657	11 116 436
Martinflußeisen** . . . . .	11 146 534	914 918

Über die Schweißisenfabrikation besteht in den Vereinigten Staaten eine besondere Statistik nicht mehr; die Zusammenstellung, welche früher für die verschiedenen Fabrikate 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, 1900: 9 639 242 t, 1901: 12 546 916 t, 1902: 14 167 222 t, 1903: 13 419 020 t, 1904: 12 205 595 t, 1905: 17 109 455 t.

Verhältnismäßig am meisten Fortschritte hat die Drahtfabrikation gemacht; sie ist offenbar durch den Umstand beeinflusst gewesen,

\* Auf Stahlformguß entfielen von der genannten Menge etwa 32 500 t bzw. 22 456 t.

\*\* Davon Stahlformguß 724 567 t gegen 534 965 t im Vorjahre.

daß man drüben mehr und mehr von den geschnittenen Nägeln, deren Erzeugung vor 16 Jahren fast viermal so groß war, abgeht und diese durch Drahtstifte ersetzt. Das Verhältnis dieser beiden Fabrikate hat sich seit jener Zeit umgekehrt, denn es wurden fabriziert in Stückzahl von Fässern zu je 100  $\bar{u}$  engl.:

	Geschnittene Nägel	Drahtstifte
1889 . . . . .	5 810 758	2 425 060
Geschnittene Nägel 1905:	61 578 Tonnen zu 1000 kg	
Drahtstifte . . . 1905:	492 378	» » 1000 »

Die Weißblechfabrikation hat infolge der beträchtlichen Erhöhung des Schutzzolls einen kräftigen Anstoß erhalten; während sie vor Jahren Null war, hat seit dem am 1. Juli 1891 eingetretenen Zollaufschlag die Erzeugung ständig in demselben Verhältnis zugenommen, wie die Einfuhr aus England zurückgegangen ist. Es betrug die Weißblech-Erzeugung:

	Tonnen		Tonnen
im 2. Halbjahr 1891 . . . . .	1 015	im Jahre 1899 . . . . .	366 650
im Jahre 1892 . . . . .	19 104	» » 1900 . . . . .	307 500
» » 1893 . . . . .	56 065	» » 1901 . . . . .	405 700
» » 1894 . . . . .	75 448	» » 1902 . . . . .	365 800
» » 1895 . . . . .	115 485	» » 1903 . . . . .	487 700
» » 1896 . . . . .	162 928	» » 1904 . . . . .	465 300
» » 1897 . . . . .	260 700	» » 1905 . . . . .	501 400
» » 1898 . . . . .	332 300		

Der Schiffbau berichtet für das Jahr 1905 über vom Stapel gelassene Schiffe aus Eisen und Stahl im Gesamttonnagehalt von 248 710 t.

Der Gesamtwert der Einfuhr an Eisen und Stahl wird für 1906 zu 146 273 954  $\mathcal{M}$  angegeben gegen 110 885 389  $\mathcal{M}$  im Vorjahre und 90 812 274  $\mathcal{M}$  im Jahre 1904.

Die Ausfuhr an Eisen und Stahlfabrikaten 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. Ihr Wert betrug 1906: 724 733 470  $\mathcal{M}$  gegen 600 308 155  $\mathcal{M}$  im Vorjahre und 539 925 175  $\mathcal{M}$  im Jahre 1904.

Amerika hat es in bemerkenswerter Weise verstanden, das Haupthindernis, welches einer großartigen Entwicklung seines Eisenhüttenwesens im Weg zu stehen schien, nämlich die weiten, bei uns

unbekannten Entfernungen zwischen den Hauptfundorten der Erze und den großen Kohlenbecken, durch entsprechende Einrichtungen und eine billige Tarifpolitik zu beseitigen. Von der billigen Wasser- verfrachtung auf den Seen ist bereits oben die Rede gewesen; genaue Kenntnis über die Eisenbahnfrachten ist schwierig zu erlangen, weil wichtigste Bahnstrecken von den Eisenwerken selbst „kontrolliert“ werden, sicher aber ist, daß die Frachten für Rohstoffe auf Sätze von  $\frac{8}{10}$   $\text{¢}$  und darunter f. d. tkm heruntergegangen sind. Erleichtert wurde diese enorme Verbilligung durch Einführung der 50 t fassenden Wagen aus gepreßtem Stahlblech. Gegen die hohen Löhne und schwierige Arbeitsverhältnisse weiß man sinnreiche Einrichtungen zu treffen, welche das Äußerste bezüglich Ersparnis menschlicher Arbeitskraft leisten.

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

Der reißende Aufschwung, den die amerikanische Eisenindustrie in den letzten zwei Jahrzehnten genommen hat, hat sein kräftiges Fundament in dem steigenden Bedarf des eigenen Landes, namentlich hervorgerufen durch die Bedürfnisse des Eisenbahn-Baus und -Betriebs, gehabt. Wird das wichtige Gebiet der Eisenbahnen den starken Absatz versagen, — man kann wohl sagen, daß dies in absehbarer Zeit der Fall sein muß —, so erscheint auch ein Rückschlag in der amerikanischen Eisenindustrie unvermeidlich. Wie stark sein Einfluß auf die europäischen Verhältnisse sein muß, haben die Vorgänge in Wallstreet im Oktober und November 1907 gezeigt; auch ist mit dem Umstande zu rechnen, daß man drüben versuchen wird, den Überschuß zu Preisen abzustößen, die der alten Welt recht viele Unbequemlichkeiten verursachen können, obwohl man neuerdings die Politik der Betriebseinschränkung vorzuziehen scheint.

## d) Frankreich.

Frankreich ist verhältnismäßig arm an Kohlen. Gefördert wurden:

	1906	1905
	Tonnen	Tonnen
Steinkohlen . . . . .	33 457 840	35 218 337
Braunkohlen . . . . .	738 543	709 467
Insgesamt	34 196 383	35 927 704

Die Einfuhr Frankreichs in den beiden letzten Jahren betrug:

	1906	1905
	Tonnen	Tonnen
An Steinkohlen . . . .	14 354 320	10 507 066
An Koks . . . . .	2 257 860	1 632 842

Frankreich besitzt fast in allen geologischen Formationen Eisensteine, doch ist sein Erzvorrat im Vergleich mit anderen Ländern kein allzugroßer. Es lassen sich mehrere Gruppen von Eisenerzvorkommen unterscheiden. Die nordöstliche, erzeichste Gruppe umfaßt die Erzfelder an der Maas, Mosel und in den Ardennen, sowie die Distrikte Nord und Pas de Calais. Die hier auftretenden Erze sind dichte Brauneisensteine, Bohnerze und Toneisensteine. Die wichtigsten Lagerstätten sind unstrittig die an der Mosel und Maas vorkommenden oolithischen Eisenerze (Minette), was schon daraus hervorgeht, daß die Menge der an der Ostgrenze Frankreichs gewonnenen Minetterze etwa dreiviertel der Gesamtförderung des Landes an Eisenerzen beträgt. Das Erzvorkommen entspricht im großen und ganzen demjenigen von Deutsch-Lothringen und Luxemburg. Infolge des Umstandes, daß die französischen Erze kieselig, die deutschen zum Teil kalkiger sind, findet über die Grenze ein lebhafter Erzaustausch statt. Die gewinnbare Erzmenge des Gebietes von Longwy wird von Sachverständigen auf 300 Millionen Tonnen geschätzt, während das Orne- und Mittelgebirge noch über 1000 Millionen Tonnen Erz verfügen soll.

Südlich von diesem großen Erzgebiet kommt Minette in abbauwürdigen Mengen auch bei Nancy vor, doch sind die besten Erze bereits abgebaut. Die meisten Erzlagerstätten des Reviers liegen über der Talsohle und gestatten auf diese Weise eine recht billige Erzgewinnung. Die zweite große Erzgruppe, jene der Champagne und Bourgogne, schließt sich an die vorige an. Bedeutende Minettegruben liegen bei Vapy in der Haute Marne, sowie im Departement Saône et Loire. Die in den Vogesen vorkommenden Eisenerzlagerstätten haben nur untergeordnete Bedeutung. Die vierte Erzgruppe

umfaßt den seit alters her berühmten Hüttenbezirk der Franche Comté und besteht in der Hauptsache aus Brauneisenerzen der Jura- und Kreideformation. Minder wichtig und zum Teil auch schon erschöpft sind die Erzvorkommen der Bretagne und Normandie. Dasselbe gilt in gewissem Umfange auch von den Eisenerzen an den Ufern der Loire und im Tale der Cher. Von den alpinen Eisenerzen haben nur die Spateisensteine bei St. Pierre d'Allevard größere Bedeutung. Sie werden von der bekannten Firma Schneider in Le Creusot ausgebeutet, während die bei Heurtières vorkommenden Spateisensteine keinen großen technischen Wert besitzen. Sphärosiderite finden sich in der großen Kohlenmulde bei St. Etienne, während bei Aveyron Rot- und Brauneisenstein in größerer Mächtigkeit auftritt. Die kristallinen Kalke der Pyrenäen sowie die Ausläufer der Sevensen sind reich an Braun- und Spateisensteinen. Magnetisenerze sind in Frankreich dagegen ziemlich selten.

Im ganzen genommen beträgt die Eisenerzförderung Frankreichs ungefähr einviertel von derjenigen Deutschlands und Luxemburgs. Gefördert wurden im Jahre 1906 8 481 423 t Eisenerz gegen 7 395 409 t im Vorjahre. Bezüglich des Erztransportes haben die französischen Eisenhütten mit ähnlichen, wenn nicht noch größeren Schwierigkeiten zu kämpfen als die deutschen Werke.

Die Erzeinfuhr belief sich im Jahre 1906 auf 2 015 062 t gegen 2 151 633 t im Vorjahre. Der gesamte Eisenerzverbrauch Frankreichs stellte sich auf 9 178 889 t gegenüber 8 541 900 t im Jahre zuvor. Am 1. Juli 1907 standen 121 Hochöfen im Feuer gegenüber 115 am 1. Juli 1906. Im Jahre 1906 wurden erzeugt 3 319 032 t gegen 3 076 712 t Roheisen in 1905 und davon noch 9062 t mit Holzkohlen erblasen.

Von der gesamten Roheisenerzeugung des Jahres 1906 entfielen auf:

	Tonnen
Roheisen für den Puddel- und Martinofen . . . . .	741 571
Gießereiroheisen und Gußwaren erster Schmelzung . . . . .	591 275
Bessemerroheisen . . . . .	149 971
Thomasroheisen . . . . .	1 784 726
Spezialroheisen . . . . .	51 489

Ferner wurden 1906 an Erzeugnissen aus Schweißisen gewonnen:

	Tonnen
Handelseisen: aus Puddeleisen hergestellt . . .	263 418
mit Holzkohlen gefrischt . . .	3 068
aus Alteisen gewonnen . . .	380 081
Bleche aus Puddeleisen . . .	22 392
Bleche aus Frischfeuereisen . . .	482
Bleche aus Altmaterial . . .	67 477
Insgesamt	736 918

Die Erzeugung an Bessemer- und Martinblöcken wird gleichzeitig zu 2 371 377 t angegeben.

1906 wurden erzeugt an: Schienen 338 407 t, Blechen 294 714 t, Handelseisen einschließlich Radreifen 759 742 t, Schmiedestücken 30 715 t, Stahlformguß 30 878 t, insgesamt also an Fertigerzeugnissen aus Flußeisen 1 454 456 t.

Das Schwergewicht der französischen Eisenerzeugung hat sich nach dem Departement Meurthe et Moselle verschoben, dann folgt an Wichtigkeit der Norden und Pas de Calais.

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. Wer Eisenwaren ausführt, 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 Roheisenzoll beträgt. Der Stand richtet sich nach Angebot und Begehr. Wer in Deutschland zollfreies ausländisches Roheisen zu Ausfuhrwaren 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 vielleicht schon in absehbarer Zeit zu befürchten ist. Die Fläche des Kohlengebietes beträgt etwa  $\frac{1}{22}$  von der des ganzen Landes. Die Kohlenruben 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 gesamte Gewinnung an Steinkohlen

im Jahre 1906 betrug 23 569 860 t gegen 21 775 280 t im Vorjahr. An Koks wurden 2 712 760 t gewonnen. Ausgeführt wurden im Jahre 1906 4 972 340 t Steinkohlen, 856 475 t Koks und 459 753 t Briketts; eingeführt 5 358 789 t Steinkohlen und 352 316 t Koks.

Der Erzreichtum des Landes ist nicht groß; die vorhandenen Erze sind teils mulmige Brauneisensteine, teils oolithische Roteisensteine, teils Rasenerze und mehr oder weniger zersetzte Spateisensteine. Letztere kommen besonders in der Umgegend von Charleroi vor. Die Erzlager in den Provinzen Hainaut und Namur sind bereits zum größten Teile abgebaut. Abgesehen von den in den Provinzen Lüttich und Antwerpen vorkommenden Erzen strecken auch die in Lothringen und Luxemburg sehr große Bedeutung besitzenden Minettelager ihre Ausläufer bis nach Belgien hinein.

Die Eisenerzförderung des Landes, die an und für sich nicht sehr bedeutend ist, ist seit den letzten Jahren in beständiger Abnahme begriffen. Im Jahre 1906 wurden nur rund 233 000 t gefördert, während 3 548 180 t ausländische Erze eingeführt wurden. Die Gesamtmenge der im eigenen Lande gewonnenen Eisenerze beträgt somit etwa nur den achtzehnten Teil von der Menge des verhütteten Materials. Eingeführt wurden Minette aus den benachbarten Revieren, ferner schwedische, spanische und afrikanische Erze.

Die Zahl der im Anfange des Jahres 1906 in Betrieb befindlichen Hochöfen betrug 38 gegen 35 zu Beginn des Jahres 1905.

Es wurden erzeugt:

	Tonnen	
	1906	1905
Gießereirohisen . . . .	96 090	98 170
Frischereirohisen . . . .	218 225	206 390
Bessemerrohisen . . . .	117 900	220 210
Thomasrohisen . . . .	870 860	784 850
Spezialrohisen . . . .	12 700	1 500
Insgesamt:	<u>1 375 775</u>	<u>1 311 120</u>
	Tonnen	
Schweißisen . . . . .	250 130	274 560
Flußisen . . . . .	1 440 860	1 227 110

#### f) Österreich-Ungarn.

Die Steinkohlenbezirke der Österreichisch-Ungarischen Monarchie liegen hauptsächlich längs einer Linie von Westen nach Osten, welche bei Pilsen in der Nähe 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 Teil im Süden und Südosten Ungarns, wo die Becken von Fünfkirchen und Steierdorf liegen. Von den übrigen Becken getrennt befindet sich in Mähren der Bezirk von Rossitz.

Kann Österreich-Ungarn bezüglich seiner Steinkohlen sich nicht mit England, Nordamerika und Deutschland messen, so besitzt es andererseits fast unerschöpfliche Lager vorzüglicher Braunkohlen. Diese eignen sich nicht nur für Hausbedarf, Kesselfeuerung usw., sondern auch für 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 (Köflach, Leoben, Fohnsdorf, Hrastnigg, Cilli, Sagor usw.) ferner bei Wolfsegg in Oberösterreich, Siveric in Dalmatien und Albona in Istrien. Endlich sind noch die Braunkohlenlager in Ungarn und Siebenbürgen zu nennen, besonders das von Salgó-Tarján. In Österreich betrug

	Tonnen	
	1906	1905
die Förderung an Steinkohlen .	13 473 307	12 585 263
» » » Braunkohlen .	24 167 714	22 774 226
» Kokserzeugung . . . .	1 677 646	1 400 283
In Ungarn betrug		
die Förderung an Steinkohlen .	914 055	1 031 502
» » » Braunkohlen .	6 015 452	5 447 283
» Kokserzeugung . . . .	69 303	38 836

Das Eisengewerbe der Monarchie verteilt 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 (Nučic), Mähren und Schlesien; und endlich die letzte die der Karpathenländer: Ungarn, Siebenbürgen und Galizien.

Die österreichische Roheisenerzeugung war 1906: 1 222 230 t gegen 1 119 614 t im Jahre 1905.

Österreich-Ungarn besitzt mehrere sowohl durch Mächtigkeit des Vorkommens als auch durch Reinheit der Erze ausgezeichnete Eisenerzlagerstätten.

In den Ländern diesseits der Leitha sind vornehmlich drei große Erzbezirke zu nennen: Obersteiermark, Kärnten und Böhmen. Abgesehen von diesen kommen auch in Niederösterreich (z. B. bei Pitten und in der Umgebung von Reichenau), Salzburg, Tirol, Krain, Mähren, Schlesien, Galizien und in der Bukowina Eisenerze vor. Ungarn und Siebenbürgen sind gleichfalls reich mit Eisenerzen bedacht.

Steiermark. Unter allen genannten österreichischen Erzvorkommen besitzt das Spateisensteinlager des steirischen Erzberges, zwischen den Städten Eisenerz und Vordernberg gelegen, die allergrößte Bedeutung. Hier wurde schon zur Römerzeit Bergbau getrieben. Der „Erzberg“ gehört dem großen nördlichen Grauwackenzuge an, der die Ostalpen von Tirol bis Niederösterreich in westöstlicher Richtung durchzieht und eine ganze Reihe von Eisenerzablagerungen enthält, deren bedeutendste eben der Erzberg ist, der eine bis zu 1538 m Höhe ansteigende Kuppe bildet. Die Erzlager, hauptsächlich aus Spateisenstein mit etwa 36 bis 42% Eisen und verwittertem Brauneisenstein mit 45 bis 52% Eisen bestehend, setzen auf der gegen die Stadt Eisenerz gerichteten Seite schon nahe am Fuße des Berges ein, breiten sich gegen die Spitze zu immer mehr über die Oberfläche aus, treten auch am Gipfel des Berges auf und senken sich auch noch nach Südosten hinab. Die vorhandene Eisensteinmenge wird auf 125–150 Millionen Tonnen geschätzt. Das Haupterzlager erreicht eine Mächtigkeit von 150 m und hat eine Höhe von 650 m. Die Erze liegen größtenteils offen am Tage, weshalb ihre Gewinnung, die auf 43 Etagen erfolgt, wenig Schwierigkeiten verursacht. Der Bergbau am Erzberg war von jeher von einer so außerordentlichen Ergiebigkeit, daß er die meisten steirischen Hochofenwerke mit Erz versah und auch noch eine große Menge der wertvollen Erze ausgeführt werden konnte. Von der Gesamtförderung Österreichs, die im Jahre 1906 2 253 662 t betrug gegen 1 913 782 t im Vorjahre, lieferte der steirische Erzberg etwa 50%.

Für die Eisenindustrie Kärntens, die in den letzten Jahren sehr an Bedeutung eingebüßt hat, liefert ein im nordöstlichen Teile des Landes bei Hüttenberg auftretendes Lager das Rohmaterial. Es ist dies der altberühmte „Hüttenberger Erzberg“, den der Volksmund seit altersher als die „Haupteisenwurz“ des Landes bezeichnet. Hier blühte gleich wie in Eisenerz schon zur Römerzeit der Bergbau und die Erze erlangten wegen des vorzüglichen Stahles, den man aus ihnen machte, später eine hohe Bedeutung. Trotz jahrhundertelanger

Ausbeutung ist der Erzreichtum Kärntens noch lange nicht erschöpft und wenn der dortige Bergbau heute nicht mehr so großen Umfang hat wie in früheren Jahren, so ist der Grund dafür in ganz anderen Umständen zu suchen.

Der Hüttenberger Erzberg bildet den Abschluß eines Gebirgsrückens, welchen der von Norden nach Süden streichende Zug der großen Saualpe nach Westen entsendet. Die Erze sind in der Hauptsache Spateisensteine, die infolge der Einwirkung der Atmosphärien am Ausgehenden der Lagerstätte häufig in Brauneisenstein umgewandelt sind. Ihre Mächtigkeit schwankt zwischen wenigen Metern und 95 Metern.

Das Königreich Böhmen ist ziemlich reich an Eisenerzen, doch werden zurzeit nur wenige Lagerstätten ausgebeutet. Die größte Wichtigkeit besitzt das etwa 12—15 km lange und 3—18 m mächtige Erzvorkommen von Nučitz. Nach den vorhandenen Spuren zu urteilen, dürfte es schon seit langer Zeit abgebaut werden. Rationell aber wurde der Abbau erst durchgeführt, als in der Mitte des verflorbenen Jahrhunderts die Eisenindustrie Böhmens durch Eisenbahn- und Fabrikanlagen einen mächtigen Aufschwung erhielt. Den größten Anteil haben in der Jetztzeit die Prager Eisenindustrie- und die Böhmisches Montangesellschaft. Im Jahre 1858 wurde das Nučitzer Revier durch eine Eisenbahn mit den Hochöfen in Kladno verbunden.

Ungarn. Die ungarischen Eisenerzvorkommen lassen sich in fünf Gruppen zusammenfassen: 1. Becken der Flüsse Hernad, Sajo, Garam und Vaj; 2. Ostungarn und galizische Grenze; 3. Südosten des Komitates Bihar und Norden des Komitates Arad; 4. Becken von Temes und der drei Körös; 5. Transsylvanien. Auch in dem Gebirgszuge, der Kroatien von Nordwest gegen Südost durchzieht und sich nach Bosnien fortsetzt, findet sich von Petrovagora bis Stari Majdan in Bosnien eine Reihe von Eisenerzlagerstätten.

In Ungarn wurden im Jahre 1905, verglichen mit 1904, gewonnen:

	Tonnen	
	1905	1904
Eisenerze . . . . .	1 661 358	1 524 036
Roheisen . . . . .	403 719	370 297

In das Ausland wurden im Jahre 1905 ausgeführt 779 193 t Eisenerz gegen 649 550 t im Vorjahre.

Bosnien selbst ist sehr reich an Eisenerzen, die schon seit langer Zeit Gegenstand des Bergbaues sind. Das Hauptzentrum der

modernen Eisenindustrie des Landes ist Vareš. Man hat die Menge des vorhandenen Roteisensteins auf 20 Millionen und des Spateisensteins auf 80 Millionen Tonnen berechnet.

Die Verhüttung der alpinen Eisenerze erfolgt zum kleineren Teil noch mittels Holzkohlen, zum größten Teil mit westfälischem Koks. Zur Umwandlung des Roheisens in Schweiß- und Flußeisen dienen Braunkohlen, deren Güte den Fremden überrascht. Die meisten Eisenwerke Steiermarks und Kärntens sind im Besitz der Österreichisch-Alpine Montangesellschaft, die im Jahre 1906 über 13 000 Arbeiter beschäftigte, und eine Produktion von 116 060 t Kohlen, 130 080 t Erz, 42 170 t Roheisen, 31 220 t Flußeisenblöcken und 22 010 t fertigen Walzwerkserzeugnissen aufwies.

In Böhmen liegen die großen Werke von Teplitz und Kladno (Prager Eisenindustrie-Gesellschaft), in Mähren die über 10 000 Leute beschäftigenden Werke von Witkowitz, in Ungarn die von Salgó-Tarján, die der Staatsbahn gehörenden Werke von Resicza und das Staatswerk Diosgyör.

Die Ein- und Ausfuhrverhältnisse des österreichisch-ungarischen Zollgebietes gestalteten sich im Jahre 1906 wie folgt:

	Einfuhr	Ausfuhr
	Tonnen	
Lignite, Braunkohlen . . . . .	—	836 030
Steinkohlen . . . . .	747 540	934 260
Koks . . . . .	50 250	29 950
Eisenerze . . . . .	24 530	29 860
Eisen und Eisenwaren . . . . .	4 130	16 440
Roheisen . . . . .	6 220	7 410

In Bosnien und der Herzegowina wurden im Jahre 1906 gefördert:

	Tonnen
Braunkohlen . . . . .	594 172
Eisenerz . . . . .	136 513
Manganerz . . . . .	7 651
Chromerz . . . . .	320

An Hüttenerzeugnissen wurden daselbst hergestellt:

	Tonnen
Roheisen . . . . .	45 660
Martinblöcke . . . . .	29 232
Walzeisen . . . . .	25 499
Gußwaren . . . . .	4 861

**g) Rußland.**

Das gewaltige Zarenreich mit einem Flächenraum von 22,87 Millionen Quadratkilometer und einer Einwohnerzahl von 130,5 Millionen, davon 5,4 Millionen Quadratkilometer und 92 Millionen Einwohner in Europa, leidet auch heute noch, trotz aller Anstrengungen der Regierung für Entwicklung der Gewerbtätigkeit, an den natürlichen Hindernissen allzugroßer Entfernungen und an sonstigen, mit Land und Leuten zusammenhängenden Schwierigkeiten, die sich seit dem unglücklichen Krieg mit Japan noch gesteigert haben. Seine Eingangszölle sind, auch nach Abschluß des letzten Handelsvertrages, unter den 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 wirtschaftliche Existenzen schafft oder 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. Die im Süden des Gouvernements Charkow und im Gouvernement Jekaterinoslaw belegenen Gruben enthalten nur Steinkohlen, während der im Lande der donischen Kosaken belegene Teil des Vorkommens vorzugsweise Anthrazit 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 Inneren Rußlands verschwinden. Die übrigen Landesteile haben nur unwesentlichen Kohlenbergbau.

Die Kohlenförderung Rußlands betrug 1906 21 302 000 t gegen 18 389 000 t in 1905.

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

Das ungeheure Reich besitzt, wie nicht anders zu erwarten, in seinen verschiedenen Teilen gewaltige Vorräte an Eisenerzen. Namentlich der Ural ist seit langer Zeit ein Sitz der Eisenindustrie; viel neueren Datums hingegen ist die mächtig aufstrebende süd-russische Industrie. Andere Berg- und Hüttenzentren finden sich in Polen, in der Nähe der preußischen Grenze, ferner in Zentralrußland und in Finnland.

Wenn wir mit dem Ural, als dem ältesten Industriebezirk, beginnen, so haben wir hier zwei räumlich getrennte Reviere zu unterscheiden, wovon das eine im nördlichen Teile des Gebirges, das andere im südlichen Teile desselben gelegen ist. Zu den berühmtesten Eisenerzlagern des Nord-Ural gehört unstreitig jene der Wyssokaya Gora, d. i. »hoher Berg«, im Gouvernement Perm, westlich von dem wichtigen Bergort Nischne Tagilsk gelegen. Das Erz zeichnet sich durch große Reinheit aus. Der mittlere Eisengehalt beträgt rund 65%. Die Wyssokaya versorgt jetzt etwa ein halbes Dutzend uralische Hütten mit Erz und liefert jährlich rund eine halbe Million dieses geschätzten Materials.

In der Nähe des zweiten berühmten Erzberges, des Goroblagodat, zu deutsch »gesegneter Berg«, befindet sich der durch seine Eisenhütten ausgezeichnete Ort Kuschwa. Das Erz (Magneisenstein) des Goroblagodat enthält sehr wenig Schwefel und Phosphor, ist aber nicht so reich wie das vorhin genannte Erz. Der durchschnittliche Eisengehalt beträgt etwa 55%. Die Menge der noch nicht abgebauten, aber aufgeschlossenen Erze wurde auf 15 Millionen Tonnen abgeschätzt. Im Südural kommt Magneisenerz an verschiedenen Orten vor, die nicht nur ihrer Mächtigkeit nach, sondern auch nach dem Typus ihrer Lagerung, der äußeren Gestalt und Zusammensetzung des Erzes sehr verschieden sind.

Auf dem »Magnetberg«, russisch Magnitnaja-Gora, ist das Erz gelagert wie auf den schon genannten Bergen Blagodat und Wyssokaya im Nordural. Es ist schwarz gefärbt, derb und enthält gegen 65% Eisen. Die Menge des noch vorhandenen Erzes wird auf über 50 Millionen Tonnen geschätzt. Außer den Magneisenerzen sind auch noch Lager von hochhaltigen Brauneisensteinen vorhanden.

In neuerer Zeit haben, wie schon erwähnt, die Eisenerzlagern im Süden Rußlands ganz besondere Bedeutung erlangt. Es sind zurzeit daselbst folgende Erzreviere bekannt:

1. Krivoi Rog und Umgegend
2. Das Donetzbecken.
3. Die Halbinsel Kertsch.
4. Korsack Mogila.
5. Gouvernement Woronesch.

Die Roheisenerzeugung der russischen Eisenhütten belief sich im Jahre 1906 auf 2 641 723 t gegen 2 715 063 t im Jahre 1905. Von der Roheisenerzeugung des Jahres 1906 entfielen auf den Norden und das Baltische Gebiet 4119 t, Ural 610 375 t, Zentralrußland 84 344 t, Südrußland 1 645 264 t, Polen 297 621 t.

Im Jahre 1880 wurden  $\frac{9}{10}$ , im Jahre 1891 noch gut  $\frac{2}{3}$  der Gesamtroheisenerzeugung mittels Holzkohlen erblasen; durch die Inbetriebsetzung der großen Hütten in Südrußland, welche natürlich alle auf Koks gehen, hat sich das Verhältnis wesentlich verschoben.

Die Erzeugung von Eisen- und Stahl-Halbfabrikaten hat 1906 2 643 354 t betragen gegen 2 737 655 t im Vorjahre; an Fertigerzeugnissen wurden geliefert 1906 2 307 830 t, 1905 2 346 669 t.

Die Verhüttung der uralischen Eisenerze erfolgt fast ausschließlich mit Holzkohle, so daß der Holzverbrauch dort ein sehr beträchtlicher ist. Professor Thime hat berechnet, daß für eine jährliche Roheisenerzeugung von 10 000 t mindestens 40 000 ha Wald erforderlich sind. Dies würde bei der gegenwärtigen Roheisenerzeugung im Ural jährlich etwa 2,4 Millionen Hektar entsprechen, es ist daher zunächst eine Erschöpfung der Waldungen, welche einen Flächenraum von 50 000 000 ha einnehmen, nicht zu befürchten. Indessen dürfte in Anbetracht der hohen Gestehungskosten für Holzkohle der Betrieb mit Koks eingeführt werden, sobald es gelingt, mit Hilfe der sibirischen Bahn Kokskohle zu mäßigen Preisen heranzubringen.

Die polnischen Hüttenwerke geben den nur durch die Grenze getrennt liegenden schlesischen nichts nach; sie sind benachteiligt durch das niedrige Ausbringen ihrer Erze und den Umstand, daß sie im äußersten Winkel des Landes liegen. Die Anlage der Eisenwerke jenseits der preussischen Grenze ist zumeist durch schlesische Hüttengesellschaften infolge der eigentümlichen Zollverhältnisse Rußlands 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 Krivoi-Rog in Südrußland hat in Verbindung mit der Kohle des

Donetzbeckens eine mächtige südrussische Eisenindustrie geschaffen, die eine vollständige Umwälzung hervorgerufen hat. Mit fremdem, größtenteils belgischem und französischem Kapital sind in den letzten 6 Jahren von der Stadt Jouzoro auf 500 km Entfernung bis nach Krivoi-Rog zahlreiche große Hochofen- bzw. Stahlwerke, welche mit den neuesten Einrichtungen versehen sind, entstanden. Weitere Werke sind dort und am Schwarzen Meer gebaut, andere aber wegen Geldmangels im Bau stecken geblieben.

Inzwischen ist der Absatz des Eisens in Rußland im Verhältnis zur Erzeugung ganz erheblich zurückgeblieben; insbesondere scheint im Baugewerbe noch immer eine große Scheu vor dem Eisen als Baumaterial zu herrschen. Da auch der Eisenbahnbau stockt und die übrige Industrie keinen großen Eisenbedarf aufweist, so ist nach Fertigstellung der neuen Werke die Lage der russischen Eisenindustrie eine recht üble geworden. Die Preise sind ganz gewaltig gesunken; sie sind im Bezirk der südrussischen Eisenindustrie für Gießereiroheisen und Flußeisenträger unter den in Deutschland üblichen angeht, so daß man in Oberschlesien schon die Zeit herannahen sieht, in welcher Rußland nicht mehr als Bezieher, sondern als Lieferant für fertige Eisenwaren dort auftritt. Schon seit einiger Zeit ist man bemüht, für das Eisen in Rußland wie außerhalb verstärkten Absatz zu schaffen, auch sind die Werke zu einem Kartell zusammengetreten.

Von den Krivoi-Rog-Erzen sind seit einigen Jahren nicht unbedeutende Posten sowohl nach Oberschlesien auf dem Eisenbahnwege, als auch nach dem Rhein über das Schwarze Meer gelangt, jedenfalls eine sehr bemerkenswerte Erscheinung. Manganerz wird von Rußland schon seit Jahren ausgeführt. Die Manganerzförderung Rußlands belief sich 1898 auf 339 276 t, 1899 auf 653 302 t, 1900 auf 752 375 t, sie sank dann infolge der Stockung in der Eisenindustrie der wichtigsten Staaten und des seitens Brasiliens und Ostindiens entstandenen Wettbewerbs im Jahre 1901 auf 440 828 t und betrug 1905: 426 813 t. Über vier Fünftel der Manganerzförderung Rußlands entfallen auf den Kaukasus, die zweite Stelle nimmt Jekaterinoslaw ein, während der Ural nur eine geringe Rolle hierbei spielt.

#### **h) Schweden.**

Steinkohlen wurden in Südschweden (Schonen) im Jahre 1906 296 980 t, 1905 322 384 t gefördert.

Schweden ist eines der eisenreichsten Länder der Erde. Namentlich zwei große Gebiete sind es, die diese ungeheuren Bodenschätze bergen. Das eine dieser Gebiete liegt in Mittelschweden zwischen dem 59. und 61. Breitengrad; es ist das seit Jahrhunderten berühmte »Jernbäraland«, welches die für die schwedische Eisenerzeugung wichtigsten und seit alters her bekannten Erzvorkommen: Persberg, Taberg, Striberg, Grängesberg, Norberg und Dannemora enthält und sich namentlich über die Bezirke Kopparberg, Örebro, Westmanland, Wermland und Upsala erstreckt. Der erstgenannte Bezirk, Kopparberg, allein liefert ungefähr 35 %, die übrigen vier zusammen genommen aber liefern 25 % der gesamten Eisenerzförderung Schwedens. Die hier vorkommenden Erze sind der Hauptsache nach Magnetite, zum kleineren Teil Roteisenerze und Eisenglanz.

Das zweite große Erzgebiet des Landes befindet sich hoch im Norden, und zwar schon nördlich vom Polarkreis. Es umfaßt zunächst die Erzfelder von Gellivaara und ferner die neuerdings ganz besonders in den Vordergrund des Interesses getretenen Erzreviere von Kiirunavaara, Luossavaara und Svappavaara u. a. m. in Lappland, in der Landschaft Norbotten. Diese gewaltigen Eisenerzablagerungen bestehen aus reichen, sowohl phosphorarmen als auch phosphorhaltigen Magnetiten und Glanzeisenerzen, die in großen Mengen nach Deutschland, Österreich, sowie nach Großbritannien ausgeführt werden.

Ein drittes Erzrevier befindet sich in der Provinz Smaland, unweit der Stadt Jönköping; es ist das das Erzvorkommen des Tabergs. Das Erz ist ein titanhaltiger Magnetit, der sich durch einen etwa 0,12 bis 0,40 % betragenden Gehalt an Vanadinsäure auszeichnet. Durch ihren ziemlich hohen Titangehalt wird der Wert der an und für sich nicht sehr reichen, nur 32 % Eisen haltenden Tabergerze wesentlich herabgesetzt. Geringere Mengen ähnlicher Erze finden sich bei Länghult, ebenfalls in Smaland und am Ransberg in Westergötland.

Abgesehen von den bisher genannten, auf bergmännische Weise gewonnenen Erzen, den sogenannten »Bergerzen«, besitzt Schweden auch noch viele Rasenerze und See-Erze, die auf ganz besondere Weise gewonnen werden. Während sich viele schwedische Bergerze durch sehr große Reinheit auszeichnen, weshalb auch das aus ihnen hergestellte Eisen in der ganzen Welt so außerordentlich hoch geschätzt wird, sind die See- und Rasenerze meist ziemlich reich an Phosphor. Immerhin gibt es auch in Schweden, wie wir schon oben gesehen

haben, phosphorhaltige Magneteisenerze, die besonders im Auslande, namentlich in Deutschland, ihres hohen Eisengehaltes wegen gern verschmolzen werden. Da man Thomasroheisen daraus herstellt, so schadet ihr Phosphorgehalt nicht, er ist im Gegenteil sogar sehr erwünscht.

Unter den mittelschwedischen Eisenerzlagern nimmt jene von Grängesberg zurzeit die erste Stelle ein. Sie liegt im südlichsten Teile von Dalarne und im angrenzenden Westmanland. Ein Teil der Erze enthält nur 0,02 bis 0,8% Phosphor, andere aber führen bis zu 2% Phosphor, und in der Norra-Hammargrube kommt überdies ein sehr phosphorreicher Magneteisenstein mit 6 bis 8% Phosphor vor. Der Erzreichtum von Grängesberg ist so groß, daß er noch eine lange Reihe von Jahren anhalten dürfte. Obwohl die Gruben schon seit dem Anfang des 17. Jahrhunderts in Betrieb sind, war der Abbau früher nur ein geringer, weil das Erz infolge seines verhältnismäßig hohen Phosphorgehaltes nicht sehr beliebt war. Das ist seit Einführung des Thomasverfahrens anders geworden. An die Stelle der vielen kleinen Grubenbesitzer sind heute wenige große Gesellschaften getreten, die die Ausbeutung der Lager in weit größerem Maßstab und viel rationeller betreiben als jene. Der größte Teil der phosphorreichen Erze wird zurzeit von dem an der Ostküste Schwedens gelegenen Hafen Öxelösund ins Ausland exportiert. Die Hauptmenge geht über Stettin und Rotterdam nach Oberschlesien bzw. nach Rheinland-Westfalen.

Die berühmten Dannemoragruben, die im Jahre 1481 zum erstenmal erwähnt werden, liegen unweit der Bahnlinie Upsala-Gefle am Ufer des Grubensees. Sie besitzen eine durchschnittliche Jahresförderung von über 55 000 t eines sehr dichten Magneteisensteins von durchschnittlich 50% Eisengehalt, aus dem das in der Nähe befindliche Hüttenwerk Oesterberg das ausgezeichnete Dannemora-eisen herstellt. Die Bergbaugesellschaft Norberg besitzt ein paar hundert Eisengruben, die auf eine schmale Zone von 20 km Länge und 3 km Breite verteilt sind. Es kommen hier drei Erzarten vor: 1. sogenannte »torrstenar«, das sind solche Erze (Roteisensteine), die beim Verschmelzen eines Zuschlages bedürfen; 2. sogenannte »engaende«, das sind selbstschmelzige, also keines Zuschlages bedürftige Magneteisenerze, und 3. sogenannte »blandstenar«, das sind kalkreiche, als Zuschlag dienende Erze. Der Eisengehalt der Norberg-Erze schwankt zwischen 43 und 60%, der Phosphorgehalt beträgt

0,004 bis 0,035 %. Die Jahresförderung ist über 170 000 t. Die Gruben von Persberg in Wernland, die der Sage nach schon seit 1390 betrieben werden, liefern jährlich etwa 30 000 t Magneteisenerz mit etwa 53 bis 60 % Eisen.

Wenden wir uns nunmehr den nordschwedischen Eisenerzvorkommen zu, so verdient zunächst jenes von Gellivara unsere vollste Beachtung. Dasselbe liegt ungefähr 80 km nördlich vom Polarkreis und ist einerseits durch eine 220 km lange Eisenbahnlinie mit dem am Bottnischen Meerbusen gelegenen Hafenorte Luleå, andererseits durch die vor einigen Jahren fertiggestellte Ofotenbahn mit der norwegischen Küste verbunden. Hier treten die größten Eisenerzlagerstätten Schwedens zutage. Etwa  $\frac{1}{20}$  der Abhänge des Berges, im ganzen ungefähr 65 ha, werden von den hier zutage ausgehenden Eisenerzlagerstätten eingenommen. Die Erze sind sehr reich, ihr Eisengehalt schwankt meist zwischen 60 und 74 % und geht nur selten auf 50 bis 60 % herunter. Der Phosphorgehalt beträgt in der Regel 0,05 bis 1,5 %. Der Schwefelgehalt ist sehr gering. An Mangan sind etwa 0,15 %, an Titansäure 0,45 bis 1,9 % vorhanden. Obwohl die Gellivara-Erze schon seit dem Anfang des 18. Jahrhunderts bekannt sind, erfolgte ihre Ausbeute doch erst 1797 durch den um die Aufschließung Lapplands hochverdienten Baron Hermelin. Zu ihrer wirklichen Bedeutung sind diese wichtigen Erzlager indessen erst in der allerneuesten Zeit gelangt, seitdem die Erze das ganze Jahr hindurch mit der Bahn transportiert werden und nicht mehr, wie früher, nur im Winter auf Renttierschlitten. Auch die Erzlager von Svappavara, die schon im Jahre 1654 entdeckt wurden, erlangten erst in den letzteren Jahren größere Bedeutung. Die Beschaffenheit der Erze ähnelt derjenigen der Gellivara-Erze, allerdings mit dem Unterschied, daß sie nicht so schwefelarm sind, wie jene.

In der Provinz Norbotten liegen endlich noch die beiden großen Eisenerzlagerstätten von Kiirunavara und Luossavara, und zwar ungefähr 67° 50' nördlicher Breite. Sie bilden mächtige Erzstöcke. Jener des Kiirunavara-Berges streicht mit geringen Unterbrechungen auf eine Länge von 28 km zutage aus und bildet eine Art langgestreckten, kahlen Bergkamm, während die gesamte nachgewiesene Länge des Erzvorkommens etwa 4,7 km beträgt. Seine Mächtigkeit schwankt zwischen 34 und 152 m und wird im Mittel zu 70 m angegeben. Die ganze hier abzubauenende Erzmasse wurde auf mindestens

215 Millionen Tonnen geschätzt. Der Eisengehalt der Erze schwankt zwischen 60 und 67 %, der Phosphorgehalt zwischen 0,05 und 6 %. Der Erzberg Luossavaara bildet einen etwa 1,27 km langen bis 55 m mächtigen Erzstock, dessen Erzvorrat auf mindestens 4,7 Millionen Tonnen geschätzt wird. Der Eisengehalt der Erze wird zu 67 bis 70<sup>1/2</sup> % angegeben.

Gegenwärtig bereits bilden die Gruben von Grängesberg und diejenigen von Gellivara und Kiirunavara eine wichtige Erzbezugsquelle für Deutschland, welches von dorthier seine phosphorhaltigen Erze bezieht. Schwedens Eisenerzausfuhr nach Großbritannien ist vorläufig noch verhältnismäßig gering. Die Beunruhigung, die durch die Verhandlungen im schwedischen Reichstage wegen Einführung eines Ausfuhrzolls auf Eisenerz eingetreten war, scheint jetzt beseitigt, nachdem der schwedische Staat Hauptbeteiligter bei den Gruben geworden ist und ein direktes Interesse an einem lebhaften Bergbau- und Eisenbahnbetrieb hat.

Die gesamte Erzförderung Schwedens betrug im Jahre 1906: 4 501 656 t gegen 4 364 833 t im Vorjahre.

Die Produktionsverhältnisse der schwedischen Eisenindustrie sind aus nachstehender Tabelle ersichtlich:

	Tonnen	
	1906	1905
Roheisen . . . . .	596 400	530 800
Luppen und Rohschienen . .	175 900	182 600
Bessemerstahlblöcke . . .	84 700	78 200
Martinstahlblöcke . . . .	303 300	281 500

Das schwedische Schweißisen ist berühmt wegen seiner vortrefflichen Eigenschaften, es wird zum allergrößten Teil in Lancashire-herden mit Holzkohlen gefrischt.

Schwedens Ausfuhr stellte sich in den beiden letzten Jahren wie folgt:

	Tonnen	
	1906	1905
Eisenerze . . . . .	3 661 218	3 316 306
Roheisen . . . . .	112 174	110 352
Schrott . . . . .	13 557	10 360
Gußwaren . . . . .	16 223	15 039
Luppen, Rohschienen . .	26 959	28 892
Stabeisen . . . . .	194 544	192 179
Stabeisenabfälle . . . . .	6 243	4 746

Walzdraht . . . . .	6 258	5 615
Bleche . . . . .	2 870	2 443
Rohre und Rohrteile . . .	13 887	11 025
Gezogener Draht . . . . .	2 745	1 580
Nägel . . . . .	5 929	5 355
Eingeführt wurden:		
Roheisen . . . . .	66 440	46 288
Eisenbahnschienen . . . .	33 690	56 436
Träger . . . . .	28 677	23 096
Weißblech . . . . .	6 060	5 657
Gußeiserne Röhren . . . .	11 446	12 823
Gewalzte oder gezogene Röhren . . . . .	9 716	7 646

#### i) Norwegen.

Wenn Norwegen auch nicht überaus reich an Eisenerzen ist, so besitzt es doch, besonders im Amte Nordland, einige bemerkenswerte Erzvorkommen; ja ein einziges Lager, nämlich jenes von Dunderland, soll sich allein auf 840 Millionen Tonnen belaufen, welches zugleich das größte Erzvorkommen Skandinaviens wäre. Abgesehen von einigen Ausnahmen leiden aber die dortigen Erze an dem Übelstand, daß sie infolge ihrer chemischen Zusammensetzung sich weder zum Erblasen von Bessemerroheisen noch von Thomaseisen eignen, da sie für das erstere Material zu viel und für das letztere zu wenig (0.15—0.5 %) Phosphor besitzen. Dazu kommt auch noch in vielen Fällen ein recht unerwünschter Gehalt an Titan. Viele dieser Erze müßten überdies vor ihrer Verhüttung einer magnetischen Anreicherung mit darauf folgender Brikettierung unterworfen werden, wodurch der Preis des Rohmaterials erhöht und dieses selbst aus technischen Gründen nur in beschränktem Maße verwendbar werden würde.

Die norwegischen Eisenerze lassen sich in zwei Hauptgruppen teilen: 1. in die Erze von Dunderlandsdal in Ranen, Näverhaugen in Saelten, Tomo usw. und 2. in die Erzvorkommen auf den Lofoten und Vesteraalen, sowie auf Stjernö im Amte Tromsö.

Die erstgenannten Erzvorkommen zeichnen sich durch eine meistens sehr bedeutende Längenerstreckung und große Mächtigkeit aus, leider aber ist der Eisengehalt der Erze ein ziemlich geringer; er beträgt im Mittel nur 40 % bei 0.2 % Phosphor. Die Erze sind außerdem meist sehr kieselsäurereich, so daß nur die reinsten Partien

mit Vorteil verhüttet werden können, während die ganze übrige Masse auf magnetischem Wege angereichert werden müßte. Eine Tonne Roherz liefert dann allerdings nur  $\frac{1}{2}$  t fertig gewaschenes Erz mit etwa 60 % Eisen.

Die Eisenerzlagerstätten von Näverhaugen, dieses etwa 12 Kilometer langen Erzbezirks, bestehen aus körnigem Eisenglanz, der mit etwas Magnetit vermengt ist. Das bedeutendste Vorkommen dieses Erzbezirkes scheint eine Erzlinse bei Mastukrogen zu sein, die nach vorgenommenen Schätzungen 1 500 000 t Erz mit über 50 % Eisen liefern soll. Analysen des Erzes ergaben 56—63 % Eisen. Außer den vorgenannten Erzvorkommen besitzt Norwegen noch verschiedene andere. In früheren Zeiten wurde im südlichen Norwegen, in der Gegend von Arendal, ein Magneterzbergbau betrieben. Die dortigen Lager erstrecken sich mit Unterbrechungen auf eine Länge von 25 km; die Mächtigkeit der einzelnen Erzmassen schwankt zwischen 2 und 20 m und ihre Länge zwischen 90 und 200 m.

Während Schweden eine Jahrhundert alte, hochentwickelte Eisenindustrie besitzt, deren Erzeugnisse sich in der ganzen Welt eines sehr guten Rufes erfreuen, ist sein Schwesterland Norwegen zurzeit trotz seiner nicht unbedeutenden Erzschatze aller Art ganz auf ausländisches Eisen angewiesen. Dies ist indessen nicht immer so gewesen, ja es hat eine Zeit gegeben, wo sich die norwegische Eisenerzeugung derjenigen Schwedens würdig an die Seite stellen konnte. Der Grund für das schrittweise Zurückgehen und schließliche Erlöschen der norwegischen Eisenindustrie ist, wie schon angedeutet, nicht auf den Mangel an geeigneten Erzen, sondern auf das Fehlen eigener Steinkohlen zurückzuführen; denn wenngleich Norwegen zu den holzreichsten Ländern der Erde gehört, so konnte das einheimische, mit Holzkohlen erzeugte Roheisen doch den Wettbewerb mit dem billigen ausländischen Koksroheisen auf die Dauer nicht aushalten.

Das einzige bisher bekannte Steinkohlenvorkommen Norwegens befindet sich auf Andö, der nördlichsten der Lofoteninseln. Bereits im Jahre 1876 hatte man an der Westküste derselben Kohlenlager gefunden; wenn diese auch nur mäßige Mächtigkeit besitzen, so sollen sie doch eine ganz gute und leicht abzubauen Kohle enthalten. In den Jahren 1895 und 1896 erbohrte man im östlichen Teile der Insel ziemlich mächtige Lager von Gaskohle. In jüngster Zeit widmete man in Norwegen den Steinkohlenlagern auf der Insel Spitzbergen ganz besondere Aufmerksamkeit.

Für den recht fühlbaren Mangel an Steinkohle ist Norwegen von der Natur durch eine Fülle nie versiegender Wasserfälle einigermassen entschädigt worden, ja es soll sogar das mit Wasserkräften gesegnetste Land der Erde sein, doch kommen mit Rücksicht auf die klimatischen und hydrographischen Verhältnisse für die nächste Zukunft nur die südlich von Drontheim liegenden Wasserkräfte in Betracht. Wasserkräfte bis zu mehreren tausend Pferdestärken harren daselbst noch in großer Anzahl der Verwertung, solche dagegen, die über 10 000 Pferdestärken und mehr das ganze Jahr verfügen, sind selten. Der einzige Strom, bei dem die Verhältnisse für die Ausbeute so großer Kräfte günstig sind, ist der Glommen, der bei normalem Wasserstand 300 000 Nutzpferdekräfte zu leisten vermag. Schon vor zehn Jahren hat man damit begonnen, diese Riesenkräfte in größerem Maße zu verwerten. Ob es einmal gelingen wird, dieselben auch für die Zwecke der elektrischen Eisen- und Stahlerzeugung dienstbar zu machen, muß dahin gestellt bleiben, theoretisch ist es keineswegs ausgeschlossen, daß die genialen Gedanken eines C. W. Siemens und seiner Nachfolger doch einmal zur Verwirklichung gelangen.

#### k) Spanien.

Im Jahre 1906 wurden an Steinkohlen 3 095 043 t, an Anthrazit 113 747 t und an Braunkohlen 189 048 t gefördert. Der größte Teil der Steinkohlengewinnung entfällt auf die Provinz Asturien (Oviedo) an der nördlichen Küste. Die Kohlenförderung Spaniens hat in den letzten vier Jahren um rund 400 000 t zugenommen; die Herstellung von Koks ist gleichfalls im Zunehmen begriffen. 1906 wurden 435 808 t Koks erzeugt. Die drei großen Bilbaer Hüttenwerke stellen den größeren Teil ihres Bedarfs an Koks selbst dar unter gleichmäßiger Verwendung einheimischer und ausländischer Kohle. Spanien ist überreich an Kupfer-, Blei-, Eisen- und anderen Erzen. Im Jahre 1906 wurden 9 448 533 t Eisenstein gewonnen. Die Eisenerzausfuhr betrug im Jahre 1906: 9 272 282 t, 1905: 8 590 482 t.

Die bedeutendste Gewinnung und Ausfuhr findet in den baskischen Provinzen im Tale des Nervion bei der Hafenstadt Bilbao am Meerbusen von Biscaya, 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 Spateisenstein zu rösten; der Eisengehalt der gerösteten Spate beträgt durchschnittlich 58 bis 60%. In jüngster Zeit hat man auch angefangen, die Erze zu brikettieren; eine solche Anlage nach System Gröndal wurde kürzlich zur Anreicherung der Hämatite von Alquife, Provinz Granada, errichtet.

Seit einigen Jahren kommen auch ziemlich viel südspanische und galizische Erze in den Handel, die rund 50 % Eisen und 4 % Mangan enthalten. Der Haupt-Ausfuhrhafen für spanische Eisenerze ist Bilbao; im Jahre 1906 wurden 4 143 725 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, namentlich bei Vivero, große Mengen phosphorhaltiger Eisenerze vor, deren Verwertung für deutsche Hütten von besonderer Wichtigkeit zu werden verspricht. Ihr Jahresversand hat jetzt schon über 100 000 t erreicht. Die Erze von Malaga sind noch nicht genügend bekannt, jedoch scheint der Umstand, daß dort Eisenwerke geplant sind, darauf hinzudeuten, daß die dortigen Lagerstätten nicht unwichtig sind. Die Roheisenerzeugung Spaniens belief sich im Jahre 1906 auf 379 241 t gegen 393 622 t im Vorjahre; über die Hälfte dieser Menge, nämlich 216 008 t bzw. 209 319 t entfielen allein auf die Sociedad de Altos Hornos de Vizcaya in Bilbao.

Die Roheisenausfuhr betrug im Jahre 1906 31 514 t gegen 59 183 t im Vorjahre. An Profil- und Handelseisen wurden 28 526 t gegen 10 193 t im Vorjahre ausgeführt. Die Roheiseneinfuhr belief sich im Jahre 1906 auf 3866 t gegen 1500 t in 1905. An Gußwaren erster Schmelzung wurden 4233 t gegen 14132 t und an Profil- und Handelseisen 9720 t gegen 11 601 t im Vorjahre eingeführt.

### 1) Portugal.

Die Eisenlagerstätten des Landes sind mächtig genug, um für eine lange Reihe von Jahren einen flotten Betrieb zu gewährleisten. Die hauptsächlichsten Eisenerzgruben liegen in der Sierra de Moncorvo (Provinz Trazos Montes), zwischen den Flüssen Sabor und Duero. Die betreffende Lagerstätte soll eine Länge von 10 km und eine Breite von 1 km bei großer Mächtigkeit haben. Man nimmt den Vorrat an gewinnbarem Erz (Roteisenstein mit 40,60 % Eisen) zu 50 Millionen Tonnen an. Der größte Teil der Erze befindet sich im Besitze der Firma Schneider in Creusot (Frankreich). Zu erwähnen sind auch noch die Eisenerzvorkommen in den Bezirken

Montemor-o-Novo, Vianna, Albito, sowie die Gruben in den Bezirken Odemira und Santiago de Catem. Im nördlichen Teile des Landes liegen nördlich von Porto die Eisenerzlagerstätten der Sierra de Rates. Die Erze von Valli Pegueno enthalten über 60 % Eisen. Trotz der ziemlich bedeutenden Erzvorräte des Landes ist die augenblickliche Erzförderung noch recht gering. Dementsprechend kann auch von einer eigenen Eisenindustrie kaum die Rede sein, obwohl Portugal sowohl über Anthrazit- und Jura-Kohlen verfügt. Eine Hochofenanlage bei Leiria ist wieder außer Betrieb gekommen. Zurzeit gibt es nur eine Kleinbessemeranlage in der Gießerei der Empreza Industrial Portuguesa.

#### m) Italien.

Das bedeutendste Eisenerzvorkommen des Königreichs Italien befindet sich auf der Insel Elba; in zweiter Linie sind von Bedeutung die Eisenerze in den Tälern der Lombardei, ferner in den Apenninen von Calabrien und auf der Insel Sardinien. Die Eisenerze Elbas finden sich ausschließlich längs der Ostküste der Insel, woselbst die wichtigsten Betriebspunkte von der Mündung des Rio Albano am Monte Calenzio im Norden sich über Rio Marina, Terranera, Capo Bianco, bis zum Cap Calamita im Süden erstrecken. Die Gesamtausdehnung der bekannten Erzareale wird auf 2000 ha geschätzt, wovon allein gegen 1100 ha auf die Lagerstätten in der Nähe des Cap Calamita entfallen sollen. Die Erze bestehen in [der Hauptsache aus Rot- und Brauneisenerz und nur zum allerkleinsten Teil aus Magnetit. Die berühmtesten Elbaerze aber sind unstreitig die Roteisensteine (Eisenglanz, Eisenrahm) der obengenannten Fundorte; sie werden schon seit den allerältesten Zeiten gewonnen und der Sage nach sollen die Waffen, welche bei der Belagerung von Troja gebraucht wurden, aus dem vorzüglichen Stahl der Insel Elba hergestellt gewesen sein.

Um eine vorzeitige Erschöpfung dieser wertvollen Lagerstätten hintanzuhalten, ist im Jahre 1880 von der italienischen Regierung eine Bestimmung getroffen worden, dahingehend, daß jährlich nicht mehr als 180 000 t bis 200 000 t davon gefördert werden dürfen. Da nach einer Schätzung im Jahre 1884 der noch vorhandene Vorrat an anstehenden Erzen sich auf 7 990 000 t belief, so wird derselbe noch viele Jahre vorhalten, obwohl die Geologen nur bis zum Jahre 1920 ausbeutungsfähiges Erz annehmen. Im allgemeinen sind die Elbaerze außerordentlich rein und hochhaltig. Der Eisengehalt schwankt

zwischen 54 bis 68%, an Verunreinigungen treten Quarz und Eisenkies auf. Im praktischen Sinne genommen sind die Elbaerze als frei von Kupfer, Schwefel und Phosphor anzusehen; nur an zwei Stellen kommen Erze mit einem nennenswerten Phosphorgehalt vor. Auf dem der Insel Elba gegenüberliegenden Festlande treten ebenfalls Eisenerzlagerstätten auf, die aber bei weitem nicht die Bedeutung der Elbaerze haben.

In den Tälern der Lombardei finden sich an vielen Stellen, so in den Distrikten Como, Sondrio, Bergamo und Brescia, manganreiche Spateisensteine. In den westlichen Alpen ist besonders das Tal von Aosta reich an Magnet- und Roteisenerzen. In Süditalien, Calabrien, finden sich Brauneisensteingänge, die bei Aspromonte und Pazzano ausgebeutet werden. Zu erwähnen sind schließlich noch die Magnet- und Roteisensteinvorkommen der Insel Sardinien. Italien förderte im Jahre 1906 384 217 t gegen 366 616 t Eisenerz im Jahre 1905. Von der Erzförderung entfielen 366 724 t auf die Insel Elba.

Der Mangel an eigenen Steinkohlen ist schuld daran, daß Italien trotz seiner vorzüglichen Erze eine nur sehr geringe Roheisenerzeugung besitzt, doch hat dieselbe, wie die Tabelle auf Seite 110 ergibt, in den letzten Jahren eine recht beachtenswerte Steigerung erfahren. Im Jahre 1906 wurden Roheisen erblasen 135 296 t gegen 143 079 t im Jahre 1905. Italien besitzt zurzeit 4 Hochofenwerke. Die Stahlwerke umfaßten 2 Bessemer- und 2 Robert-Konverter und 42 Martinöfen.

Auf Elba wurde vor einigen Jahren nach Plänen von Dr. Ing. h. c. Fritz W. Lürmann eine Kokshochofenanlage in Portoferraio gebaut, desgleichen ist an der der Insel Elba gegenüberliegenden Küste Tokanas, in Piombino eine neue Hochofen-, Stahl- und Walzwerksanlage nach Lürmannschen Plänen errichtet. Ohne auf die übrigen Werke näher einzugehen, sei nur erwähnt, daß man in Turin nach dem Stassano-Verfahren Elektro Stahl erzeugt.

Im Jahre 1906 betrug Italiens Erzeugung:

Roheisen . . . . .	135 296 t
Gußstücke zweiter Schmelzung . .	45 644 »
Geschmiedete und gewalzte Blöcke	41 722 »
Schienen . . . . .	52 750 »
Bleche, Stahl und Profileisen . .	419 625 »
Röhren . . . . .	4 000 »
Draht, Nägel, Niete . . . . .	6 000 »
Weißblech . . . . .	16 350 »

## n) Griechenland.

Der bergmännische Betrieb, der lange darniederlag, hat in den letzten Jahren erheblich zugenommen. Eine Reihe von Konzessionen befinden sich in den Händen von Franzosen und Engländern, das deutsche Kapital ist indessen noch fern geblieben.

Eisenerze, und zwar Roteisensteine, kommen im südlichen Bergland von Laurion vor. Ein lebhafter Betrieb auf Eisenstein besteht auch auf Seriphos, einer kleinen Insel der Cykladen. Die Lagerstätten enthalten einen Roteisenstein mit durchschnittlich 49 bis 52 % Eisen, ferner Brauneisenerz und Magnet Eisenstein. Weitere Vorkommen sind die von Kythnos und Grammatiko in der Nähe von Marathon. In Kythnos sind die alten Baue vor einigen Jahren wieder aufgenommen und beträchtliche Mengen Eisenerz mit 50 % Eisen und 2 bis 3 % Mangan erschlossen worden. In Grammatiko wird zurzeit ein lebhafter Bergbau getrieben und man hat zum Transport der Erze zum Meere eine 15 km lange Eisenbahn und im Hafen von Limeona besondere Erzverladeeinrichtungen angelegt. Außerdem kommen noch Eisenerze in Siphnos und Skyros vor. Auf einigen griechischen Inseln werden auch Manganerze gewonnen. Die mächtigen Eisenerzlagerstätten von Lokris werden erst in geringem Maßstabe ausgebeutet. Die Erze sind reich an Eisen und enthalten außerdem Chrom und Titansäure.

In den Jahren 1905 und 1906 wurden gewonnen:

	1905	1906
Eisenerze . . . . .	465 622 t	680 620 t
Manganeisenerze . . . . .	89 687 »	96 382 »
Braunkohle . . . . .	11 757 »	11 582 »
Magnesit . . . . .	43 498 »	—
Manganerz . . . . .	8 171 »	10 040 »
Chromerz . . . . .	8 900 »	11 530 »

Im Jahre 1906 wurden 111 735 t griechische Erze ausgeführt. Die Erze gehen in erster Linie nach England, in zweiter Linie nach Belgien. Trotz der von Jahr zu Jahr wachsenden Eisensteinförderung und des gesteigerten Bedarfs an Gußeisen für die Maschinen-Industrie sind Eisenhütten in Griechenland bis jetzt noch nicht errichtet, weil das Land, ebenso wie Italien, keine Steinkohlen besitzt und der griechische Markt für größere Mengen von Roheisen noch nicht genügend aufnahmefähig ist. Gegenwärtig haben jedoch die Aufschließung des Steinkohlenlagers von Heraklea im benachbarten Kleinasien und das

gelöste Problem der Hochofengasbenutzung für Gasmotoren dazu geführt, die Anlage einer Eisenhütte ernstlich in Erwägung zu ziehen. Vor einigen Jahren bestand der Plan, die laureatischen Rot- und Magneteisenerze zu verschmelzen und täglich 100 t Spiegeleisen zu erzeugen. Als Schmelzkoks sollte solcher aus Herakleakohle verwendet werden.

#### o) Kanada.

Mit dem Beginn des neuen Jahrhunderts ist in Kanada ein Fortschritt eingetreten, der die bisher unbedeutende Eisenindustrie dieses Landes auch mit Rußland, Frankreich, Österreich und Belgien in die zweite Klasse der Eisen und Stahl erzeugenden Länder stellt: zunächst freilich nur in bezug auf die Darstellungsfähigkeit, nicht auf die wirkliche Erzeugung. Gerade die größten der neuen Werke sind erst im Jahre 1902 in regelmäßigen Betrieb eingetreten. Aber schon im Jahre 1901 hob sich die Roheisenerzeugung Kanadas plötzlich von 86 000 auf 245 000 t und stieg im Jahre 1902 auf 319 600 t, sie erreichte im Jahre 1905: 475 491 t und stieg im darauffolgenden Jahre auf 550 628 t. Davon entfielen 534 128 t auf Koksroheisen, 16 277 t auf Holzkohlenroheisen und 233 t auf Roheisen, das im elektrischen Ofen dargestellt worden war. Die Anzahl der Hochöfen belief sich am 31. Dezember 1906 auf 15, davon sieben außer Betrieb. Nicht wenig hat zu dieser raschen Entwicklung die Prämie beigetragen, welche die canadische Regierung zur Unterstützung der heimischen Industrie ausgesetzt hat und die für Roheisen 2, für Stahl 3. § für die Tonne beträgt. Das bedeutendste Werk Kanadas liegt in Sydney an der Ostküste Neu-Schottlands, wo eine vier Hochöfen umfassende Anlage für eine angebliche Jahreserzeugung von 500 000 t und ausgedehnte Stahl- und Walzwerke errichtet sind. Die Erze kommen aus Belle Isle an der neufundländischen Ostküste, die Kohlen von Cape Breton. Ferner wurden auch in der Provinz Ontario in jüngster Zeit bedeutende Werke erbaut. Das bedeutendste derselben befindet sich in Sault Ste. Marie und soll ein Jahresdarstellungsvermögen von 380 000 t erhalten. Diese Anlage ist nur ein Teil der in den letzten Jahren entstandenen Riesenunternehmungen, die auf der kanadischen sowie auf der amerikanischen Seite der Stromschnellen von Sault Ste. Marie am Ausfluß des Oberen Sees die Wasserkraftsrechte besitzen, aus denen sie bisher in zwei Kanälen 80 000 P. S. entwickelt haben. In allerjüngster Zeit hat man in Canada eingehende Versuche gemacht, Eisen und Stahl auf elektrischem Wege herzustellen.

### p) Übrige Länder.

Algier und Tunis. Die Magnet-, Rot- und Spateisensteinlager in Algier sind namentlich von Wichtigkeit für England und Deutschland; ihre Verschiffung erfolgt über die Häfen von Benisaf und Bona. Im Jahre 1905 wurden 665 000 t Eisenerz von Algier verschifft gegen 469 000 t im Vorjahre. Das Mocta-Erz hat 58 bis 61% Eisen, im Tafna-Erz werden 55% gewährleistet; andere vielversprechende Eisenerzgruben liegen in Rar-el-Maden.

Indien. Indien ist reich an Eisenerzen; die wichtigsten Lagerstätten liegen im Bezirk von Salem, die dortigen Eisenerze enthalten 60% Eisen. Die indische Eisenerzförderung betrug im Jahre 1905 103 754 t, die Förderung an Mangenerz 257 958 t, an Chromerz 2751 t. 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; hingegen entwickelte sich der Mangenerzbergbau infolge des teilweisen Versagens der russischen Lieferungen recht kräftig. Das Mangenerz wurde in drei Sorten geschieden und 316 699 t im Jahre 1905/1906 zur Ausfuhr gebracht. Die Kohlenförderung Indiens, die überhaupt die größte von allen englischen Kolonien ist, belief sich im Jahre 1905 auf 8 552 423 t. Die Eisenindustrie, die infolge mancher Schwierigkeiten und zielloser Arbeit lange Zeit keinen rechten Fortgang nahm, scheint sich jetzt nach dem Übergang der Staatswerke in den Besitz einer Privatgesellschaft (Barakar Iron Works der Bengal Iron and Steel Co.) mehr zu entfalten.

China. Die Anfänge der chinesischen Eisenindustrie datieren Jahrtausende zurück. Kohlen und Eisenerze lagern in ungeheuren Mengen und bester Qualität in den verschiedensten Teilen des Landes, u. a. auch in Shantung, wo die Shantung-Bergbau-Gesellschaft schon seit einigen Jahren Kohlen fördert.

Das einzige moderne Eisenwerk in Hanyang wurde in den letzten Jahren einem umfassenden Umbau unterzogen und liefert heute an Roheisen etwa 60 000 t pro Jahr, während man mit der Stahl- und Walzwerksproduktion kürzlich begonnen hat.

Japan. Japan besitzt zwar gute Kohlenschätze, ist aber arm an Eisenerzen. Die Kohlenförderung des Jahres 1904 betrug

10 723 796 t, die Eisenerzförderung 24 886 t, die Eisenerzeugung belief sich auf 38 143 t. So ist auch das neue Hochofen- und Stahlwerk in Yawatamura, für welches die Einrichtungen zum größten Teil aus Deutschland stammen, hauptsächlich auf chinesische Erze angewiesen. Dasselbe hat zurzeit noch keine befriedigenden Ergebnisse geliefert, obwohl es bis 1903 schon 42,5 Millionen Mark verschlungen hatte; weitere 25 Millionen Mark sind noch zum völligen Ausbau erforderlich.

**Australien.** In Süd-Australien sind bedeutende Eisenerzlager, auch in Tasmanien und Queensland harren ausgedehnte Erzvorkommen ihrer Ausbeutung. Die Magnetit- und Hämatitvorkommen von Mount Lucy werden auf 350 000 t geschätzt. Überdies kommen bedeutende Eisenerzlagerstätten in Neusüdwaies in unmittelbarer Nähe von Kohle und Kalkstein vor, ebenso auch in Victoria, wo Hämatit und Brauneisenerze vorkommen, und in Mittagong, wo Magneteisenstein mit Mangan-, Nickel- und Rhodiumgehalt in mächtigen Flözen vorkommt. Große Lager von Eisensand, der zumeist titanhaltig ist, kommen auf den neuseeländischen Inseln vor. Ende November v. Js. gelangte die erste Eisenerzsendung von Südastralien nach England. Das Erz soll an 60 % Eisen enthalten und fast frei von Schwefel sein. Im vergangenen Jahre wurde auch ein Hochofenwerk zu Lithgow, 150 km westlich von Sidney errichtet, welches im Sommer dieses Jahres in Betrieb kam. Der Wert der Einfuhr von Eisen und Stahl nach Australien stellte sich im Jahre 1906 auf rund 85 Millionen Mark.

**Südamerika.** Chile ist reich an Eisen- und Manganerzen, ohne daß es bisher indessen zu größerer Ausbeute gekommen wäre. Ähnliches läßt sich von Brasilien sagen, doch hat dort die Manganzergewinnung große Fortschritte gemacht: im Jahre 1901 betrug die Ausfuhr 98 828 t, sie stieg im Jahre 1903 auf 161 926 t und erreichte 1905 224 377 t. Davon gingen 88 880 t nach den Vereinigten Staaten, 65 426 t nach England, 36 270 t nach Belgien, 13 738 t nach Frankreich und 9013 t nach Deutschland. Auch in Columbien hat man mit dem Abbau von Manganerzen begonnen.

**Kuba und Portorico.** Die ausgedehnten Eisenerzvorkommen sind lange bekannt, ohne daß ihnen bisher die nötige Beachtung geschenkt worden war. Die kubanischen Erze haben ein lebhaftes Interesse für die Eisenwerke im Osten der Vereinigten Staaten. In den Jahren 1901 bis 1905 sind 2 784 965 t nach den Vereinigten

Staaten ausgeführt worden. Ferner sollen mächtige Manganzlager vorhanden sein, so daß man hofft, mit der Zeit den ganzen amerikanischen Bedarf an Manganzern hier decken zu können. Auch Portorico besitzt Eisenerzvorkommen, deren Verwertung 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 von unsern Kolonien, auch von Transvaal und Natal, obwohl man dort mit der Gewinnung der in nicht unerheblichen Flözen vorkommenden Kohle schon erhebliche Fortschritte gemacht hat.

(Unsere Zahlen und sonstigen Angaben sind teils der Zeitschrift „Stahl und Eisen“, im besonderen aber auch den offiziellen Statistiken der einzelnen Länder entnommen.)

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

Für obige Metalle gibt nachstehende Tabelle Aufschluß über den ungefähren Wert der Erzeugung in Millionen Mark.

	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906
Kupfer . .	429	464	720	750	731	595	702	870	979	1306
Blei . . .	186	219	247	303	222	205	212	236	276	353
Zink . . .	158	185	248	197	176	200	214	288	341	388
Zinn . . .	90	104	189	215	212	220	246	251	277	363
Nickel . .	11,9	17,2	19,6	23	26	28	33	40	41	54
Aluminium .	8,5	9	13	15	15	18	19	22	40	51

Der Menge nach stellte sich in den letzten Jahren die Erzeugung wie folgt:

	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906
metrische Tonnen								
Rohkupfer .	478 900	499 500	535 200	554 900	592 400	648 200	688 400	732 500
Rohblei . .	812 000	873 200	869 800	893 000	897 800	966 100	985 200	996 300
Rohzink . .	489 189	478 500	507 400	545 300	571 600	625 400	658 700	702 000
Rohzinn . .	73 800	80 300	89 200	91 300	96 500	98 800	96 800	98 500
Nickel . . .	7 855	7 526	8 810	8 740	9 850	12 000	12 500	14 300
Aluminium .	6 000	7 300	7 500	7 800	8 200	9 300	11 500	14 500

Auf Deutschland entfallen von diesen Erzeugungsmengen:

	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906
	metrische Tonnen							
Rohkupfer . .	34 634	30 929	31 376	30 578	31 214	30 264	31 717	32 275
Rohblei . .	129 225	121 513	123 098	140 331	145 319	137 580	152 590	150 741
Rohzink . .	153 155	153 350	166 283	174 927	182 548	193 058	198 208	205 691
Rohzinn . .	1 481	2 031	1 451	3 000	5 060	5 000	5 496	6 300
Nickel . .	1 115	1 376	1 660	1 604	1 600	2 000	2 700	2 800

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 Nutzmehalle einen mächtigen Aufschwung genommen hat.

### Eisenbahnen und Wasserstraßen.

Die Verkehrsmittel spielen im Eisengewerbe eine hochbedeutende Rolle. Die zu bewältigenden Stoffmengen sind so groß, daß endgültig das ganze Geheimnis 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 Erzen und Kohlen sowie den Küsten und seinen vortrefflichen Häfen genießt einen natürlichen Vorsprung vor allen anderen Ländern. Für rheinisch-westfälische Verhältnisse rechnete man bei der letzten Eisenenquete, daß 28 bis 30 % der Gestehungskosten des Roheisens in Frachten bestehen, für Cleveland (England) dagegen nur 8 bis 10 %. Einzelne Hochofenwerke am Niederrhein und in Westfalen zahlen alljährlich 4 bis 5 Millionen Mark und mehr an Eisenbahnfrachten. Man mag daraus entnehmen, um welche Summen es sich im ganzen handelt.

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 nennenswerte 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, nachteilig. Beim Bezug von Nassauer Erzen kann man 250 km, bei Siegener Erzen 130 km, bei Minette aus Luxemburg-Lothringen 325 bis 350 km, bei spanischen und schwedischen Eisensteinen neben der Seefracht 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 direkt 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 zustatten kommt, daß zu einer Tonne Roheisen rund 3 Tonnen Erz, dagegen nur rund 1 Tonne Koks nötig 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, Connellsville-Pittsburg 90 km; Lake Superiorerze, außer einem Wasserweg auf den binnenländischen Seen von über 1000 km, Eisenbahntfernung von Ashtabula am Eriesee bei 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.

Wenngleich die Vorzüge, welche mit der Verstaatlichung der engl. Eisenbahn 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 ab-

hängt, schob sich ein starres, unbewegliches Glied, das, unbeeinflusst von örtlichen und zeitlichen Umständen, nur hohe Erträge 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 Überschüsse an den Staat abführt, der sie zu anderen Zwecken verbraucht. Sogar die notwendige Vermehrung der Lokomotiven und Wagen fand zeitweise nicht in genügendem Maße statt, vielmehr mußten dafür viel zu spät besondere Anleihen verlangt werden. Ansätze zu einer Besserung sind von der Industrie freudig begrüßt worden.

Daß der Personenverkehr nicht ergiebig, vielmehr dessen Ausfälle durch den Gütertransport gedeckt werden müssen, wird seit Jahren behauptet. Durch Landtagsabgeordneten Dr. Beumer ist berechnet, daß das Verhältnis der Ausgaben zu den Einnahmen im Personenverkehr zu dem Güterverkehr wie 92 zu 51 und die Einnahme für den Personen- 3,20  $\text{ö}$  bzw. für den Gütertonnenkilometer 4  $\text{ö}$  beträgt, welcher eine Ausgabe von rund 3 bzw. 2  $\text{ö}$  gegenübersteht. Die Staatsbahnen fanden sich zu einer Klarstellung dieses sehr wichtigen Verhältnisses nicht bewegen.

Weit mehr als die Hälfte der auf den preußischen Bahnen beförderten Güter sind Kohlen, Koks und sonstige Brennstoffe, Erze und Eisen. Aus den Überschüssen 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 usw., entspricht. Andernfalls erhebt er eine versteckte Sondersteuer, eine sogenannte Verkehrssteuer, beutet das Eisenbahnmonopol im fiskalischen 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, genügt noch nicht.

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 Notstandstarif, auch wurde für den Erzverkehr zwischen den Ostseehäfen und Oberschlesien ein anerkennenswert niedriger

Tarif eingeführt. Am 1. Mai 1893 wurde ferner eine Ermäßigung für die Minettetransporte nach den Hochofenstationen des nieder-rheinisch-westfälischen Bezirks gegeben, die jedoch, als unzureichend, von keiner Wirkung war und diese erst erfuhr, nachdem am 1. Juni 1901 eine weitere Herabsetzung eintrat. Außerdem sind noch Ermäßigungen für den Kohlenbezug nach bestimmten Revieren eingetreten. Trotzdem sind aber auch heute noch unsere Rohstofftarife im Verhältnis zu denjenigen, wie sie vielfach im Ausland herrschen, verhältnismäßig als hoch zu bezeichnen. Auf eine Herabsetzung der Kalksteinfrachten für den Hochofenbetrieb hat die Erzindustrie bis heute vergeblich gewartet. Wie vom Geh. Finanzrat Jencke in überzeugender Weise dargetan wurde, hat der Eisenbahnminister oder, noch richtiger gesagt, der frühere Finanzminister Miquel sich wiederholt in einem circulus vitiosus bewegt, indem er die Eisenindustrie bei guter Geschäftslage, als auch die Eisenbahnen hohe Einnahmen hatten, dahin beschied, die wirtschaftliche 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 Überschüsse suchte.

Neben der Herabsetzung der Eisenbahnfrachten, infolge deren übrigens die Eisenbahnverwaltung keine Einbuße, sondern erhebliche Mehreinnahmen zu erwarten hätte, würde die endliche Durchführung der Kanalvorlage die Möglichkeit gewähren, die Massentransporte der Eisenindustrie billiger zu bewirken. Mit Recht hat die Begründung zur großen wasserwirtschaftlichen Vorlage, in welche die Mosel-, Saar- und Lahnkanalisierung einbezogen zu sehen die interessierten Kreise den dringenden Wunsch ausgesprochen haben, als wesentlichen Zweck die Ermäßigung der Transportgebühren bezeichnet. Sie sagt völlig zutreffend, daß dadurch die wirtschaftliche Annäherung der verschiedenen Landesteile, namentlich des Ostens und des Westens der Monarchie, gefördert und die Wettbewerbsfähigkeit des Inlandes gegen das Ausland sowohl auf den inländischen wie auf den ausländischen Märkten erhöht, endlich auch solchen Gütern ein Wert verliehen

werde, die bisher wegen zu hoher Transportkosten brach lagen. Ein weiterer Zweck besteht in der Unterstützung und Entlastung der Eisenbahnen, namentlich hinsichtlich der Beförderung von Massengütern. Das durch die Bewilligung eines Teiles der genannten Vorlage beschlossene Stückwerk des Mittellandkanals kann nur als eine Abschlagszahlung angesehen werden.

Eine Verminderung der Transportkosten ist vornehmlich im Binnenverkehr des eigenen Landes erwünscht. Sie wird zur Notwendigkeit, wenn das Ausland hinsichtlich der Güterbeförderung für die Erreichung der gemeinschaftlichen Absatzmärkte, insbesondere derjenigen in unserem eigenen Lande günstiger gestellt ist, als wir selbst.

### **Das Kartellwesen in der Eisenindustrie.**

Dies Büchlein würde nicht vollständig sein, wenn nicht auch des Kartellwesens mit einigen Worten gedacht würde, obwohl es vielleicht kein anderes volkswirtschaftliches Thema gibt, über welches so viel Ströme von Tinte durch berufene, mehr aber noch durch unberufene Federn vergossen wären, als gerade das Kartellwesen.

„Seit ihrem Auftreten“, so führte der Abgeordnete Dr. Beumer s. Zt. aus, „setzte man große Hoffnungen auf die Kartelle, rechnete ihnen Anpassung der Produktion an den Bedarf und an die Marktverhältnisse, sowie eine gewisse Stetigkeit der Preise mit besonderem Lobe an; heute werden ihnen alle möglichen Fehler vorgeworfen, und sie werden als Gebilde bezeichnet, die für die Entwicklung der Volkswirtschaft höchst nachteilig sein sollen. Beides geht zu weit. Die Kartelle und Syndikate sind als »Ansätze einer Neuorganisation im Wirtschaftsleben« überschätzt worden, und daraus erklären sich die heftigen Angriffe gegen sie, Angriffe, die deshalb nicht frei von Übertreibung sind, weil sie auf falschen Voraussetzungen beruhen. Unzweifelhaft ist, daß die Kartelle und Syndikate schon durch ihr Bestehen, das in die Wirtschaftstätigkeit der Abnehmer eine größere Gleichmäßigkeit und Stetigkeit hineinbrachte, ein gut Teil dazu beigetragen haben, daß die günstige Konjunktur von 1895 bis 1900 diese verhältnismäßig lange Dauer haben konnte, durch die wir bedeutend gestärkt sind und den Niedergang leichter zu ertragen vermögen. Wenn sie nicht in allen Fällen bei der Aufwärtsbewegung so mäßigend wirken konnten, wie es wünschenswert gewesen wäre,

so ist dies auf ihre noch mangelnde Organisation zurückzuführen.“

Wodurch sind die Kartelle in der Eisenindustrie und anderswo hervorgerufen worden? Die Antwort ist: Durch die bittere Not! Vielleicht in keinem anderen Industriezweig wechselt der Bedarf so stark, als gerade in der Eisenindustrie; es hat dies seine Ursache sowohl in den wechselnden Bedürfnissen für den Eisenbahnbau, als auch in denjenigen der Bautätigkeit, die je nach der Jahreszeit mit starkem oder schwachem Bedarf hervortritt. Anderseits erfordert der Betrieb der Eisenwerke eine Gleichmäßigkeit des Absatzes, dessen Innehaltung um so wichtiger wurde, je größer die Massenerzeugung anwuchs. Ein leichter Rückgang des Bedarfs hatte mitunter einen Preissturz zur Folge, der die Werke in die größte Verlegenheit brachte. Diese hiergegen zu schützen und die Kontinuität der Arbeit zu sichern, war die nächstliegende Aufgabe der Kartelle.

Es ist bezeichnend, daß der Ursprung des Kartellwesens in dem ältesten Industrieland, in England, zu suchen ist, wo angeblich auch heute noch die größte Anzahl der Kartelle besteht. In Deutschland sind die Bestrebungen auf diesem Gebiete schon alt, wie aus einer uns vorliegenden Niederschrift über eine zu Bonn am 28. Juli 1843 stattgehabte Versammlung von Hütten- und Walzwerksbesitzern aus den westlichen Staaten des Zollvereins hervorgeht. Eines der ältesten bekannten Kartelle ist das Weißblechverkaufs-Kontor in Köln, das im Jahre 1862 gegründet wurde und das heute noch besteht. Sonst haben die Kartelle im allgemeinen nur eine verhältnismäßig kurze Lebensdauer zu verzeichnen, auch haben sie ihre Form vielfach geändert; so sind die Verbände, welche früher für Roheisen im Westen und am Niederrhein bestanden, seit mehreren Jahren in Syndikate übergegangen; dasselbe ist der Fall mit der Schienengemeinschaft, sowie dem Träger- und Halbzeugverband, die im Stahlwerks-Verband aufgegangen sind. Letzterer ist bis zum 30. Juni 1912 fest abgeschlossen; er umfaßt nicht nur den Verkauf der Erzeugnisse, die früher unter die genannten drei Verbände fielen, sondern hat auch die gesamte Flußeisenerzeugung der ihm angehörigen Werke, d. h. etwa 87 % der gesamten Flußeisenerzeugung des deutschen Zollvereins-Gebietes kontingentiert. Auch der Verkauf des Walzdrahtes liegt bis zum Jahre 1912 in den Händen eines Syndikates, das die Drähte und Drahtstifte noch einbeziehen will. Während dieses Buch zur Presse geht, sind die Verhandlungen darüber, ob auch das Stabeisen, von welchem gegen-

wärtig 3 bis 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Millionen Tonnen im Jahre in Deutschland erzeugt werden, syndiziert werden soll, noch im Gange. Außerdem bestehen noch Vereinigungen zum Verkauf von Stahlformguß, Radreifen und Radsätzen, Schiffbaustahl, Bandeisen, Schwarzblech, Gas- und Siederohren, Gußröhren, Stahlflaschen und ferner noch für viele Fabrikate der Kleineisenindustrie, so für Schwellenschrauben, Laschenschrauben, Pflugschare, Bügeleisen, Fensterbeschläge, Waggonbeschlagteile, Stiefeleisen, Schlösser, Messer- und Scherenschlägereien.

Am weitesten ausgebildet ist unzweifelhaft das Kartellwesen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, wo man durch finanzielle Zusammenlegungen größere Gruppen von Werken unter sich verschmolzen hat. Die weitaus wichtigste dieser Unternehmen ist die United States Steel Corporation, die mit einem Kapital von über 4 Milliarden Mark begründet worden ist und die von der nordamerikanischen Eisenerzeugung jetzt etwas mehr als die Hälfte beherrscht. Ihr Anteil an der Gesamterzeugung ist gegenwärtig etwa 60 %; sie hat neuerdings durch die Angliederung der Tennessee Coal and Iron Co. wieder einen Zuwachs erhalten, der auch die Südstaaten in ihren Bereich zieht. Bei der ungeheuren Macht, welche die United States Steel Corporation erlangt hat, ist es geradezu eine gebieterische Notwendigkeit, daß die deutschen Eisenwerke sich auch fest und fester zusammenschließen, und schon aus diesem Grunde sollten die vielfachen theoretischen Gegner, die die Syndikate der deutschen Berg- und Hüttenindustrie gefunden haben, die Überzeugung gewinnen, daß die Durchführung des Verbandsgedankens bei den deutschen Eisenwerken eine zwingende wirtschaftliche Notwendigkeit ist. Jedenfalls erscheint für diese freie Entwicklung geboten und ein Eingreifen der Staatsgewalt, nach der gerufen wurde, höchst bedenklich.

### Arbeiterverhältnisse.

Jedes Geschöpf kämpft ums Dasein, das heißt: es arbeitet. Vögel, Fische und andere Tiere 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 Raubtier arbeitet oft hart zur Erbeutung der nötigen 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. Teilung der Arbeit ist der Anfang des Gewerbefleißes, die Geschichte der Arbeit wird zur Kulturgeschichte. 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 Kultur 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 mannigfaltigeren Umwandlung als das Eisen. Professor Fr. Mohr hat die Wertsteigerung des Eisens infolge der weiteren Verarbeitung an einem hübschen Beispiel nachgewiesen. Bei Annahme eines Grundpreises von  $6 \frac{2}{3}$   $\text{M}$  für das Kilo Roheisen schließt die lange Reihe der immer kostspieligeren Gestaltung mit den in wertvolle Taschenuhren eingesetzten Stahlzylinderchen 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 gewerblichen Erzeugnisse, selbst unsere sogenannten Rohstoffe nicht ausgenommen, denn sie müssen gewonnen und zur Werkstelle geschafft werden. Es ziemt sich deshalb, auch einige Worte den Arbeitsverhältnissen zu widmen, soweit dies der knappe Umfang dieses Buchs zuläßt.

Durch die in Deutschland seit 1885 auf öffentlich-rechtlicher Grundlage eingeführte Zwangsversicherung besitzen wir eine gute Statistik für die gesamten Arbeiterverhältnisse. Durch diese Versicherung, die auf Gegenseitigkeit und Selbstverwaltung beruht, sollte den Arbeitern in den durch Krankheit, Unfall, Invalidität und Altersschwäche herbeigeführten Notlagen ein Anrecht auf eine standesgemäße, vor der Armenpflege bewahrende Fürsorge gesetzlich sichergestellt werden.

Wir haben demgemäß in unserer sozialen Gesetzgebung zu unterscheiden:

1. Krankenkassen: Beiträge etwa 3% der Lohnsumme,  $\frac{2}{3}$  vom Arbeiter,  $\frac{1}{3}$  vom Unternehmer zu zahlen; freie ärztliche Behandlung nebst Arznei und die Hälfte des Lohnes während 26 Wochen.

2. Unfallversicherung: Beiträge nach Umlageverfahren von den in Berufsgenossenschaften vereinigten Unternehmern zu leisten. Entschädigungen für alle Unfälle, welche eine längere Erwerbsunfähigkeit als 13 Wochen veranlassen, bei Erwerbsunfähigkeit in der Regel  $\frac{2}{3}$  des Lohnes (in Fällen, in denen der Verletzte derart völlig hilflos ist, daß er nicht ohne fremde Wartung bestehen kann, 100%), bei teilweiser Erwerbsunfähigkeit einen entsprechenden Bruchteil, bei Todesfällen höchstens 60% an die Hinterlassenen.

3. Invaliden- und Altersversorgung: Für Beiträge und Renten sind fünf Lohnklassen gebildet. Beiträge 14, 20, 24, 30 und 36  $\text{ö}$  für die Woche, je zur Hälfte vom Arbeiter und Unternehmer. Der Staat leistet zu jeder Rente 50  $\text{M}$  Zuschuß. Wartezeit für Invaliden 200 Wochen, für Altersversorgung 1200 Wochen. Invalidenrente mindestens in den fünf Lohnklassen 119 bis 186  $\text{M}$ , ohne Beschränkung des Höchstbetrages. Altersrente 110 bis 230  $\text{M}$  in den fünf Lohnklassen.

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 Notlagen des modernen Erwerbslebens jeden Hilfsbedürftigen mit seiner schützenden Fürsorge umgibt und in der weiteren Entwicklung auf die wirtschaftliche und gesellschaftliche Lage der Arbeiter, ja des gesamten Volkes nicht ohne wohltätige Rückwirkung bleiben kann. Wieweit dies Programm in die Tat umgesetzt worden ist, darüber gibt ein „Leitfaden“ gute Auskunft, der vom Reichsversicherungsamt im Jahre 1907 für den internationalen Kongreß für Hygiene und Demographie zusammengestellt worden ist. Danach erhalten wir bei einer Gesamtbevölkerung des Deutschen Reiches von 60 300 000 Köpfen die folgende Gesamtübersicht über die Arbeiterversicherung:

Krankenversicherung (seit 1885)		Unfallversicherung (seit 1885)		Invalidenversicherung (seit 1891)	
	Mark		Mark		Mark
Krankengeld	1 228 392 876	Unfallrenten .	860 880 592	Invalid.-Rent.	678 798 492
Arzt . . . . .	571 002 378	Hinterbl.-Rent.	214 964 864	Alters-Rent. .	355 948 810
Heilmittel . .	440 131 406	Heilverfahren	38 110 776	Heilverfahren	67 632 247
Anstaltspflege	337 231 691	Anstaltspflege	60 837 857	Beitragsersstattungen	
Sterbegeld . .	90 682 435	Sterbegeld . .	7 565 073	a) bei Heirat	43 611 564
Wochenbett .	41 126 446	Witwen-Abf. .	8 548 526	b) bei Tod .	15 950 380
Sonst. Leist. .	42 723 806	Ausländer-Abf.	2 998 614	c) bei Unfall	228 430
1885—1905	2 751 291 038	1885—1905	1 193 906 302	1891—1905	1 162 169 923
dazu 1906	270 000 000	dazu 1906	143 000 000	dazu 1906	166 000 000
Summa . . .	3 021 000 000	. . . . .	1 337 000 000	. . . . .	1 328 000 000

Die wohltätige Rückwirkung für die wirtschaftliche und gesellschaftliche Lage der Arbeiter, ja des gesamten Volkes kommt durch die folgenden, seit Einführung der Gesetze gewährten Entschädigungen zum Ausdruck:

Versicherung gegen	Krankheit	Unfall	Invaldität
Versicherte Personen . . . . .	11 903 794	19 384 803	13 948 200
Entschädigte Personen . . . . .	4 848 600	1 034 800	1 286 000
Einnahmen (Mark) . . . . .	288 122 533	178 965 632	250 311 897
Darunter } Arbeitgeber . . . . .	87 102 111	157 822 737	80 645 920
Beiträge der } Arbeitnehmer . . . . .	187 692 322	—	80 645 920
Ausgaben . . . . .	272 296 297	157 539 727	173 177 165
Darunter } Entschädigung . . . . .	257 317 245	136 147 717	158 220 011
Kosten der } Verwaltung . . . . .	14 979 052	21 392 010	14 957 154
Vermögensbestand . . . . .	226 106 493	258 603 666	1 237 540 200
Entschädigung pro Fall . . . . .	53,07	130,88	123,03
Belastung pro Versicherten . . . . .	22,87	8,41	15,00

Bis Ende 1906 haben also im ganzen rund 75 Millionen Personen 5,6 Milliarden Mark an Entschädigungen erhalten, dabei haben die Arbeiter nur die kleinere Hälfte an Beiträgen aufgebracht und bereits 2,4 Milliarden mehr an Entschädigungen erhalten, als Beiträge gezahlt. Gegenwärtig werden für diesen Zweck der Arbeiterfürsorge in Deutschland schon täglich 1,6 Millionen Mark aufgewendet, während die angesammelten Vermögensbestände 1,8 Milliarden erreichen, davon sind über 500 Millionen Mark für den Bau von Arbeiterwohnungen, Kranken- und Genesungshäusern, Volkshäusern und -bädern und ähnliche Wohlfahrtseinrichtungen verwendet worden.

Um die Bedeutung des Geschäftsumfanges der Eisen- und Stahl-Berufsgenossenschaften darzutun, diene die folgende für das Jahr 1906 aufgestellte Nachweisung:

	Gegen Unfall versicherte Personen	Anrechnungs- fähige Löhne M
Maschinenbau- und Kleineisenindustrie- Berufsgenossenschaft . . . . .	211 327	256 743 264
Rheinisch-Westfälische Hütten- und Walz- werks-Berufsgenossenschaft . . . . .	163 507	245 374 697
Süddeutsche Eisen- und Stahl-Berufs- genossenschaft . . . . .	188 271	210 259 475
Zu übertragen	563 105	712 377 436

	Gegen Unfall- versicherte Personen	Anrechnungs- fähige Löhne <i>M</i>
Übertrag	563 105	712 377 436
Nordwestliche Eisen- und Stahl-Berufs- genossenschaft . . . . .	151 774	165 269 236
Sächsisch-Thüringische Eisen- und Stahl- Berufsgenossenschaft . . . . .	143 827	160 371 130
Nordöstliche Eisen- und Stahl-Berufs- genossenschaft . . . . .	118 979	135 001 064
Schlesische Eisen- und Stahl-Berufs- genossenschaft . . . . .	105 897	98 914 679
Südwestdeutsche Eisen- und Stahl-Berufs- genossenschaft . . . . .	72 206	85 331 271
	1 155 788	1 357 264 816

Im ganzen umfaßten die 66 gewerblichen Berufsgenossenschaften im Jahre 1906: 669 662 Betriebe, in denen 7 999 097 versicherte Personen beschäftigt waren, so daß auf die Eisenindustrie ziemlich genau der sechste Teil davon entfiel. 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 Teil sogar übertroffen wurde. Auch heute bestehen auf vielen Werken noch über die gesetzlichen Verpflichtungen hinaus mannigfache, zum Wohle der Arbeiter und Beamten getroffene Einrichtungen. Die bekannten Einrichtungen einer Fried. Krupp A.-G., 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 an sich schon bedeutungsvollen Ziffern, die unsere soziale Fürsorge aufzuweisen vermag, treten in ein um so helleres Licht, wenn wir damit das vergleichen, was bisher vom Auslande auf demselben Gebiete geleistet ist. Die vielfach verbreitete Annahme, daß die übrigen Staaten dem sozialpolitischen Vorgehen Deutschlands rasch folgen müßten und würden, bestätigt sich bis jetzt nur in geringem Umfang.

Im Jahre 1902 bzw. 1904 trat in Luxemburg das Gesetz über die Unfallversicherung der Arbeiter in Kraft; 1904 folgte die

Krankenversicherung, dagegen fehlt sie noch für Altersversorgung. 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 Österreich 1887 mit der Unfall-, 1888 mit der Krankenversicherung für das Gewerbe gefolgt, aber die Invaliditäts- und Altersversicherung fehlt mit Ausnahme des Bergfaches noch heute. In Großbritannien herrschte bis 1897 ein sehr unvollkommenes Haftpflichtgesetz, seither ist wohl eine Besserung eingetreten, aber das neue Gesetz sichert weder Unfallverhütung, noch gewährt es Heilkosten und kostenfreies Verfahren. Die Krankenversicherung ist freiwillig, und auf diesem Wege und hauptsächlich auf Kosten der Arbeiter ist etwa die Hälfte der letzteren versichert. Invaliditäts- und Altersversicherung fehlen in diesem Lande.

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 gibt 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 übrige 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 Ständerat einmütig 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.

In Großbritannien und den Vereinigten Staaten steht man 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« früher in Nordamerika spielten, ist noch im Gedächtnis, ebenso die erbitterten Kämpfe, die sich zwischen den Arbeiterorganisationen und den Werksleitungen vollzogen haben. Wenn zwischenzeitlich Ruhepausen eingetreten sind, so liegt wohl der Hauptgrund in dem Übermut der Führer, welche den Bogen zu straff spannten, oder in dem Rückgang der Konjunktur. 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 Tätigkeit entwickeln, stehen die alten konservativen Gewerkvereine in grundsätzlichen 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 sozialdemokratischen Anschauungen. Die ungemein große Zahl von Arbeiterausständen, 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 *M* belaufen, leisten sie Erhebliches in Krankheitsfällen, für Altersversorgung, an Begräbniskosten, bei Unfällen, gegen Arbeitslosigkeit usw. 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 Wirtschaftlichkeit, Wohltun, 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 Sozialdemokraten, ja sogar anders als die mancher Staatssozialisten, welche nur den Unternehmer — häufig recht überflüssiger Weise — mahnen, dagegen niemals den Arbeiter an seine Pflichten erinnern. Dank der Kameradschaftlichkeit, die alle Angehörigen der deutschen Eisenwerke vom obersten Leiter bis zum Lehrling beseelt, ist die deutsche Eisenindustrie bisher vor größeren Streitigkeiten zwischen Arbeitnehmern und Arbeitgebern bewahrt geblieben; in den Fällen, in denen ein Zwiespalt entstand, ist wohl jedesmal der Nachweis zu erbringen, daß die Ursache auf von außen hereingetragene Verhetzung zurückzuführen war.

Möge dieser kameradschaftliche Geist, dem die deutsche Eisenindustrie ihren Erfolg in fleißiger Arbeit verdankt, uns auch fernerhin erhalten bleiben, mögen aber auch alle Beteiligten sich bewußt sein, daß ohne eine stramme Disziplin der Betrieb auf unseren Eisenhütten nicht aufrecht zu erhalten ist.

### **Eisenzölle und Eisenpreise.**

Freihandel ist ein schönes Wort, das schon manchen Theoretiker bestochen hat. Britische Wirtschaftler verkündeten einst die Heilswahrheiten des Freihandels als eine unumstößliche Lehre, auf welche jeder ehrliche und verständige Mensch schwören müsse, und sie hatten von ihrem Standpunkt ganz recht, denn Freihandel bedeutet die Herr-

schaft Englands auf allen Märkten. Bei Betrachtung der einzelnen Länder haben wir die natürlichen Vorteile des englischen Eisengewerbes gegenüber anderen Staaten hervorgehoben, und es verdient betont zu werden, daß der Vorsprung, den wir vielleicht auf einzelnen technischen Gebieten zurzeit besitzen, in kurzer Zeit uns wieder verloren gehen könnte. Wollen wir nicht auf eine nennenswerte Blüte unserer Eisenindustrie verzichten, so sind wir fortgesetzt zu Schutzzöllen genötigt. Deutschland führte seine bestehenden mäßigen Sätze 1879, die Vereinigten Staaten ihre viel höheren 1883 ein, die aber teilweise im Jahre 1894 eine Ermäßigung erfuhren, zum größten Teil aber in prohibitiver Weise fortbestehen. Von den größeren Industriestaaten erhebt allein Großbritannien keine Zölle; bezüglich der anderen Staaten sei auf die hier angefügte Tabelle verwiesen.

Über die durchschnittlichen Marktnotierungen der verschiedenen Rohstoffe, Halbfabrikate und eine Reihe von Fertigfabrikaten der Eisenindustrie Deutschlands, Großbritanniens und Amerikas während des letzten Jahrzehnts geben die auf Seite 188 u. 189 zusammengestellten Zahlentafeln Auskunft.

### Die Zukunft des Eisengewerbes.

Im Jahre 1876 betrug die jährliche Kohलगewinnung der Erde etwas über 286 Millionen Tonnen, die Roheisenerzeugung  $14\frac{1}{3}$  Millionen Tonnen. Im Jahre 1906 waren diese Zahlen auf 1 Milliarde bzw. 60 Millionen gestiegen. Eine solche ungeheure Vermehrung muß ernstliche Besorgnis erregen, ob die unterirdischen Schätze wirklich für lange Zeiten ausreichen.

Um zu einem allgemeinen Urteil über die Kohlen- und Eisenerzvorräte der Erde zu gelangen, sei nachstehend eine Übersicht über die letzten Schätzungen mitgeteilt. Darnach betragen die Steinkohlevorräte in Deutschland:

	Aufgeschlossen Milliarden Tonnen	Mutmaßlich vorhanden Milliarden Tonnen
An der Ruhr . . . . .	129,3	258,6
An der Saar . . . . .	7,7	11,5
Bei Aachen . . . . .	1,2	2,4
In Oberschlesien . . . . .	140,8	140,8
In Niederschlesien . . . . .	0,8	1,2
Im Königreich Sachsen . . . . .	0,4	0,4
In den übrigen Becken . . . . .	0,4	0,4
Zus. Deutschland . . . . .	280,6	415,3



# Die Eisenzölle in den wichtigsten Ländern der Welt.

Belgien	Zolltarif von 1908	Pro 100 kg in Franc	Deutschland	Zolltarif	Pro 100 kg in Mk	Frankreich	Minimaltarif	Pro 100 kg in Franc	Italien	Vergütung	Pro 100 kg in Lire	Japan	Vergütung	Pro 100 Kati in Yen; Wertvoll (v. W.)	Oesterreich-Ungarn	Vergütung	Pro 100 kg in Kronen	Russland	Vergütung	Pro Pud in Rubel	Schweden	Vergütung	Pro 100 kg in Kronen	Spanien	II (Vergütungs-) Tarif	Pro 100 kg in Pesetas	Vereinigte Staaten von Amerika	Zolltarif von 1907	Koll pro Ton (t) od. Pfund (lb) in % oder Cent (c)
---------	--------------------	---------------------	-------------	-----------	------------------	------------	--------------	---------------------	---------	-----------	--------------------	-------	-----------	---------------------------------------	--------------------	-----------	----------------------	----------	-----------	------------------	----------	-----------	----------------------	---------	------------------------	-----------------------	--------------------------------	--------------------	--

## I. Eisenerz und -schlacken.

Belgien	Zollfrei	Zollfrei	Deutschland	Zollfrei	Zollfrei	Frankreich	Zollfrei	Zollfrei	Italien	Zollfrei	Zollfrei	Japan	Zollfrei	Zollfrei	Oesterreich-Ungarn	Zollfrei	Zollfrei	Russland	Zoll für Erz: 0,01% Zoll für Schlacke: 0,01%	Zollfrei	Zollfrei	Schweden	Zollfrei	Zollfrei	Spanien	Eisen- und -schlacken (t) 40c Chromerzschlacke und -erz sowie Magnetstein 100 kg . . . . . 0,02 Eisen- und -schlacken (t) 1 1/2	Eisen- und -schlacken (t) 40c Chromerzschlacke und -erz sowie Magnetstein 100 kg . . . . . 0,02 Eisen- und -schlacken (t) 1 1/2
---------	----------	----------	-------------	----------	----------	------------	----------	----------	---------	----------	----------	-------	----------	----------	--------------------	----------	----------	----------	---	----------	----------	----------	----------	----------	---------	--	--

## II. Roheisen etc.

Belgien	Zollfrei	Zollfrei	Deutschland	Zollfrei	Zollfrei	Frankreich	Zollfrei	Zollfrei	Italien	Zollfrei	Zollfrei	Japan	Zollfrei	Zollfrei	Oesterreich-Ungarn	Zollfrei	Zollfrei	Russland	Zollfrei	Zollfrei	Schweden	Zollfrei	Zollfrei	Spanien	Zollfrei	Zollfrei	Vereinigte Staaten von Amerika	Zollfrei
---------	----------	----------	-------------	----------	----------	------------	----------	----------	---------	----------	----------	-------	----------	----------	--------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	---------	----------	----------	--------------------------------	----------

## III. Stab- und sonstiges Fassoisen; Walzeisen.

Belgien	Zollfrei	Zollfrei	Deutschland	Zollfrei	Zollfrei	Frankreich	Zollfrei	Zollfrei	Italien	Zollfrei	Zollfrei	Japan	Zollfrei	Zollfrei	Oesterreich-Ungarn	Zollfrei	Zollfrei	Russland	Zollfrei	Zollfrei	Schweden	Zollfrei	Zollfrei	Spanien	Zollfrei	Zollfrei	Vereinigte Staaten von Amerika	Zollfrei
---------	----------	----------	-------------	----------	----------	------------	----------	----------	---------	----------	----------	-------	----------	----------	--------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	---------	----------	----------	--------------------------------	----------

## IV. Schienen.

Belgien	Zollfrei	Zollfrei	Deutschland	Zollfrei	Zollfrei	Frankreich	Zollfrei	Zollfrei	Italien	Zollfrei	Zollfrei	Japan	Zollfrei	Zollfrei	Oesterreich-Ungarn	Zollfrei	Zollfrei	Russland	Zollfrei	Zollfrei	Schweden	Zollfrei	Zollfrei	Spanien	Zollfrei	Zollfrei	Vereinigte Staaten von Amerika	Zollfrei
---------	----------	----------	-------------	----------	----------	------------	----------	----------	---------	----------	----------	-------	----------	----------	--------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	---------	----------	----------	--------------------------------	----------

In den wichtigeren Kohlen fördernden Ländern werden ferner die Vorräte wie folgt eingeschätzt:

	Vorräte Milliarden Tonnen
Deutschland . . . . .	415,3
Großbritannien und Irland . . . . .	193,0
Frankreich . . . . .	19,0
Belgien . . . . .	20,0 (?)
Österreich-Ungarn . . . . .	17,0 (?)
Rußland . . . . .	40,0 (?)
Europa . . . . .	704,3
Ver. Staaten von Amerika . . . . .	681,0

Hiernach ist Deutschland wesentlich besser versorgt als die übrigen europäischen Länder, während die Kohlenschätze Nordamerikas ungefähr auf derselben Höhe wie diejenigen Europas stehen.

Was die Schätzung der Eisenerzvorräte betrifft, so ist diese noch schwieriger als diejenige der Kohlen. Die folgende, nach Berechnungen des Schweden Törnebohm aufgestellte Tabelle ist daher auch mit der nötigen Vorsicht aufzunehmen:

Eisenerzvorräte	Millionen Tonnen
Deutschland einschl. Luxemburg . . . . .	2 200
Großbritannien und Irland . . . . .	1 000
Frankreich . . . . .	1 500
Rußland . . . . .	1 500
Spanien . . . . .	500
Schweden . . . . .	1 200
Andere Länder . . . . .	1 000
	8 900
Vereinigte Staaten . . . . .	1 100
Zusammen . . . . .	10 000

Auch in der Versorgung mit Eisenerz sieht es für Deutschland nicht schlecht aus, zumal da in den jüngeren Formationen sich noch viele eisenhaltige Mineralien finden, die aber heute noch nicht als Eisenerze angesprochen werden.

Der Engländer Sydney Lupton schildert die Folgen einer Erschöpfung der Steinkohlenlager für sein Vaterland eingehend und kommt zum Schluß: »Wenn durch das Spärlichwerden der Kohlen in England das Übergewicht in der billigen Herstellung einheimischer Fabrikate 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 Blüte 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 wertvolle 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?« Von anderer fachmännischer Seite werden aber die Befürchtungen als übertrieben bezeichnet und ein längeres Vorhalten behauptet.

Daß die Weltgeschichte gewaltige wirtschaftliche Wandlungen kennt, unterliegt keinem Zweifel, wir erinnern nur an die Erschöpfung blühender Reiche durch fortgesetzten landwirtschaftlichen Raubbau. In Belgien haben die Kohlen-Schächte bereits Tiefen erreicht, welche den Abbau erschweren. Mehr als anderswo verführt die Sucht des unmittelbaren Gewinnes den Amerikaner zur Raubwirtschaft. Seine Wälder lichten sich in rascher Weise, eine vernünftige Forstwirtschaft tut an vielen Orten not, 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 Minderwertige beiseite. Die geringeren Sorten von Kohlen und Erzen bilden stellenweise Halden, welche den Verkehr belästigen. Die unterirdischen Schätze Nordamerikas sind ja groß, sie dünken den Einwohnern schier unerschöpflich, trotzdem fehlt es nicht an warnenden Stimmen, welche aber in der allgemeinen Jagd nach dem Mammon verhallen. Während man bis vor nicht langer Zeit auch diesen Glauben der Unerschöpflichkeit der amerikanischen mineralischen Schätze hatte, haben neuere Studien ihn abgeschwächt und die Meinung befestigt, daß das altersschwache Europa auch in Zukunft noch seine bisherige Stellung in der Eisenindustrie der Welt behaupten wird.

Die Technik ist unausgesetzt bemüht, den Kohlenverbrauch zu vermindern, die Dampfmaschinen werden täglich verbessert, die Eisenhüttenleute sinnen fortwährend auf Herabminderung des Verbrauches von Kohlen. 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 deutsche Gelehrte, Professor Clausius, hat diesen Wahn gründlich zerstört: „Der Vorrat 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 notwendig ist, in langen, dem Bestehen des Menschengeschlechtes vorausgegangenen Zeitperioden zugewandt hat. Wenn dieser Vorrat 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.

Ein Blick auf die Übersicht der Vorräte, die unsere Erde an Kohlen und Eisenerz noch birgt, lehrt uns aber zu unserer Beruhigung, daß es in dieser Hinsicht mit unserem Vaterland nicht am schlechtesten bestellt ist und daß wir in absehbarer Zukunft wegen unserer Eisenindustrie recht wohl ohne Besorgnis sein können.

---

## 1. Deutschland.

Monat	Durchschnittshandelspreise in Mark für die Tonne									
	Kokskohle	Hochofen- koks	Gerösteter Spät	Qualitäts- Puddeleisen	Thomas- Roheisen	Thomas- Knüppel	Flußstah- eisen	Träger	Grobbleche	Kessel- bleche
1899										
Januar . . .	8,25	14,50	15,25	59,—	61,—	97,—	—	108,—	140,—	160,—
April . . .	8,50	14,50	16,90	—	72,—	97,—	140,—	—	147,50	170,—
Juli . . .	8,50	14,50	16,90	72,—	72,—	115,—	172,50	120,—	180,—	200,—
Oktober . .	8,75	14,50	16,75	78,—	86,—	127,—	185,—	127,—	185,—	210,—
1900										
Januar . . .	8,75	18,50	16,90	90,—	86,—	127,—	185,—	130,—	197,50	212,50
April . . .	10,75	21,—	20,40	90,—	90,20	135,—	190,—	140,—	200,—	217,50
Juli . . .	10,75	22,—	20,40	90,—	90,20	135,—	190,—	140,—	200,—	217,50
Oktober . .	10,75	22,—	20,40	90,—	90,20	110,—	170,—	140,—	195,—	—
1901										
Januar . . .	10,75	22,—	20,40	—	90,20	107,—	120,—	120,—	—	—
April . . .	10,75	22,—	—	—	—	97,—	115,—	110,—	—	—
Juli . . .	10,75	22,—	—	—	—	95,—	105,—	112,50	—	—
Oktober . .	10,75	22,—	—	—	—	92,—	100,—	100,—	—	—
1902										
Januar . . .	10,75	15,—	16,—	60,—	57,50	90,—	105,—	100,—	120,—	160,—
April . . .	9,75	15,—	16,—	60,—	58,—	95,—	110,—	105,—	130,—	160,—
Juli . . .	9,75	15,—	15,—	60,—	57,50	95,—	112,50	105,—	135,—	160,—
Oktober . .	9,75	15,—	14,40	58,—	57,50	90,—	100,—	105,—	132,50	160,—
1903										
Januar . . .	9,75	15,—	14,—	56,—	55,—	90,—	105,—	105,—	127,50	150,—
April . . .	9,75	15,—	14,—	56,—	57,—	90,—	111,—	105,—	130,—	150,—
Juli . . .	9,50	15,—	15,—	56,—	57,50	90,—	108,75	105,—	125,—	150,—
Oktober . .	9,50	15,—	15,—	56,—	57,50	90,—	107,50	105,—	125,—	150,—
1904										
Januar . . .	9,50	15,—	15,—	56,—	57,50	90,—	107,50	105,—	125,—	150,—
April . . .	9,50	15,—	15,—	56,—	57,50	90,—	112,50	105,—	125,—	150,—
Juli . . .	9,50	15,—	15,—	56,—	57,50	90,—	112,50	105,—	125,—	150,—
Oktober . .	9,50	15,—	13,50	56,—	57,50	90,—	106,50	105,—	125,—	152,50
1905										
Januar . . .	9,50	15,—	13,50	56,—	57,75	90,—	108,—	105,—	120,—	130,—
April . . .	9,75	15,—	13,50	56,—	57,75	90,—	108,—	105,—	120,—	130,—
Juli . . .	9,75	15,—	14,—	56,—	59,05	90,—	108,—	105,—	120,—	130,—
Oktober . .	9,75	15,—	14,50	59,—	60,15	90,—	112,—	105,—	120,—	130,—
1906										
Januar . . .	9,75	15,—	14,50	65,—	68,25	95	120,—	105,—	125,—	135,—
April . . .	10,75	15,50	14,50	65,—	68,25	95	122,50	105,—	140,—	145,—
Juli . . .	10,75	15,50	17,—	68,—	72,75	100	134,—	120,—	140,—	155,—
Oktober . .	10,75	15,50	17,—	78,—	72,75	105	144,75	120,—	152,50	165,—
1907										
Januar . . .	10,75	15,50	—	78,—	74,75	110	147,50	125,—	152,50	167,50
April . . .	12,50	18,25	19,60	78,—	74,75	110	149,—	125,—	145,—	155,—
Juli . . .	12,50	18,25	19,60	78,—	76,—	110	142,50	125,—	137,50	147,50
Oktober . .	12,50	18,25	19,60	78,—	76,—	110	130,—	125,—	129,—	140,—

## 2. Grossbritannien.

## 3. Ver. Staaten von Nord-Amerika.

Monat	Durchschnittshandelspreise in Shilling f. d. ton zu 1016 kg				Monat	Durchschnittshandels- preise in Dollars f. d. ton zu 1016 kg			
	Rubio fr. Middlesbro	Englisches Hämatit (Barrow)	Hochfenkoks franco	Middlesbrough		Cleveland- Roheisen III fr. Middlesbro	Lake Superior Eisenerz (Jahresdurch- schnitt)	Connellsviller Koks ab Ofen	Bessemer Roheisen ab Pittsburg
1899					1899				
Januar . . .	15/1½	16/9	15/6	44/6	Januar . . .		1,60	10,87	16,62
April . . .	15/7½	16/9	16/3	48/7½	April . . .	2,70	2,—	15,03	25,37
Juli . . .	17/1½	16/9	21/6	69/—	Juli . . .		2,25	20,65	33,12
Oktober . . .	18/1½	17/3	21/—	67/9	Oktober . . .		2,50	24,18	38,75
1900					1900				
Januar . . .	21/—	17/6	25/—	67/—	Januar . . .		2,83	24,90	34,50
April . . .	21/—	17/6	28/6	77/6	April . . .	5,14	4,—	24,70	32,—
Juli . . .	21/3	17/6	29/—	69/—	Juli . . .		2,50	16,75	21,—
Oktober . . .	21/6	19/6	27/—	68/9	Oktober . . .		1,95	13,06	16,20
1901					1901				
Januar . . .	18/—	19/6	17/6	49/6	Januar . . .		1,75	13,15	19,75
April . . .	14/9	17/—	14/—	45/3	April . . .	3,63½	2,—	16,75	24,—
Juli . . .	15/3	16/6	15/3	44/3	Juli . . .		2,—	16,—	24,—
Oktober . . .	15/9	16/6	16/6	45/6	Oktober . . .		2,—	15,89	26,70
1902					1902				
Januar . . .	15/6	16/—	16/3	43/6	Januar . . .		2,25	16,75	27,75
April . . .	16/—	16/—	15/—	47/—	April . . .	3,80	2,25	17,50	31,—
Juli . . .	15/6	16/—	15/3	50/3	Juli . . .		2,50	21,50	32,50
Oktober . . .	15/9	16/6	16/—	45/6	Oktober . . .		4,—	21,75	29,50
1903					1903				
Januar . . .	15/7½	16/—	15/6	46/9	Januar . . .		4,—	22,85	29,50
April . . .	16/3	16/—	16/9	51/9	April . . .	4,—	4,—	21,28	30,—
Juli . . .	16/—	16/6	16/—	48/6	Juli . . .		2,75	18,93	27,40
Oktober . . .	15/—	16/6	15/3	45/7½	Oktober . . .		2,—	16,—	27,—
1904					1904				
Januar . . .	14/10½	16/6	13/9	42/9	Januar . . .		1,60	13,90	23,—
April . . .	15/4½	16/6	14/3	44/6	April . . .	2,85	1,75	14,19	23,—
Juli . . .	14/7½	16/6	14/3	43/—	Juli . . .		1,50	12,46	23,—
Oktober . . .	14/7½	16/6	14/—	43/4	Oktober . . .		1,70	13,10	19,50
1905					1905				
Januar . . .	15/4½	16/6	14/9	50/—	Januar . . .		2,17	16,72	22,50
April . . .	15/4½	16/6	15/3	48/6	April . . .	3,50	2,25	16,35	23,75
Juli . . .	15/6	16/6	15/6	45/6	Juli . . .		1,75	14,97	22,50
Oktober . . .	18/9	16/6	15/6	52/6	Oktober . . .		2,60	16,54	25,62
1906					1906				
Januar . . .	21/6	18/—	17/9	54/9	Januar . . .		2,75	18,35	26,25
April . . .	20/3	18/6	17/—	50/6	April . . .	4,—	2,40	18,19	27,—
Juli . . .	19/7½	19/—	17/—	50/6	Juli . . .		2,45	18,35	27,—
Oktober . . .	21/9	19/6	18/6	56/3	Oktober . . .		2,85	20,35	28,—
1907					1907				
Januar . . .	24/3	22/—	24/6	59/6	Januar . . .		3,55	23,75	29,50
April . . .	22/3	23/—	20/6	56/—	April . . .	—	2,80	22,85	30,—
Juli . . .	22/6	23/—	21/—	57/9	Juli . . .		2,50	24,15	30,—
Oktober . . .	19/6	23/—	21/6	55/6	Oktober . . .		2,90	22,90	28,50

## Anhang.

## A.

Liste der deutschen und luxemburgischen Hochofenwerke  
nebst Angabe ihrer Leistungsfähigkeit.

Namen der Hochofenwerke	Zahl der Hochofen			Ungefähre Leistungsfähigkeit für die im Betrieb befindl. Öfen in 24 Stunden in Tonnen
	im Betrieb	außer Betrieb	im Bau	
<b>Rheinland und Westfalen.*</b>				(in Sa.)
§ Akt.-Ges. für Hüttenbetrieb, Duisburg-Meiderich . . . . .	3	1	1	750—1000
Aplerbecker Hütte, Aplerbeck i. W. . .	2	1	—	300
Bergischer Gruben- und Hüttenverein, Hochdahl . . . . .	2	—	—	200
Bochumer Verein, Bochum . . . . .	4	—	—	680
Concordiahütte, vorm. Gebr. Lossen, Akt.-Ges., Bendorf . . . . .	2	—	1	160
Gewerkschaft Deutsch, Kaiser, Bruckhausen	4	1	—	1500
Deutsch-luxemb. Bergwerks- und Hütten-Akt.-Ges., Abt. Friedrich-Wilhelmshütte, Mülheim a. d. Ruhr . . . . .	3	—	—	400
Duisburger Kupferhütte, Duisburg . . .	?	?	?	?
Eschweiler Bergwerksverein, Abt. Concordiahütte, Eschweiler-Pumpe . . . . .	2	—	—	320
Fried. Krupp, Akt.-Ges., Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen, Post Friemersheim	7	—	—	2000
† § Fried. Krupp, Akt.-Ges., Hermannshütte bei Neuwied . . . . .	3	—	—	230
† § Fried. Krupp, A.-G., Mülhofen b. Engers	4	—	—	300
§ Gelsenkirchener Bergwerks-Akt.-Ges., Abt. Schalker Gruben- u. Hütten-Verein, Gelsenkirchen . . . . .	4	1	1	750
Abt. Schalker Gruben- u. Hütten-Verein, Duisburg-Hochfeld (Vulkan) . . . . .	3	—	—	450
Gewerkschaft Carl Otto, Adelenhütte bei Porz . . . . .	1	—	—	100
§ Gutehoffnungshütte, Oberhausen . . . .	8	1	2	1600

\* Mit Ausnahme des Siegerlandes und des Saarbezirks.

† erblasen auch Spiegeleisen.

§ „ „ Ferro-Mangan.

Namen der Hochofenwerke	Zahl der Hochofen			Ungefähre Leistungsfähigkeit für die im Betrieb befindl. Öfen in 24 Stunden in Tonnen
	im Betrieb	außer Betrieb	im Bau	
Hasper Eisen- u. Stahlwerke, Haspe i. W. Henschel & Sohn, Cassel,	3	—	—	(in Sa.) 750
Abt. Heinrichshütte bei Hattingen . . .	2	—	—	240
Eisen- und Stahlwerk Hoesch, Dortmund	4	1	—	950
Niederrheinische Hütte, Duisburg-Hochfeld	3	1	1	330
§ Akt.-Ges. Phoenix,				
Abt. Hoerder Verein, Hoerde i. W. . . .	5	1	—	1000
» Dortmund Hochofenwerke, Dortmund . . . . .	1	1	—	140
» Duisburg-Ruhrort . . . . .	6	—	—	1000
» Berge-Borbeck . . . . .	2	1	—	400
» Kupferdreh . . . . .	1	1	—	100
Rheinische Stahlwerke, Duisburg-Meiderich	4	—	1	1200
Sieg-Rheinische Hütten-Akt.-Ges., Friedrich Wilhelmshütte a. d. Sieg . . . . .	2	—	—	300
Union, Akt.-Ges.,				
Abt. Dortmunder Eisen- und Stahlwerk, Dortmund . . . . .	4	1	—	860
» Horster Eisen- und Stahlwerke, Horst bei Steele . . . . .	2	—	—	300
<b>Siegerland.</b>				
Birlenbacher Hütte, G. m. b. H., Geisweid	1	—	—	25—30
† Brachbacher Hochofen - Gewerkschaft, Brachbach . . . . .	2	—	—	90—100
† Bremerhütte, Akt.-Ges., Weidenau . . .	2	—	—	170
† Akt.-Ges. Charlottenhütte, Niederschelden	2	—	—	100—120
† Cöln-Müsener Bergw.-Akt.-Ver., Creuzthal	2*	—	—	270—280
† Eiserfelderhütte, Akt.-Ges., Eiserfeld . .	1	—	—	60
Eiserner Hütte, Akt.-Ges., Eisern . . . .	1	—	—	60
† Bergbau- und Hütten-Akt.-Ges. Friedrichshütte, Herdorf . . . . .	2	—	—	200
† Geisweider Eisenwerke, Akt.-Ges., Geisweid . . . . .	2	—	—	200
Gewerkschaft Grünebacher Hütte, Grünebach bei Betzdorf . . . . .	1	—	—	12—15
Gewerkschaft Herdorfer Hütte, Herdorf .	1	—	—	16—17
† Hainer Hütte, Akt.-Ges., Siegen . . . .	1	—	—	55

† erblasen auch Spiegeleisen.

§ „ „ Ferro-Mangan.

\* 1 Holzkohlen-Hochofen.

Namen der Hochofenwerke	Zahl der Hochöfen			Ungefähre Leistungsfähigkeit für die im Betrieb befindl. Öfen in 24 Stunden in Tonnen
	im Betrieb	außer Betrieb	im Bau	
† Akt.-Ges. Menden und Schwerte, Abt. Johanneshütte, Siegen . . . . .	2	—	—	(in Sa.) 165—170
Niederdreisbacher Hütte, Niederdreisbach	1	—	—	20
† Akt.-Ges. Niederscheldener Hütte, Niederschelden . . . . .	1	—	—	60—70
Akt.-Ges. Rolandshütte, Weidenau . . .	3	—	—	180
Seelenberger Hütte, Herdorf . . . . .	—	1	—	—
† Gewerkschaft Storch & Schöneberg, in Kirchen a. d. Sieg, Hochofenwerk in Gosenbach . . . . .	1	—	1	30—35
† Ver. Stahlwerke v. d. Zypen und Wissener Eisenh., Akt.-Ges.				
Abt. Alfredhütte, Brückhöfe . . . . .	3	—	—	370
» Heinrichshütte, Au a. d. Sieg . . .				
† Westf. Stahlwerke, Abt. Marienhütte, Eiserfeld . . . . .	2	—	—	80
Gußstahlwerk Witten, Abt. Germaniahütte, Grevenbrück . . . . .	1	—	—	60—65
<b>Süddeutschland.</b>				
Eisenwerksgesellschaft Maximilianshütte, Rosenberg . . . . .	3	1	1	320
Königl. Bergamt, Amberg, Bayern . . .	1	—	—	73
Königl. Hüttenamt, Königsbronn, Württb.	—	1*	—	2,5—3
»       »   Wasseraltingen   »	1	—	—	15
<b>Hessen und Hessen-Nassau.</b>				
Buderus'sche Eisenwerke,				
Georgshütte bei Burgsolms . . . . .	2	—	—	170
Abt. Sophienhütte bei Wetzlar . . .	2	—	—	200
Siegen-Lothringer Werke vorm. H. Fölzer Söhne, Abt. Agnesenhütte, Haiger . .	—	1	—	—
<b>Nord- und Mitteldeutschland.</b>				
Eisenwerk Kraft, Kratzwiek bei Stettin	3	—	—	450—500
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück . . . . .	4	1	—	400
Hochofenwerk Lübeck . . . . .	2	—	—	400
Hohenzollernhütte Emden . . . . .	2	—	—	360—450

† erblasen auch Spiegeleisen.

\* Holzkohlen-Hochofen.

Namen der Hochofenwerke	Zahl der Hochofen			Ungefähre Leistungsfähigkeit für die im Betrieb befindl. Öfen in 24 Stunden in Tonnen
	im Betrieb	außer Betrieb	im Bau	
Harzer Werke zu Rübeland und Zorge, Akt.-Ges., Blankenburg a. Harz . . . . .	2*	1*	—	(in Sa) 7,5—8
Ilse der Hütte, Groß-Ilse bei Peine . . . . .	5	—	—	1000
Königl. Hüttenamt, Rotehütte a. Harz . . . . .	1*	1*	—	5
Eisenwerksgesellschaft Maximilianshütte, Unterwellenborn . . . . .	2	1	—	300
Mathildenhütte, Harzburg a. Harz . . . . .	2	1	—	140
Neuhütte J. W. Bley Müller, Schmalkalden	1*	1*	—	8—8,5
<b>Oberschlesien.</b>				
† Borsigwerk, Borsigwerk . . . . .	3	—	—	240
† § Donnersmarckhütte, Akt.-Ges., Zabrze . . . . .	3	1	—	270—300
Eisen- und Stahlwerke Bethlen-Falva, Akt.-Ges. in Ligu., Bismarckhütte . . . . .	3	—	—	330
Hubertushütte bei Hohenlinde . . . . .	2	1	—	190—200
Julienhütte bei Bobrek . . . . .	6	1	—	550—600
Königl. Hüttenamt, Gleiwitz . . . . .	1	—	—	75
Oberschlesische Eisenbahnbedarfs-Akt.-Ges., Friedenshütte . . . . .	5	—	1	550—600
Oberschlesische Kokswerke und chemische Fabriken, Akt.-Ges., Abt. Redenhütte, Zabrze . . . . .	—	1	—	—
Vereinigte Königs- und Laurahütte, Akt.-Ges. f. Bergbau u. Hüttenbetrieb, Berlin: Eisenwerk Königshütte, Königshütte . . . . .	5	—	1	420
» Laurahütte, Laurahütte . . . . .	2	—	1	180
Hüttenwerk Wziesko, Landsberg, O.-S. . . . .	1*	1	—	8—10
<b>Saar.</b>				
Rud. Böcking & Co., Halbergerhütte bei Brebach . . . . .	6	—	—	300
Dillinger Hüttenwerke, Dillingen . . . . .	2	—	—	260—280
Luxemburger Bergwerks- und Saarbrücker Eisenhütten-Akt.-Gesellsch., Burbacher Hütte, Burbach bei Saarbrücken . . . . .	6	—	2	900—1000
Röchlingsche Eisen- u. Stahlw., Völklingen	5	—	1	900
Gebr. Stumm, Neunkirchen, Bez. Trier . . . . .	5	—	—	650—700
* Holzkohlenhochöfen.				
† erblasen auch Spiegeleisen.				
§ " " Ferro-Mangan.				

Namen der Hochofenwerke	Zahl der Hochöfen			Ungefähre Leistungsfähigkeit für die im Betrieb befindl. Öfen in 24 Stunden in Tonnen
	im Betrieb	außer Betrieb	im Bau	
<b>Lothringen.</b>				(in Sa.)
Akt.-Ges. der Dillinger Hüttenwerke, Eisenhütte Redingen, Redingen . . .	2	1	—	270
Gelsenkirchener Bergwerks-Akt.-Ges., Abt. Aachener Hütten-Verein, Deutsch-Oth.	3	—	1	500
Lothringer Hütten-Verein Aumetz-Friede, Kneuttingen . . . . .	5	—	—	800
Lothringer Hütten-Verein Aumetz-Friede, Abt. Fentscher Hütte . . . . .	3	—	—	600—650
Röchlingsche Eisen- und Stahlwerke, G. m. b. H., Abt. Carlshütte, Diedenhofen . . .	4	—	—	800
Rombacher Hüttenwerke, Rombach . .	7	—	—	1300
» » Abt. Moselhütte, Maizières . . . . .	4	—	—	700
Rümelinger und St. Ingberter Hohöfen und Stahlwerke Akt.-Ges., Abt. Oettingen, Oettingen . . . . .	2	1	—	350
Hüttenvereinambre et Moselle, Maizières	3	—	—	350—400
Gebrüder Stumm, G. m. b. H., Neunkirchen, Bez. Trier, Abt. Eisenhütte Ueckingen	4	2	—	550—600
de Wendel & Co., Hayingen . . . . .	7	—	2	840—900
» » » » Groß-Moyeuve . . . . .	7	—	—	820—900
<b>Luxemburg.</b>				
Ch. & J. Collart, Steinfort . . . . .	2	—	—	90
Deutsch-luxemb. Bergw.- und Hütten-Akt.- Ges., Differdingen . . . . .	7	—	—	1200
Eisenhütten-Akt.-Ver. Düdelingen . . .	6	—	—	800
Le Gallais, Metz & Co., Dommeldingen .	3	—	—	300
» » » » » Esch . . . . .	4	—	—	400
Gelsenk. Bergw.-Akt.-Ges., Abt. Aachener Hütten-Ver., Esch a. Alz . . . . .	5	—	—	1100
Luxemb. Bergw.- und Saarbr. Eisenhütten- Akt.-Ges., Esch . . . . .	2	—	—	230—250
Rodinger Hochöfen, Rodingen . . . . .	3	—	—	380
Rümelinger Hüttengesellsch., Rümelingen	3	—	—	500—525

## B.

I. Liste der deutschen und luxemburgischen  
Flußeisenwerke mit Walzwerken.

	Vorhandene Konverter				Vorhandene Martinöfen			
	sauer		basisch		sauer		basisch	
	Anzahl	Fassung à t	Anzahl	Fassung à t	Anzahl	Fassung à t	Anzahl	Fassung à t
<b>Rheinland und Westfalen.</b>								
AnnenerGußstahlw.,Akt.-Ges.,Annen i.W.	—	—	—	—	—	—	2*	18
Baroper Walzwerk, Akt.-Ges., Barop. .	—	—	—	—	—	—	2	30
Bergbau- u. Hütten-Akt.-Ges., Friedrichs- hütte, Abt. Carl Stein, Wehbach a. d. Sieg	—	—	—	—	—	—	3	20
Bergische Stahlindustrie, G. m. b. H., Remscheid . . . . .	—	—	—	—	—	—		1
	—	—	—	—	—	—	7	10
	—	—	—	—	—	—	7	7
Bochumer Verein, Bochum . . . . .	3	8	—	—	2	25	5	25
							2	30
Bremerhütte, Akt.-Ges., Weidenau a. d. Sieg	—	—	—	—	—	—	1	50
							2	45
Charlottenhütte, Akt.-Ges., Niederschelden	—	—	—	—	—	—	2	20
							1	30
Gewerksch. Deutsch, Kaiser, Bruckhausen	—	—	5	15	1	15	7	15
Düsseldorfer Eisen- und Drahtindustrie, Düsseldorf-Oberbilk . . . . .	—	—	—	—	—	—	2	40
Düsseldorfer Röhren- u. Eisenwalzwerke, Düsseldorf-Oberbilk . . . . .	—	—	—	—	—	—	3	50
							1	25
Eicken & Co., Hagen i. W. . . . .	—	—	—	—	—	—	4	12
Eisenindustrie zu Menden und Schwerte, Schwerte i. W. . . . .	—	—	—	—	—	—	5	15
Eisen- und Stahlwerk Hoesch, Dortmund	—	—	3	12	—	—	4	20
							2	30
							2	50
Geisweider Eisenw., Akt.-Ges., Geisweid	—	—	—	—	—	—	3	10
Gelsenkirchener Bergwerks - Akt. - Ges., Abt. Aachener Hütten-Ver. Rothe Erde bei Aachen . . . . .	—	—	4	24	—	—	1	15
							1	25
							4	33

\* 2 Tiegelöfen mit 40 Tiegeln,  
1 Tiegelofen mit 75 Tiegeln.

	Vorhandene Konverter				Vorhandene Martinöfen			
	sauer		basisch		sauer		basisch	
	Anzahl	Fassung à t	Anzahl	Fassung à t	Anzahl	Fassung à t	Anzahl	Fassung à t
Gesellschaft für Stahlindustrie, Bochum	2	8 $\frac{1}{2}$	—	—	—	—	2	12
Gewerkschaft Grillo, Funke & Co., Gelsen- kirchen-Schalke . . . . .	—	—	—	—	—	—	3	18
							2	12
							3	35
Gußstahlwerk Witten, Witten a. d. Ruhr	—	—	—	—	—	—	2	18
							1	25
							3	20
							1	25
Gutehoffnungshütte, Oberhausen . . .	—	—	4	15	—	—	1	45
							4	13
							1	12
Hagener Gußstahlwerke, Hagen . . . .	—	—	—	—	1	7,5	2	15
Hahnsche Werke, Großenbaum . . . .	—	—	—	—	—	—	4	30
Peter Harkort & Sohn, G. m. b. H., Wetter a. d. Ruhr . . . . .	—	—	—	—	—	—	2	17
							2	20
Hasper Eisen- u. Stahlwerke, Haspe i. W.	—	—	3	8	—	—	—	—
Hüstener Gewerkschaft, Hüsten i. W. .	—	—	—	—	—	—	3	15
							1	30
							3	12
							3	15
Fried. Krupp, Akt.-Ges., Essen a. d. Ruhr	5	7,5	4	20	8	12	10	15
					1	25	11	25
							13	33
							2	40
» » » » Friedrich-Alfred- hütte, Rheinhausen . . . . .	—	—	1	20	—	—	2	25
							1	35
Oberbilker Stahlwerk, Düsseldorf-Oberb.	—	—	—	—	—	—	3	30
Akt.-Ges. Phoenix, Duisburg-Ruhrort .	—	—	4	16	1	12	1	16
» » Abt. Eschweiler-Aue	—	—	—	—	—	—	5	22
» » Abt. Hörder Verein, Hörde i. W. . . . .	—	—	4	21	1	18	3	25
							7	25
Rasselsteiner Eisenwerks - Gesellschaft, Rasselstein bei Neuwied . . . . .	—	—	—	—	—	—	2	10
Rheinische Stahlw., Duisburg-Meiderich	—	—	4	18	—	—	4	13
» » Abt. Duisburger Eisen- u. Stahlwerke, Duisburg-Hochfeld	—	—	—	—	—	—	4	25
Rheinische Metallwaren- und Maschinen- fabrik, Düsseldorf . . . . .	—	—	—	—	1	9	3	15

	Vorhandene Konverter				Vorhandene Martinöfen			
	sauer		basisch		sauer		basisch	
	Anzahl	Fassung à t	Anzahl	Fassung à t	Anzahl	Fassung à t	Anzahl	Fassung à t
Siegen-Solinger Gußstahl-Akt.-Ver., Solingen . . . . .	—	—	—	—	1	7	1	10
Stahl- und Eisenwerk Dahlhausen, Dahlhausen a. d. Ruhr . . . . .	—	—	—	—	—	—	2	15
Thyssen & Co., Mülheim a. d. Ruhr . .	—	—	—	—	—	—	3	50
							1	25
							7	20
Union, Akt.-Ges., Dortmund . . . . .	—	—	4	18	—	—	4	25
							1	8
							1	10
Westf. Stahlwerke, Bochum . . . . .	—	—	—	—	—	—	2	22
							5	50
Ver. Stahlwerke v. d. Zypen u. Wissener Eisenhütten Akt.-Ges., Cöln-Deutz . .	—	—	—	—	4	13	2	13
							3	25
<b>Elsaß.</b>								
de Dietrich & Co., Niederbronn . . .	—	—	—	—	1	4	1	6
<b>Lothringen.</b>								
Lothringer Hütten-Ver. Aumetz-Friede, Kneuttingen . . . . .	—	—	5	20	—	—	1	15
Rombacher Hüttenwerke, Rombach . .	—	—	5	22	—	—	4	25
de Wendel & Co., Hayingen . . . . .	—	—	6	12	—	—	3	20-25
» » » » Groß-Moyeuve . .	—	—	3	12	—	—	—	—
<b>Saar.</b>								
Luxemburger Bergwerks- u. Saarbrücker Eisenh. Akt.-Ges. Burbacher Hütte, Burbach bei Saarbrücken . . . . .	—	—	5	20	—	—	4	20
							2	15
Dillinger Hüttenwerke, Dillingen . . .	—	—	3	15	1	15	2	20
							3	35
Dingler, Karcher & Co., St. Johann . .	—	—	—	—	2	15	—	—
Röchlingsche Eisen- und Stahlwerke, Völklingen a. d. Saar . . . . .	—	—	4	17-18	—	—	—	—
Rümelinger und St. Ingberter Hohöfen und Stahlwerke, Akt.-Ges., St. Ingbert	—	—	3	15	—	—	—	—
			4	12,5				
Gebr. Stumm, Neunkirchen, Bez. Trier	—	—	2	22,5	—	—	—	—
Ph. Weber, G. m. b. H., Hostenbach a. Saar	—	—	—	—	—	—	3	20-25



	Vorhandene Könverter				Vorhandene Martinöfen			
	sauer		basisch		sauer		basisch	
	Anzahl	Fassung à t	Anzahl	Fassung à t	Anzahl	Fassung à t	Anzahl	Fassung à t
Oberschlesische Eisenbahnbedarfs-Akt.- Ges., Friedenshütte . . . . .	—	—	{ 3 2	15 11	—	—	1 3	30 20
Oberschlesische Eisenbahnbedarfs-Akt.- Ges., Abt. Huldshinskywerke, Gleiwitz	—	—	—	—	—	—	{ 2 1	15 20
Oberschlesische Eisenindustrie Akt.-Ges. für Bergbau und Eisenindustrie, Gleiwitz Eisenwerk Baildonhütte, Kattowitz .	—	—	—	—	—	—	{ 3 1	17 20
Stahlwerk Julienhütte, Bobrek . .	—	—	—	—	—	—	{ 3 2	30* 30*
Vereinigte Königs- und Laurahütte, Königshütte . . . . .	—	—	3	10	—	—	{ 4 3	15 30
Laurahütte . . . . .	—	—	—	—	—	—	2	12
Eisen- und Stahlwerk Bethlen-Falva, Akt.- Ges. in Liqu., Bismarckhütte . . . .	—	—	—	—	—	—	2	22

\* Im Bau.

## II. Liste der deutschen Stahlformgußwerke.

Werk	Vorhandene Martinöfen			
	sauer		basisch	
	Anzahl	Fassung à t	Anzahl	Fassung à t
<b>Rheinland und Westfalen.</b>				
Annener Gußstahlwerke, Akt.-Ges. (s. I.) . . . . .	—	—	—	—
Bergische Stahlindustrie (s. I.) . . . . .	—	—	—	—
Bochumer Eisenhütte, Heintzmann & Dreyer, Bochum	2	7,5	—	—
Bochumer Verein, Bochum (s. I.) . . . . .	—	—	—	—
Carl Bönnhoff, Wetter a. d. Ruhr . . . . .	2	10	—	—
Ludwig Bönnhoff, Wetter a. d. Ruhr . . . . .	{ 1	12	—	—
	{ 1	15	—	—
	{ 1	10	—	—
Stahlwerke Brüninghaus, Akt.-Ges., Werdohl . . .	{ 1	15	—	—
Charlottenhütte, Niederschelden (s. I.) . . . . .	—	—	—	—
Eisen- und Stahlwerk Hoesch, Dortmund (s. I.) . .	—	—	—	—
Eisen- und Stahlwerk Mark, G. m. b. H., Wengern a. d. Ruhr . . . . .	2	15	—	—
Eisen- und Stahlwerk Ohligs, G. m. b. H., Ohligs (Rhld.) . . . . .	—	—	2	12,5
Fahrendeller Hütte, Winterberg & Jüres, Bochum .	{ 1	3	—	—
	{ 1	5	—	—
Gelsenkirchener Bergwerks-Akt.-Ges., Abt. Aachener Hütten-Ver. Rothe Erde (s. I.) . . . . .	—	—	—	—
Gelsenkirchener Gußstahlwerk, vorm. Munscheid, Gelsenkirchen . . . . .	{ 1	30	—	—
	{ 2	18	—	—
	{ 1	10	—	—
Königl. Geschoßfabrik, Siegburg . . . . .	?	—	?	—
C. Großmann, Wald . . . . .	{ 1	3	—	—
	{ 1	5	—	—
Gußstahlwerk Witten, Witten (s. I.) . . . . .	—	—	—	—
Gutehoffnungshütte, Sterkrade (s. I.) . . . . .	—	—	{ 1	45
			{ 1	25
			{ 1	12
Hagener Gußstahlwerke, Hagen (s. I.) . . . . .	—	—	—	—
Haniel & Lueg, Düsseldorf . . . . .	1	25	{ 1	40
			{ 1	50
Hüstener Gewerkschaft (s. I.) . . . . .	—	—	—	—
Jünkerather Gewerkschaft, Jünkerath . . . . .	2	12	—	—

Werk	Vorhandene Martinöfen			
	sauer		basisch	
	Anzahl	Fassung à t	Anzahl	Fassung à t
Stahlwerk Krieger, Düsseldorf-Obercassel . . . . .	3	15	—	—
Fried. Krupp, Akt.-Ges., Essen (s. I.) . . . . .	—	—	—	—
» » » » Stahlwerk Annen . . . . .	—	—	{ 1	16
Concordiahütte vorm. Gebr. Lossen, Akt.-Ges., Bendorf a. Rh. . . . .	—	—	{ 2	12
Märkisches Stahlwerk, G. m. b. H., Hattingen . .	{ 1	12	—	—
	{ 1	15	—	—
Niederrheinische Hütte, Abt. Oberbiller Stahlwerk, Düsseldorf-Oberbilk (s. I.) . . . . .	{ 1	8	—	—
	{ 1	6	—	—
Oberhausener Stahl- und Eisengießerei, Oberhausen Akt.-Ges. Phoenix, Eschweiler-Aue (s. I.) . . . . .	1	3	—	—
» » » » Abt. Hörder Verein, Hörde (s. I.) . . . . .	—	—	—	—
Herm, Sellerbeck, Oberhausen . . . . .	—	—	1	3
Siegen-Solinger Gußstahl-Akt.-Verein, Solingen (s. I.)	—	—	—	—
Stahl- und Eisenwerk Dahlhausen, Akt.-Ges., Dahl- hausen a. d. Ruhr (s. I.) . . . . .	—	—	—	—
Stahlwerk Oeking, Akt.-Ges., Düsseldorf . . . . .	{ 1	18	—	—
	{ 2	25	—	—
	{ 1	12	—	—
Stahlwerk Schulte, Wetter a. d. Ruhr . . . . .	1	10	—	—
Union, Akt.-Ges., Dortmund (s. I.) . . . . .	—	—	—	—
Westfälische Stahlwerke, Bochum (s. I.) . . . . .	—	—	—	—
Wittener Hütte, Witten . . . . .	{ 1	9	—	—
	{ 1	10	—	—
Wittener Stahlformgießerei, G. m. b. H., Witten .	2	12	—	—
<b>Saar.</b>				
Deutsch-Österreichische Mannesmannröhrenwerke, Gußstahlwerk, Malstatt-Burbach . . . . .	1	5	{ 2	17
	—	—	{ 1	10
Dingler, Karcher & Co. (s. I.) . . . . .	—	—	—	—
Gouvy & Co., Oberhomburg . . . . .	—	—	1	8
Gebr. Stumm, G. m. b. H., Neunkirchen, Bez. Trier	1	2	—	—
<b>Süddeutschland.</b>				
Königl. Bayrische Geschützgießerei, Ingolstadt . .	—	—	2	4
Maximilianshütte (s. I.) . . . . .	—	—	—	—
Stahlwerk Mannheim, Rheinau (Baden) . . . . .	—	—	2	21

Werk	Vorhandene Martinöfen			
	sauer		basisch	
	Anzahl	Fassung à t	Anzahl	Fassung à t
<b>Norddeutschland.</b>				
Eisenhütten- und Emaillierwerk Neusalz a. O. . . . .	1*	3	—	—
Georgs-Marien-Bergwerks- u. Hütten-Ver., Osnabrück (s. I.) . . . . .	—	—	—	—
Königl. Geschützgießerei, Spandau . . . . .	?	—	?	—
Otto Gruson & Cie., Magdeburg-Buckau . . . . .	2	8—10	1	8—10
Howaldtwerke, Kiel . . . . .	1	6	—	—
Fried. Krupp, Akt.-Ges., Abt. Grusonwerk, Magdeburg-Buckau . . . . .	1*	1	2	9
Lindener Eisen- und Stahlwerke, Akt.-Ges., Linden bei Hannover . . . . .	2	8	—	—
Hermann Michaelsen, Altona-Ottensen . . . . .	1*	2	—	—
Nordische Elektrizitäts- und Stahlwerke, Danzig . . . . .	—	—	—	—
Panzer, Akt.-Ges., Gußstahlwerk, Wolgast . . . . .	3	6	—	—
Stahl- und Eisenwerk Ludwig Martins, Güstrow in Mecklenburg . . . . .	2*	2	—	—
Stettiner Maschinenbau-Akt.-Ges. Vulcan, Stettin-Bredow . . . . .	{ 1*	2,5	—	—
	{ 1*	1,5	—	—
F. Schichau, Elbing . . . . .	—	—	{ 1	30
			{ 1	25
			{ 1	35
Akt.-Ges. Weser, Bremen . . . . .	1*	1	—	—
<b>Sachsen.</b>				
Sächsische Gußstahlfabrik Döhlen (s. I.) . . . . .	—	—	—	—
Akt.-Ges. Lauchhammer (s. I.) . . . . .	—	—	—	—
C. Krauthelm, Gußstahlwerk, Chemnitz-Altendorf . . . . .	4*	4	—	—
<b>Oberschlesien.</b>				
Borsigwerk, Borsigwerk (s. I.) . . . . .	—	—	—	—
Akt.-Ges. Ferrum, Zawodzie . . . . .	1	3½	1	6
Ganz & Co., Ratibor . . . . .	—	—	2	6
Hubertushütte, Oberlagiewnik . . . . .	1	8	—	—
Kania & Kuntze, Zawodzie . . . . .	{ 1	4	—	—
	{ 1	3	—	—

\* Konverter.

Werk	Vorhandene Martinöfen				
	sauer		basisch		
	Anzahl	Fassung à t	Anzahl	Fassung à t	
Königl. Hüttenamt, Gleiwitz . . . . .	}	2	4 u. 8	—	—
		2	5 u. 8	—	—
» » Malapane . . . . .	}	1	4,5	—	—
		1	6,5	—	—
Ver. Königs- und Laurahütte, Königshütte (s. I.) .	—	—	—	—	—
Oberschlesische Eisenbahn-Bedarfs-Akt.-Ges., Abt. Huldchinskywerke, Gleiwitz (s. I.) . . . . .	1	7,5	—	—	—

## C.

## Liste der deutschen Puddelwerke.

Werk	Puddelöfen	
	vorhanden	im Betrieb
<b>Rheinland-Westfalen.</b>		
Altenhundemer Walz- u. Hammerwerk, G. m. b. H., Altenhundem	3	1
Dreslers Drahtwerk, G. m. b. H., Creuzthal . . . . .	10	7
Düsseldorfer Eisen- und Drahtindustrie, Düsseldorf-Oberbilk .	9 (3)	8
Düsseldorfer Röhren- und Eisenwalzwerke, Düsseldorf-Oberbilk	26 (11)	18 (9)
Eicken & Co., Hagen i. W. . . . .	5	4
Eisenindustrie zu Menden und Schwerte, Schwerte . . . . .	?	?
Eisenwerk Rothe Erde, Dortmund . . . . .	12	9
Funcke & Elbers, Hagen i. W. . . . .	13	9
Gabriel & Bergenthal, Soest . . . . .	4 (4)	2 (2)
Geisweider Eisenwerke, Akt.-Ges., Geisweid . . . . .	4	—
W. Ernst Haas & Sn., Neuhoftnungshütte b. Sinn . . . . .	17	17
Hahnsche Werke, Großenbaum . . . . .	10 (6)	7 (5)
Peter Harkort & Sn., G. m. b. H., Wetter . . . . .	4	2
Henschel & Sohn, Abt. Henrichshütte bei Hattingen . . . . .	16	14
Aug. Herwig Söhne, Dillenburg . . . . .	6	5
Hochfelder Walzwerk-Akt.-Verein, Duisburg . . . . .	7	6
Kaiser & Co., G. m. b. H., Weidenau a. d. Sieg . . . . .	5	4
Fried. Krupp, Akt.-Ges., Essen . . . . .	17	9
Meggener Walzwerk-Akt.-Ges., Meggen i. W. . . . .	9	8
Phoenix, Akt.-Ges., Abt. Westf. Union, Hamm . . . . .	17	12
» » » » » Nachrodt . . . . .	21	11
» » » » » Lippstadt . . . . .	11	5—6
Prinz Leopold, Akt.-Ges., Empel . . . . .	12	10
Joh. Casp. Post Söhne, Hagen . . . . .	2	2
Rheinische Bergbau- und Hüttenwesen-Akt.-Ges., Abt. Oberbilk biller Blechwalzwerk, Düsseldorf-Oberbilk . . . . .	10	4
Siegener Eisenindustrie, Akt.-Ges. vorm. Hesse & Schulte, Siegen	6	2
Sieghütter Eisenwerk, Akt.-Ges., Siegen . . . . .	6	5
Sieg-Rheinische Hütten Akt.-Ges., Friedrich Wilhelmshütte a. d. Sieg . . . . .	16	11
Schleifenbaum & Co., Weidenau . . . . .	3	2
Joh. Schleifenbaum, Buschgotthardshütte bei Weidenau . . . . .	3	2
Justus Stahlschmidt, Creuzthal i. W., Aherhammer . . . . .	2	1

In Klammern ( ) befindliche Zahlen bedeuten Doppelöfen.

Werk	Puddelöfen	
	vorhanden	im Betrieb
Stahlwerke Brüninghaus, Akt.-Ges., Vorhalle . . . . .	2	—
Steinseifer & Co., G. m. b. H., Eiserfeld . . . . .	1	—
Friedr. Thomée, Akt.-Ges., Werdohl . . . . .	8	6
Thyssen & Co., Mülheim . . . . .	?	?
Union, Akt.-Ges., Dortmund . . . . .	12	5
Carl Vorländer & Co., Allenbach, Kr. Siegen . . . . .	2	1
Westf. Drahtwerke, Langendreer . . . . .	12	12
Westf. Drahtindustrie, Hamm i. W. . . . .	7	4
<b>Elsaß.</b>		
de Dietrich & Co., Niederbronn . . . . .	6	4
<b>Lothringen.</b>		
Gouvy & Co., Oberhomburg . . . . .	1	1
Lothringer Eisenwerke, Ars a. d. Mosel . . . . .	10 (6)	7 (5)
<b>Saar.</b>		
Gebr. Stumm, Neunkirchen, Bez. Trier . . . . .	30	20—22
<b>Süddeutschland.</b>		
Eisenwerks-Gesellschaft Maximilianshütte, Haidhof . . . . .	4 (4)	3 (3)
Königl. Hüttenwerk Wasseraufingen . . . . .	4	3
Rümelinger und St. Ingberter Hohöfen und Stahlwerke, Akt.-Ges., Abt. St. Ingbert, Pfalz . . . . .	16	10
<b>Sachsen.</b>		
Königin Marienhütte, Cainsdorf i. Sa. . . . .	3	3
<b>Oberschlesien.</b>		
Bismarckhütte, Bismarckhütte . . . . .	18	10
Borsigwerk, Borsigwerk . . . . .	28	12
Eisen- u. Stahlwerk Bethlen-Falva, i. Ligu., Bismarckhütte O. S.	20	10
Hoffnungshütte b. Ratiborhammer . . . . .	?	?
Kattowitzer Akt.-Ges. für Bergbau und Eisenhüttenbetrieb, Marthahütte, Kattowitz . . . . .	31	18—22
Königshütte, Königshütte . . . . .	} 63	44
» Laurahütte . . . . .		
Oberschles. Eisenbahn-Bedarfs-Akt.-Ges., Abt. Zawodski O. S.	23	23
Oberschles. Eisenindustrie-Akt.-Ges. für Bergbau und Hütten- betrieb, Abt. Baildonhütte, Kattowitz O. S. . . . .	11	9

## D.

## Liste der deutschen und luxemburgischen Trägerwalzwerke.

### Rheinland-Westfalen.

- Bochumer Verein für Bergbau und Gußstahlfabrikation, Bochum.  
 Eisen- und Stahlwerk Hoesch, Akt.-Ges., Dortmund.  
 Gelsenkirchener Bergwerks-Akt.-Ges., Abt. Aachener Hütten-Verein, Aachen-  
 Rothe Erde.  
 Gesellschaft für Stahl-Industrie, Bochum.  
 Gewerkschaft Deutscher Kaiser, Bruckhausen a. Rh.  
 Gutehoffnungshütte, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb, Ober-  
 hausen 2, Rheinl.  
 Hasper Eisen- und Stahlwerk, Haspe i. Westf.  
 Fried. Krupp, Akt.-Ges., Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen-Friemersheim.  
 Phoenix, Akt.-Ges. für Bergbau- und Hüttenbetrieb, Abt. Hoerder Verein,  
 Hoerde.  
 Rheinische Stahlwerke, Duisburg-Ruhrort.  
 Union, Akt.-Ges. für Bergbau, Eisen- und Stahl-Industrie, Dortmund.  
 Vereinigte Stahlwerke van der Zypen und Wissener Eisenhütten-Akt.-Ges.,  
 Cöln-Deutz.  
 Westfälische Stahlwerke, Bochum.

### Lothringen.

- de Wendel & Cie., Hayingen.  
 Lothringer Hüttenverein Aumetz-Friede, Kneuttingen-Hütte.  
 Rombacher Hüttenwerke, Rombach.

### Saar.

- Luxemburger Bergwerks- und Saarbrücker Eisenhütten-Akt.-Ges., Burbach bei  
 Saarbrücken.  
 Röchlingsche Eisen- und Stahlwerke, G. m. b. H., Völklingen.  
 Rümeling u. St. Ingberter Hohöfen u. Stahlwerke, Akt.-Ges., Abt. St. Ingbert,  
 St. Ingbert.  
 Gebrüder Stumm, G. m. b. H., Neunkirchen, Bez. Trier.

### Luxemburg.

- Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hütten-Akt.-Ges., Abt. Differdingen,  
 Differdingen.  
 Eisenhütten-Akt.-Verein Düdelingen, Düdelingen.

### Süddeutschland.

- Eisenwerk-Gesellschaft Maximilianshütte, Rosenberg (Oberpfalz).

### Norddeutschland.

Akt.-Ges. Peiner Walzwerk, Peine.

### Sachsen.

Eisenwerks-Gesellschaft Maximilianshütte, Abt. König Albert-Werk, Zwickau i. S.

### Oberschlesien.

Kattowitzer Akt.-Ges. für Bergbau und Eisenhüttenbetrieb, Kattowitz.

Oberschlesische Eisenbahn-Bedarfs-Akt.-Ges., Friedenshütte bei Morgenroth.

Oberschlesische Eisenbahn-Bedarfs-Akt.-Ges., Friedenshütte, Abt. Zawadzki.

Oberschlesische Eisenbahn-Bedarfs-Akt.-Ges., Abt. Huldshinskywerke, Bahnhof Gleiwitz.

Oberschlesische Eisen-Industrie, Akt.-Ges. für Bergbau und Hüttenbetrieb, Gleiwitz.

Vereinigte Königs- und Laurahütte, Akt.-Ges. für Bergbau und Hüttenbetrieb, Berlin NW. 7. (Werk in Königshütte und in Laurahütte.)

## E.

### Liste der deutschen und luxemburgischen Schienenwalzwerke.

#### Rheinland-Westfalen.

Bochumer Verein für Bergbau und Gußstahlfabrikation, Bochum.

Eisen- und Stahlwerk Hoesch, Akt.-Ges. in Dortmund.

Gelsenkirchener Bergwerks-Akt.-Ges., Abt. Aachener Hütten-Verein, Aachen-Rothe Erde.

Gesellschaft für Stahl-Industrie m. b. H., Bochum.

Gewerkschaft Deutscher Kaiser, Bruckhausen a. Rh.

Gutehoffnungshütte, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb, Oberhausen 2 (Rheinl.).

Fried. Krupp, Akt.-Ges., Abt. Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen-Friemersheim.

Phoenix, Akt.-Ges. für Bergbau und Hüttenbetrieb, Duisburg-Ruhrort.

Phoenix, Akt.-Ges. für Bergbau und Hüttenbetrieb, Abt. Hoerder Verein, Hoerde.

Rheinische Stahlwerke, Duisburg-Ruhrort.

Union, Akt.-Ges. für Bergbau, Eisen- und Stahl-Industrie, Dortmund.

Westfälische Stahlwerke, Bochum.

#### Lothringen.

de Wendel & Cie., Hayngen.

Lothringer Hüttenverein Aumetz-Friede, Kneuttingen-Hütte.

Rombacher Hüttenwerke, Rombach.

**Luxemburg.**

Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hütten-Akt.-Ges., Differdingen  
Eisenhütten-Aktien-Verein Düdelingen, Düdelingen.

**Saar.**

Akt.-Ges. der Dillinger Hüttenwerke, Dillingen.  
Luxemburger Bergwerks- und Saarbrücker Eisenhütten-Akt.-Ges., Burbach  
bei Saarbrücken.  
Röchlingsche Eisen- und Stahlwerke, Völklingen.  
Rümelinger u. St. Ingberter Hohöfen u. Stahlwerke, Akt.-Ges., Abt. St. Ingbert,  
St. Ingbert.  
Gebrüder Stumm, G. m. b. H., Neunkirchen, Bez. Trier.

**Süddeutschland.**

Eisenwerks-Gesellschaft Maximilianshütte, Rosenberg (Oberpfalz).

**Norddeutschland.**

Akt.-Ges. Peiner Walzwerk, Peine.  
Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Akt.-Ges., Osnabrück.

**Sachsen.**

Eisenwerks-Gesellschaft Maximilianshütte, Abt. König Albert-Werk, Zwickau.  
Sächsische Gußstahlfabrik, Döhlen b. Deuben, Bez. Dresden.

**Oberschlesien.**

Kattowitzer Akt.-Ges. für Bergbau und Eisenhüttenbetrieb, Kattowitz.  
Oberschlesische Eisenbahn-Bedarfs-Akt.-Ges., Friedenhütte b. Morgenroth.  
Oberschlesische Eisen-Industrie, Akt.-Ges. für Bergbau- und Hüttenbetrieb,  
Gleiwitz.  
Vereinigte Königs- und Laurahütte, Akt.-Ges. für Bergbau und Hüttenbetrieb,  
Berlin NW. 7. (Werke in Königshütte und Laurahütte.)

**F.****Liste der deutschen und luxemburgischen  
Stabeisenwalzwerke.****Rheinland-Westfalen.**

Bergische Stahlindustrie, Remscheid.  
Bochumer Verein für Bergbau und Gußstahlfabrikation, Bochum.  
Stahlwerke Brüninghaus, Akt.-Ges., Vorhalle.  
Gabriel & Bergenthal, Soest.  
Gewerkschaft Deutscher Kaiser, Bruckhausen (Rhein).  
Düsseldorfer Eisen- und Drahtindustrie, Düsseldorf.

- Düsseldorfer Röhren- und Eisenwalzwerke, Düsseldorf.  
 Eisenindustrie zu Menden und Schwerte, Schwerte.  
 Eisen- und Stahlwerk Hoesch, Dortmund.  
 Eschweiler-Köln Eisenwerke-Akt.-Ges., Köln-Ehrenfeld (Werke in Eschweiler-  
 Aue und Köln-Ehrenfeld).  
 Funcke & Elbers, Hagen i. W.  
 Geisweider Eisenwerke, Akt.-Ges., Geisweid.  
 Gelsenkirchener Bergwerks-Akt.-Ges., Abt. Aachener Hüttenverein, Rothe Erde  
 bei Aachen.  
 Gesellschaft für Stahlindustrie, Bochum.  
 Gewerkschaft Quint, Quint bei Trier.  
 Gußstahlwerk Witten, Witten.  
 Gutehoffnungshütte Oberhausen.  
 W. Ernst Haas & Sohn, Neuhoffnungshütte bei Sinn.  
 Hahnsche Werke, Großenbaum.  
 Peter Harkort & Sohn, Wetter a. d. Ruhr.  
 Hasper Eisen- und Stahlwerk, Haspe i. W.  
 Henschel & Sohn, Abt. Henrichshütte, Hattingen.  
 Hochfelder Walzwerk-Aktien-Verein, Duisburg-Hochfeld.  
 Kaiser & Co., Weidenau.  
 Fried. Krupp, Akt.-Ges., Essen.  
 Kubbier & Sohn, Hagen i. W.  
 L. Mannstaedt & Sohn, Kalk.  
 Meggener Walzwerk, Akt.-Ges., Meggen i. W.  
 Niederrheinische Hütte, Abt. Oberbilker Blechwalzwerk, Düsseldorf-Oberbilk.  
 Phönix, Akt.-Ges. für Bergbau und Hüttenbetrieb, Duisburg-Ruhrort und  
 Eschweiler-Aue.  
 Phönix, Abteilung Westfälische Union, Hamm, Nachrodt und Lippstadt,  
 » Abt. Hörder Bergwerks- und Hüttenverein, Hörde i. W.  
 Akt.-Ges. Prinz Leopoldhütte, Empel.  
 Rheinische Stahlwerke, Meiderich bei Ruhrort.  
 Eisenwerk Rote Erde, Dortmund.  
 Joh. Schleifenbaum & Co., Buschgotthardshütte bei Haardt a. d. Sieg.  
 Siegener Eisenindustrie Akt.-Ges., vorm. Hesse & Schulte, Siegen.  
 Siegen-Solinger Gußstahl-Aktien-Verein, Solingen.  
 Sieghütter Eisenwerk, Akt.-Ges., Siegen.  
 Sieg-Rheinische Hütten-Akt.-Ges., Friedrich Wilhelmshütte (Siegkreis).  
 Friedr. Thomée, Akt.-Ges., Werdohl.  
 Thyssen & Co., Mülheim a. d. Ruhr.  
 Union, Akt.-Ges. für Bergbau, Eisen- und Stahlindustrie, Dortmund.  
 Westfälische Stahlwerke, Bochum.  
 Vereinigte Stahlwerke van der Zypen und Wissener Eisenhütten-Akt.-Ges.,  
 Cöln-Deutz.

### Elsaß.

de Dietrich & Co., Niederbronn.

### Lothringen.

Lothringer Eisenwerke, Ars a. d. Mosel.  
 Lothringer Hüttenverein Aumetz-Friede, Kneuttingen.  
 Rombacher Hüttenwerke, Rombach.  
 de Wendel & Co., Hayingen.

### Saar.

Luxemburger Bergwerks- und Saarbrücker Eisenhütten-Akt.-Ges. Burbacher Hütte, Burbach bei Saarbrücken.  
 Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke, G. m. b. H., Völklingen a. Saar.  
 Rümeling u. St. Ingberter Hohöfen- u. Stahlwerke, Akt.-Ges., St. Ingbert (Pfalz).  
 Gebr. Stumm, G. m. b. H., Neunkirchen, Bezirk Trier.  
 Ph. Weber, G. m. b. H., Hostenbach.

### Luxemburg.

Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hütten-Akt.-Ges., Differdingen.  
 Eisenhütten-Aktien-Verein, Düdelingen.

### Süddeutschland.

Eisenwerks-Gesellschaft Maximilianshütte, Rosenberg, Oberpfalz.  
 Eisenwerk Nürnberg, Akt.-Ges., vormals J. Tafel & Co., Nürnberg.  
 Fürstlich Hohenzollernsches Hüttenamt, Hammerau b. Ainring (Bayern).  
 Königliches Hüttenwerk, Wasseraffingen.

### Norddeutschland.

Akt.-Ges. Peiner Walzwerk, Peine.  
 Georgs-Marien-Bergwerks- und Hüttenverein, Osnabrück.  
 Fürstl. Stolbergsches Hüttenamt, Ilsenburg.

### Sachsen.

Eisenwerks-Gesellschaft Maximilianshütte, Abt. König Albert-Werk, Zwickau.  
 Königin Marienhütte, Cainsdorf.  
 Akt.-Ges. Lauchhammer-Werke, Riesa.  
 Gußstahlwerk Döhlen, Deuben, Bez. Dresden.

### Oberschlesien.

Eisen- und Stahlwerk Bethlen-Falva, in Liquid., Bismarckhütte O.-S.  
 Bismarckhütte, Bismarckhütte.  
 A. Borsig, Borsigwerk.  
 Hoffnungshütte, Ratiborhammer.  
 Oberschlesische Eisenbahn-Bedarfs-Akt.-Ges., Abt. Huldshinsky'sche Hüttenwerke, Gleiwitz.  
 Marthahütte der Kattowitzer Akt.-Ges. für Bergbau und Hüttenbetrieb, Kattowitz.  
 Ver. Königs- und Laurahütte, Akt.-Ges. für Bergbau und Hüttenbetrieb, Berlin:  
 Eisenwerk Königshütte zu Königshütte, O.-S.  
 » Laurahütte zu Laurahütte, O.-S.

## G.

## Liste der deutschen und luxemburgischen Bandeisenwalzwerke.

### Rheinland-Westfalen.

- Eisenindustrie zu Menden und Schwerte, Schwerte i. W.  
 Eisen- und Stahlwerk Hoesch, Akt.-Ges., Dortmund, Abt. Limburger Fabrik-  
 und Hütten-Verein, Hohenlimburg.  
 Eschweiler-Köln Eisenwerke Akt.-Ges., Eschweiler-Aue.  
 Felser & Co., Kalk.  
 Gewerkschaft Deutscher Kaiser, Walzwerk Dinslaken, Dinslaken.  
 Gewerkschaft Quint, Trier.  
 Hasper Eisen- und Stahlwerk, Haspe i. W.  
 C. Kuhbier & Sohn, Hagen i. W.  
 »Phoenix«, Akt.-Ges., Duisburg-Ruhrort.  
 Rheinische Stahlwerke, Abt. Duisburger Eisen- und Stahlwerke, Duisburg.  
 Thyssen & Co., Mülheim a. d. Ruhr.  
 Westfälische Stahlwerke, Bochum i. W.  
 Th. Wuppermann, G. m. b. H., Schlebusch-Manfort bei Köln.

### Sachsen.

- Königin-Marienhütte, Cainsdorf.  
 Lauchhammerwerke, Lauchhammer.

### Norddeutschland.

- Akt.-Ges. Peiner Walzwerk, Peine.  
 Fürstl. Stolberg'sches Hüttenamt, Ilsenburg.

### Oberschlesien.

- Bismarckhütte, Bismarckhütte.  
 Kattowitzer Akt.-Ges. für Bergbau u. Eisenhüttenbetrieb, Marthahütte, Kattowitz.  
 Oberschlesische Eisenbahn-Bedarfs-Akt.-Ges. Friedenshütte, Walzwerk Zawodski.  
 Oberschlesische Eisenindustrie Akt.-Ges., Gleiwitz, Walzwerk Herminenhütte,  
 Laband.  
 Vereinigte Königs- u. Laurahütte, Akt.-Ges. für Bergbau u. Hüttenbetrieb, Berlin.  
 Abt. Königshütte.  
 » Laurahütte.

### Saarbezirk und Elsaß-Lothringen.

- de Dietrich & Co., Niederbronn i. Els.  
 Gebr. Stumm, G. m. b. H., Neunkirchen, Bez. Trier.  
 Röchlingsche Eisen- und Stahlwerke, Völklingen a. d. Saar.  
 Rombacher Hüttenwerke, Rombach i. Lothr.  
 Rümeling u. St. Ingberter Hohöfen u. Stahlwerke, Akt.-Ges., St. Ingbert (Pfalz).

### Luxemburg.

- Eisenhütten-Aktien-Verein, Düdelingen.

**H.****Liste der deutschen Grobblechwalzwerke.****Rheinland-Westfalen.**

- Akt.-Ges. Bremerhütte, Weidenau a. d. Sieg.  
 Akt.,Ges. Charlottenhütte, Niederschelden a. d. Sieg.  
 Akt.-Ges. Christinenhütte, Meggen i. W.  
 Akt.-Ges. Friedrichshütte, Abt. Carl Stein, Wehbach b. Kirchen a. d. Sieg.  
 Blechwalzwerk Schulz-Knaudt, Essen a. d. Ruhr.  
 Düsseldorf Röhren- und Eisenwalzwerke, Düsseldorf-Oberbilk.  
 Eisen- und Stahlwerk Hoesch, Dortmund.  
 Geisweider Eisenwerke, Akt.-Ges., Geisweid a. d. Sieg.  
 Gewerkschaft Grillo, Funke & Co., Gelsenkirchen-Schalke.  
 Grafenberger Walzwerk, G. m. b. H., Düsseldorf-Grafenberg.  
 Gußstahlwerk Witten, Witten a. d. Ruhr.  
 Gutehoffnungshütte, Oberhausen (Rheinl.).  
 Peter Harkort & Sohn, G. m. b. H., Wetter a. d. Ruhr.  
 Henschel & Sohn, Abt. Henrichshütte, Hattingen a. d. Ruhr.  
 Fried. Krupp, Akt.-Ges., Essen a. d. Ruhr.  
 Wolf Netter & Jacobi, Finnentrop.  
 Niederrheinische Hütte, Abt. Oberbilker Blechwalzwerk, Düsseldorf-Oberbilk.  
 Phoenix, Akt.-Ges., Duisburg-Ruhrort und Eschweiler-Aue.  
 » » » Abt. Hoerder Verein, Hoerde i. W.  
 Rheinische Stahlwerke, Abt. Duisburger Eisen- und Stahlwerke, Duisburg.  
 Siegener Eisenindustrie, Akt.-Ges., vorm. Hesse & Schulte, Siegen.  
 Thyssen & Co., Mülheim a. d. Ruhr.  
 Union, Akt.-Ges. für Bergbau, Eisen- und Stahlindustrie, Dortmund.  
 Ph. Weber, G. m. b. H., Dortmund.

**Saar—Lothringen.**

- Akt.-Ges. der Dillinger Hüttenwerke, Dillingen a. d. Saar.  
 Ph. Weber, G. m. b. H., Hostenbach a. d. Saar.  
 de Wendel & Co., Hayingen.

**Sachsen.**

- Akt.-Ges. Lauchhammer, Lauchhammer.

**Oberschlesien.**

- Akt.-Ges. Bismarckhütte, Bismarckhütte (O.-S.).  
 A. Borsig, Berg- und Hüttenverwaltung, Borsigwerk (O.-S.).  
 Oberschlesische Eisenbahnbedarfs-Akt.-Ges., Friedenshütte (O.-S.).  
 Vereinigte Königs- und Laurahütte, Akt.-Ges. für Bergbau und Hüttenbetrieb,  
 Berlin NW. 7: Eisenwerk Königshütte, Königshütte (O.-S.).  
 » Laurahütte, Laurahütte (O.-S.).

### Norddeutschland.

Stahl- und Walzwerk Rendsburg, Rendsburg.

### Süddeutschland.

Wolf Netter & Jacobi, Hausach und Straßburg i. E.

## J.

### Liste der deutschen Feinblechwalzwerke.

#### Rheinland-Westfalen.

- Altenhundemer Walz- und Hammerwerk, G. m. b. H., Altenhundem.  
 Althaus, Pletsch & Co., Altendorf.  
 Ax, Schleifenbaum & Mattner, Siegen.  
 Baroper Walzwerk, Akt.-Ges., Barop.  
 Bonzel & Co., Olpe i. W.  
 Bremerhütte, Akt.-Ges., Wiedenau a. d. Sieg.  
 J. J. Bruchs, Wwe., Weidenau a. d. Sieg.  
 Capito & Klein, Benrath.  
 Christinenhütte, Akt.-Ges., Christinenhütte b. Meggen.  
 Düsseldorfer Röhren- und Eisenwalzwerke, Düsseldorf-Oberbilk.  
 Eichener Walzwerk und Verzinkerei, Creuzthal i. W.  
 Eisen- und Stahlwerk Hoesch, Dortmund.  
 Friedrichshütte, Akt.-Ges., Abt. C, Stein, Wehbach b. Kirchen a. d. Sieg.  
 Geisweider Eisenwerke, Akt.-Ges., Geisweid.  
 Grafenberger Walzwerk, Düsseldorf-Grafenberg.  
 Gewerkschaft Grillo, Funke & Co., Gelsenkirchen-Schalke.  
 Gußstahlwerk Witten, Witten a. d. Ruhr.  
 Gutehoffnungshütte, Oberhausen (Rheinl.).  
 Haardter Walzwerk, Weidenau a. d. Sieg (gehört zu Bremerhütte).  
 Peter Harkort & Sohn, Wetter a. d. Ruhr.  
 † Hüstener Gewerkschaft, Hüsten.  
 H. & A. Hüttenhain, Weidenau a. d. Sieg (gehört zu Bremerhütte).  
 Kaiser & Co., Weidenau a. d. Sieg.  
 Vereinigte Kammerich'sche Werke, Schladern a. d. Sieg.  
 Fried. Krupp, Akt.-Ges., Essen a. d. Sieg.  
 Langscheder Walzwerk und Verzinkereien, Akt.-Ges., Langschede a. d. Ruhr.  
 Listernohler Walzwerk, Eberh. Sohler & Co., Listernohl.  
 Meggener Walzwerk, Meggen i. W.  
 Menne & Co., Weidenau a. d. Sieg.  
 Wolf Netter & Jacobi, Finnentrop.  
 Niederrheinische Hütte, Akt.-Ges., Abt. Oberbilk Blechwalzwerk, Düsseldorf-Oberbilk.

Die mit † bezeichneten Werke verfertigen auch Weißblech.

- Ohler Eisenwerk, Theob. Pfeiffer, Ohle i. W.  
 Pfeiffer & Co., Finnentrop.  
 Phoenix, Akt.-Ges., Eschweiler-Aue.  
 » » » Abt. Hoerder Verein, Hoerde i. W.  
 † » » » Westfälische Union, Nachrodt i. W.  
 † Rasselsteiner Eisenwerks-Gesellschaft m. b. H., Rasselstein b. Neuwied.  
 Gebr. Reusch, Hoffnungsthal (Rheinl.).  
 Rheinische Stahlwerke, Abt. Duisburger Eisen- und Stahlwerke, Duisburg.  
 Hub. Rügeberg, Olpe i. W.  
 Schleifenbaum & Co., Weidenau a. d. Sieg.  
 Siegener Eisenindustrie, Akt.-Ges., vorm. Hesse & Schulte, Weidenau a. d. Sieg.  
 Siegen-Solinger Gußstahl-Akt.-Verein, Solingen.  
 Sieghütter Eisenwerk, Siegen.  
 Sieg-Rheinische Hütten-Akt.-Ges., Friedrich Wilhelmshütte (Sieg).  
 Julius Stahl Schmidt, Creuzthal i. W.  
 Steinseifer & Co., G. m. b. H., Eisefeld.  
 Stemmer & Co., Spillenburg b. Steele a. d. Ruhr.  
 Thyssen & Co., Mülheim a. d. Ruhr.  
 Union, Akt.-Ges. für Bergbau, Eisen- und Stahlindustrie, Dortmund.  
 Ph. Weber, G. m. b. H., Dortmund.  
 Wickeder Walzwerk, Weber & Co., Wickede.

### Lothringen.

de Wendel & Co.

### Saar.

- † Akt.-Ges. der Dillinger Hüttenwerke, Dillingen.  
 Ph. Weber, G. m. b. H., Hostenbach.

### Norddeutschland.

Eisenhüttenwerk Thale, Akt.-Ges., Thale i. Harz.

### Sachsen.

Eisenwerksgesellschaft Maximilianshütte, Abt. König Albert-Werk, Zwickau.  
 Akt.-Ges. Lauchhammer, Lauchhammer.

### Oberschlesien.

- Bismarckhütte, Bismarckhütte, O.-S.  
 A. Borsig, Berg- und Hüttenverwaltung, Borsigwerk.  
 Eisenhütte Silesia, Akt.-Ges., Paruschowitz, O.-S., Generaldirektion Berlin W. 56,  
 Markgrafenstraße 53/54.  
 Oberschlesische Eisenbahnbedarfs-Akt.-Ges., Friedenshütte, O.-S.  
 Abt. Huldschinsky'sche Hüttenwerke, Akt.-Ges., Gleiwitz, O.-S.  
 Oberschlesische Eisenindustrie, Akt.-Ges. für Bergbau und Hüttenbetrieb,  
 Gleiwitz, O.-S.  
 Vereinigte Königs- u. Laurahütte, Akt.-Ges. für Bergbau- u. Hüttenbetrieb, Berlin:  
 Eisenwerk Königshütte zu Königshütte, O.-S.  
 » Laurahütte zu Laurahütte, O.-S.

### Süddeutschland.

Eisenwerks-Gesellschaft Maximilianshütte, Abt. Maxhütte bei Haidhof.  
Wolf Netter & Jacobi, Hausach und Straßburg i. E.

### K.

## Liste der deutschen u. luxemburgischen Drahtwalzwerke.

### Rheinland-Westfalen.

Akt.-Ges. Meggener Walzwerk, Meggen i. W.  
Boecker & Co., Schalke i. W.  
E. Böcking & Co., Mülheim a. Rhein.  
Düsseldorfer Eisenhütten-Gesellschaft, Ratingen.  
Düsseldorfer Eisen- und Drahtindustrie, Düsseldorf-Oberbilk.  
Düsseldorfer Röhren- und Eisenwalzwerke, Düsseldorf-Oberbilk.  
Eisenindustrie zu Menden und Schwerte, Akt.-Ges., Schwerte i. W.  
Eisen- und Stahlwerk Hoesch, Dortmund.  
Eschweiler Akt.-Ges. für Drahtfabrikation i. L., Eschweiler.  
Eschweiler-Köln Eisenwerke, Akt.-Ges., Köln-Ehrenfeld (Werke in Eschweiler-  
Aue und Köln-Ehrenfeld).  
Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke, Akt.-Ges., Abt. Carlswerk, Mülheim a. Rh.  
Funcke & Elbers, Hagen i. W.  
Gelsenkirchener Bergwerks-Akt.-Ges., Abt. Aachener Hütten-Verein, Rothe  
Erde bei Aachen.  
Gewerkschaft Deutscher Kaiser, Walzwerk Dinslaken, Dinslaken.  
Gutehoffnungshütte, Oberhausen.  
Hasper Eisen- und Stahlwerk, Haspe i. W.  
Phoenix, Akt.-Ges., Abt. Westfälische Union, Hamm i. W.  
» » » » » » Nachrodt.  
Friedrich Thomée, Akt.-Ges., Werdohl.  
Westfälische Drahtindustrie, Hamm i. W.  
Westfälische Drahtwerke, Langendreer.

### Hessen-Nassau.

Ernst Haas & Sohn, Neuhoffnungshütte bei Sinn i. W.

### Lothringen.

Rombacher Hüttenwerke, Rombach.  
de Wendel & Co., Hayingen.

### Saar.

Luxemburger Bergwerks- und Saarbrücker Eisenhütten-Akt.-Ges., Burbacher  
Hütte, Burbach bei Saarbrücken.  
Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke, G. m. b. H., Völklingen a. d. Saar.  
Rümelinger und St. Ingberter Hohöfen und Stahlwerke, Akt.-Ges., St. Ingbert.  
Gebr. Stumm, G. m. b. H., Neunkirchen, Reg.-Bez. Trier.

**Luxemburg.**

Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- u. Hütten-Aktiengesellschaft, Differdingen.

**Norddeutschland.**

Osnabrücker Kupfer- und Drahtwerk, Akt.-Ges., Osnabrück.

**Oberschlesien.**

Oberschlesische Eisenindustrie, Akt.-Ges., Gleiwitz O.-S.

**L.****Liste der deutschen Röhrenwalzwerke.****Rheinland-Westfalen.**

- \*Balcke, Telling & Cie., Akt.-Ges., Benrath. (Werke in Benrath und Hilden.)
- \*Deutsch-Österreichische Mannesmannröhrenwerke, Düsseldorf. (Werke in Deutschland: Rath, Remscheid und Bous a. d. Saar.)  
Düsseldorfer Röhrenindustrie, Düsseldorf-Oberbilk.
- \*Düsseldorfer Röhren- u. Eisenwalzwerke (vorm. Poensgen), Düsseldorf-Oberbilk.  
Eschweiler-Köln Eisenwerke, Akt.-Ges., Köln-Ehrenfeld. (Werke in Eschweiler-Aue und Köln-Ehrenfeld.)
- \*Gewerkschaft Deutscher Kaiser, Dinslaken.  
Hahnsche Werke, Akt.-Ges., Berlin. (Werke in Düsseldorf-Oberbilk und Großenbaum.  
Henschel & Sohn, Abt. Henrichshütte b. Hattingen a. d. Ruhr.  
»Kronprinz«, Akt.-Ges. für Metallindustrie, Ohligs.
- \*J. P. Piedboeuf & Cie., Akt.-Ges., Röhrenwerk, Eller (Bez. Düsseldorf).
- \*Preß- und Walzwerk, Akt.-Ges., Düsseldorf-Reisholz.
- \*Rheinische Metallwaren- und Maschinenfabrik, Düsseldorf-Derendorf.  
Sieg-Rheinische Hütten-Akt.-Ges., Friedrich-Wilhelmshütte (Sieg).  
Thyssen & Cie., Mülheim a. d. Ruhr.
- \*Wittener Stahlröhrenwerke, Witten a. d. Ruhr. (Werke in Witten u. Schalke.)

**Nassau.**

Gewerkschaft Käfernburg, Elisenhütte b. Nassau a. d. Lahn.

**Lothringen.**

Lothringer Eisenwerke, Ars a. d. Mosel.

**Süddeutschland.**

Maschinenfabrik und Eisengießerei Saaler, Akt.-Ges., Theningen (Baden).  
Röhrenwerk Raunheim, G. m. b. H., Raunheim a. Main.

**Norddeutschland.**

Hallesche Röhrenwerke, Akt.-Ges., Halle a. d. Saale.

**Sachsen.**

- \*Akt.-Ges. Lauchhammer in Lauchhammer (Prov. Sachsen), Werk in Riesa im Königr. Sachsen.

Die mit einem \* bezeichneten Werke fertigen auch nahtlose Röhren an.

### Oberschlesien.

- Bismarckhütte, Bismarckhütte (Werke in Bismarckhütte u. Schwientochlowitz).  
 \*Oberschlesische Eisenbahnbedarfs-Akt.-Ges., Abt. Huldshinskywerke, Bahnhof  
 Gleiwitz.  
 \*Vereinigte Königs- und Laurahütte, Akt.-Ges. für Bergbau und Hüttenbetrieb,  
 Berlin (Werk in Laurahütte).

### M.

## Liste der deutschen Röhrengießereien.

### Rheinland-Westfalen.

- Buderussche Eisenwerke, Wetzlar.  
 Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hütten-Akt.-Ges., Abt. Friedrich  
 Wilhelmshütte, Mülheim a. d. Ruhr.  
 Haniel & Lueg, Düsseldorf-Grafenberg.  
 Gelsenkirchener Bergwerks-Akt.-Ges., Abt. Schalker Gruben- und Hütten-Verein,  
 Gelsenkirchen.  
 Akt.-Ges. Neußer Eisenwerk, Heerdt bei Düsseldorf.  
 P. Stühlen, Köln-Deutz.  
 Westdeutsches Eisenwerk, Kray bei Gelsenkirchen.

### Saar.

- Rud. Boecking & Co., Halbergerhütte bei Brebach.

### Norddeutschland.

- Berliner Akt.-Ges. für Eisengießerei und Maschinenfabrikation, Charlottenburg.  
 Eisenhütten- und Emailierwerk Tangerhütte, Franz Wagenführ, Tangerhütte.  
 F. W. Friedeberg, Märkische Eisengießerei, Eberswalde.  
 Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück.  
 Hannoversche Eisengießerei, Anderten bei Hannover.

### Sachsen.

- Akt.-Ges. Lauchhammer, Lauchhammer.  
 Königin Marienhütte, Akt.-Ges., Cainsdorf i. S.

### Schlesien.

- Donnersmarckhütte, Oberschlesische Eisen- und Kohlenwerke, Akt.-Ges.,  
 Zabrze O.-S.  
 Akt.-Ges. Eisenhüttenwerk Keula, Keula bei Muskau.  
 Königliches Hüttenamt, Gleiwitz O.-S.  
 Eisenhüttenwerk Marienhütte, Akt.-Ges., Marienhütte bei Kotzenau.  
 Wilhelmshütte, Akt.-Ges. für Maschinenbau und Eisengießerei, Eulau-  
 Wilhelmshütte.

## N.

## Liste der deutschen und luxemburgischen Eisen- und Stahlgießereien.

### Rheinland-Westfalen, ohne Siegerland und Saarbezirk.

- Akt.-Ges. für Gas und Elektrizität vorm. E. v. Köppen & Co., Köln-Ehrenfeld.  
 Alexanderwerk A. von der Nahmer, A.-G., Remscheid.  
 Altenessener Eisenwerke Franz Stolle, Altenessen a. d. Ruhr.  
 Wwe. Ludwig Anacker, Versevörde bei Werdohl.  
 Aplerbecker Hütte, Aplerbeck.  
 J. Banning, Akt.-Ges., Hamm i. W.  
 Baroper Maschinenbau-Akt.-Ges., Barop i. W.  
 Bêché & Grofs, G. m. b. H., Hückeswagen.  
 Beckumer Maschinenfabrik, Apparate-Bauanstalt, Metall- und Eisengießerei  
 Ant. Ellinghaus, Beckum i. W.  
 B. Beling Söhne, Hellenthal i. d. Eifel.  
 Berger & Co., Berg.-Gladbach.  
 Ewald Berninghaus, Duisburg.  
 R. Berninghaus Nachf. W. Köppern, Berninghaushütte, Winz bei Hattingen.  
 Bien & Schmitz, Dülken.  
 \*Bochumer Eisenhütte Heintzmann & Dreyer, Bochum.  
 \*Bochumer Verein für Bergbau und Gußstahlfabrikation, Bochum.  
 Boecker & Volkenborn, Hohenlimburg.  
 Bonner & Groß, G. m. b. H., Wipperfürth.  
 Borbecker Maschinenfabrik und Gießerei Th. Kade, Berge-Borbeck.  
 H. Bovermann Nachf., G. m. b. H., Gevelsberg und Vogelsang b. Haspe i. W.  
 W. Breitenbach, Unna i. W.  
 Gebr. Brensing, Elberfeld.  
 Gust. Brinkmann & Co., G. m. b. H., Witten a. d. Ruhr.  
 Emil Brüninghaus, Wetter a. d. Ruhr.  
 Buderus'sche Eisenwerke, Wetzlar.  
 Bündler Eisenhütte C. H. Pantholt, Bünde i. W.  
 Gebr. Bündgens, Atsch bei Stolberg 2 (Rhld.).  
 Gebr. Burberg, Mettmann.  
 Th. Buschhoff, Ahlen i. W.  
 Th. Calow & Co., Bielefeld.  
 Rich. Cleff, Mülheim a. d. Ruhr.  
 Concordiahütte, vorm. Gebr. Lossen, Akt.-Ges., Bendorf.  
 Dahlhaus & Co., Iserlohn.  
 Jos. Dechèsne, Stolberg (Rhld.).  
 Derendorfer Zahnradfabrik H. Geiger, Düsseldorf-Derendorf.  
 Deutsch-luxemburgische Bergwerks- und Hütten-Akt.-Ges. Friedrich-Wilhelms-  
 hütte, Mülheim a. d. Ruhr.

Anmerkung: Die mit \* bezeichneten Werke sind Eisen- und Stahlgießereien.  
 „ „ \*\* „ „ „ Stahlgießereien.

- Dings & Sives, Bracht, Kr. Kempen.  
 R. W. Dinnendahl, Akt.-Ges., Kunstwerkerhütte bei Steele a. d. Ruhr.  
 Döring & Co., Witten a. d. Ruhr.  
 Dorstener Eisengießerei und Maschinenfabrik, Akt.-Ges., Dorsten.  
 Droop & Rein, Bielefeld.  
 Dubois & Co., Aachen.  
 Dürener Maschinenfabrik und Eisengießerei H. Depiereux, Düren (Rhld.).  
 Düsseldorfer Maschinenbau-A.-G. vorm. J. Losenhausen, Düsseldorf-Grafenberg.  
 Düsseldorfer Werkzeugmaschinenfabrik und Eisengießerei Habersang & Zinzen,  
 G. m. b. H., Düsseldorf-Oberbilk.  
 Duisburg-Bocholter Eisenwerke Friedr. Ulfers, Duisburg-Hochfeld.  
 Duisburger Maschinenbau-Akt.-Ges. vorm. Bechem & Keetman, Duisburg.  
 Ebert & Co., Horstermark i. W.  
 \*Gebr. Eickhoff, Bochum.  
 Eisengießerei Dortmund, W. Suhrmann, Dortmund.  
 Eisengießerei Hangelar, G. m. b. H., Bonn.  
 Eisengießerei und Maschinenfabrik B. Beenen & Max Haas, Cleve.  
 Eisengießerei und Maschinenfabrik Hemer, G. Reinhardt & Co., Hemer i. W.  
 Eisengießerei und Maschinenfabrik Ludwigshütte, Louis Duesberg, Sterkrade.  
 Eisenhütte Heerd, F. Hasenkamp & Co., Heerd bei Neufs.  
 Eisenhütte Prinz Rudolph, Dülmen i. W.  
 Eisenhütte Westfalia, Akt.-Ges., Bochum.  
 Eisenhütte Westfalia, Carl Schäfer, Oelde i. W.  
 Eisenwerk Hugo Brauns, Dortmund.  
 Eisenwerk Germania, Frentzen & Vogel, M.Gladbach.  
 \*Eisenwerk Klettenberg, G. m. b. H., Köln-Sülz.  
 Eisenwerk Rodenkirchen, G. m. b. H., Köln.  
 Eisenwerk Stolle & Co., Recklinghausen.  
 Eisenwerk Weserhütte, Schuster & Krutmeyer, Bad Oeynhausen.  
 Emmericher Maschinenfabrik und Eisengießerei, G. m. b. H., Emmerich.  
 Emscherhütte, Eisengießerei und Maschinenfabrik vorm. Hch. Horlohe, A.-G.,  
 Duisburg-Ruhrort.  
 J. W. Erkens, Niederau bei Düren (Rhld.).  
 Esch & Stein, Duisburg-Hochfeld.  
 Eschweiler Maschinenbau-Akt.-Ges., Eschweiler-Aue.  
 Eschweiler-Ratinger Maschinenbau-Akt.-Ges., Ratingen.  
 Eulenberg, Moenting & Co., G. m. b. H., Mülheim a. Rh.  
 Euskirchener Maschinenfabrik, Eisen- u. Metallgießerei Carl August, Euskirchen.  
 Fahrendeller Hütte, Winterberg & Jüres, Bochum.  
 Friedr. Feldhoff Sohn, Barmen.  
 Friedr. Feldhoff & Co., G. m. b. H., Wülfrath.  
 Fischer & Demmler, Mülheim a. d. Ruhr.  
 L. Flesch, Herford.  
 Freytag & Co., Haspe i. W.  
 de Fries & Co., Akt.-Ges., Düsseldorf.  
 Gust. Fromm, Lüdenscheid.  
 Otto Froriep, Rheydt.

- Hub. Funken, Mariadorf bei Aachen.  
 Gasmotorenfabrik, Akt.-Ges., Köln-Ehrenfeld.  
 Gasmotorenfabrik Deutz, Köln-Deutz.  
 Gebr. Geilenkirchen, Weifs bei Sürth, Kr. Köln.  
 Gelsenkirchener Bergwerks-Akt.-Ges., Abteilung Aachener Hütten-Verein,  
 Rothe Erde bei Aachen.  
 Gelsenkirchener Bergwerks-Akt.-Ges., Abteilung Schalker Gruben- und Hütten-  
 Verein, Gelsenkirchen.  
 Gelsenkirchener Gußstahl- u. Eisenwerke vorm. Munscheid & Co., Akt.-Ges.,  
 Gelsenkirchen.  
 W. Gerhardi, Lüdenscheid.  
 Germaniahütte, Fabrik metallurgischer Produkte, Duisburg-Wanheimerort.  
 Werner Geub, G. m. b. H., Köln-Ehrenfeld.  
 Gewerkschaft Carl Otto, Adelenhütte bei Porz a. Rh.  
 Gewerkschaft Eisenhütte Westfalia, Lünen a. d. Lippe.  
 Gewerkschaft Quint, Quint b. Trier.  
 Gewerkschaft Schalker Eisenhütte, Gelsenkirchen-Schalke.  
 Girards & Mais, G. m. b. H., Neuhütte, Kr. Schleiden.  
 Gladbacher Eisenwerke Haubold & Co., G. m. b. H., M.Gladbach.  
 Ed. Görres, Aachen.  
 K. Gottbill sel. Erben, Mariahütte, Bez. Trier.  
 Grolman & Co., Horst-Emscher i. W.  
 Carl Großmann, Wald.  
 Grüter, Grage & Co., G. m. b. H., Rütthen i. W.  
 Carl Güldenhaupt, Geseke i. W.  
 Gußwerk Aachen, G. m. b. H., Aachen.  
 \*Gutehoffnungshütte, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb, Oberhausen  
 und Sterkrade.  
 Gebr. Hagedorn & Co., Warendorf i. W.  
 Eduard Hamecher, Krefeld.  
 Hammann & Co., Neuß.  
 Handels- und Industrie-G. m. b. H., Köln.  
 \*Haniel & Lueg, Düsseldorf-Grafenberg.  
 Gebr. Hannemann & Co., G. m. b. H., Düren (Rhld.).  
 N. J. Hannemann, Düren (Rhld.).  
 F. Hasenkamp & Co., Neviges bei Elberfeld.  
 Hedwigshütte, Preuß & Winzen, Viersen.  
 \*J. A. Henckels Zwillingswerk, Solingen.  
 Heinr. Hennes, Krefeld.  
 Henschel & Sohn, Abt. Heinrichshütte bei Hattingen.  
 F. A. Herbertz, Köln.  
 Hesselbein & Reygers, Bocholt i. W.  
 Wilhelm Heyden & Co., Köln-Lindenthal.  
 Josef Hoenen, Kohlscheid bei Aachen.  
 Eberh. Hoesch & Söhne, Düren (Rhld.).  
 Hohenzollern, Akt.-Ges. für Lokomotivbau, Düsseldorf-Grafenberg.  
 Holter Eisenhütte, Dr. Harald Tenge, Sohloß Holte i. W.

- H. W. Holtz, Dülken.  
 Hompesch & Peltzer, M.Gladbach.  
 \*Fritz Imhoff, Barmen.  
 Isselburger Hütte vorm. Nering, Bögel & Co., Akt.-Ges., Isselburg.  
 G. & J. Jaeger, G. m. b. H., Elberfeld.  
 Gebr. Jellinghaus, Camen i. W.  
 Jünkerather Gewerkschaft, Jünkerath i. d. Eifel.  
 Kalker Trieurfabrik und Fabrik gelochter Bleche Mayer & Co., Kalk.  
 Gebr. Kemna, Uerdingen a. Rh.  
 Th. Kieserling & Albrecht, Solingen.  
 A. Kirberg, Haan.  
 Kirberg & Hüls, Hilden.  
 Joh. Kleinewefers Söhne, Krefeld.  
 Heinr. Kleppert, Rheydt.  
 Carl Klingelhöffer, Grevenbroich.  
 Andreas Kloth, Dortmund.  
 Kölner Eisenwerk und Rhein. Apparate-Bauanstalt, G. m. b. H., Brühl b. Köln.  
 Köln-Ehrenfelder Gebläsefabrik u. Eisengießerei Gotthelf Berger, Köln-Ehrenfeld.  
 Kölnische Maschinenbau-Akt.-Ges., Köln-Bayenthal.  
 König & Gallhoff, Köln-Ehrenfeld.  
 Carl Krafft & Söhne, Düren (Rhld.).  
 W. J. Krauß & Co., Kalk.  
 \*Fried. Krupp, Akt.-Ges., Essen a. d. Ruhr.  
 Fried. Krupp, Akt.-Ges., Mühlhofener Hütte, Mühlhofen b. Sayn.  
 Fried. Krupp, Akt.-Ges., Friedrich Alfred-Hütte, Rheinhausen-Friemersheim.  
 F. Küppersbusch & Söhne, Akt.-Ges., Gelsenkirchen-Schalke.  
 Kunsteisengießerei Josephshütte vorm. J. J. Meeßen, G. m. b. H., Rothe Erde bei Aachen.  
 Ed. Laeis & Co., Trier.  
 Johann Landsmann, Monzel i. d. Eifel.  
 Bernhard Langen, Orken, Kr. Grevenbroich.  
 S. Lentz, Viersen.  
 Letmather Eisengießerei u. Maschinenfabrik Schütte, Meyer & Co., G. m. b. H., Letmathe i. W.  
 de Limon, Fluhme & Co., Düsseldorf-Oberbilk.  
 C. H. Linden, Barmen-Wupperfeld.  
 Clemens Linzen, Unna i. W.  
 Lohmann & Soeding, G. m. b. H., Witten a. d. Ruhr.  
 Lohmann & Stolterfoht, Witten a. d. Ruhr.  
 Lünen Eisengießerei Fluhme & Lenz, Lünen a. d. Lippe.  
 Lünen Hütte, Ferd. Schultz & Co., Lünen a. d. Lippe.  
 Märkische Maschinenbau-Anstalt Ludw. Stuckenholz, A -G., Wetter a. d. Ruhr.  
 Maschinenbau-Akt.-Ges. vorm. Beck & Henkel, Bredelar.  
 M. Maesch & Söhne, Steele a. d. Ruhr.  
 Maschinenbau-Akt.-Ges. Union, Essen a. d. Ruhr.  
 Maschinenbau-Anstalt Altenessen, Akt.-Ges., Altenessen.  
 Maschinenbau-Anstalt Humboldt, Kalk.

- Maschinenfabrik Baum, Akt.-Ges., Herne i. W.  
 Maschinenfabrik Deutschland, Akt.-Ges., Dortmund.  
 Maschinenfabrik und Eisengießerei A. Beien, Herne i. W.  
 Maschinenfabrik und Eisengießerei Dieckmann & Tangerding, Bocholt i. W.  
 Maschinenfabrik und Eisengießerei Mark, G. m. b. H., Hagen-Eckesey.  
 Maschinenfabrik Rheydt, O. Recke, Rheydt.  
 Gebr. Meer, M.Gladbach.  
 Rud. Meißner, Eving, Kr. Dortmund.  
 A. Mengerinhausen Nachf., Iserlohn.  
 Carl Menzel Söhne, Elberfeld.  
 Franz Meyers, Straelen, Kr. Geldern.  
 K. & Th. Möller, G. m. b. H., Brackwede i. W.  
 A. Monforts, M.Gladbach.  
 Theod. Mongen, Mülheim a. Rh.  
 \*Georg Müller, Köln-Sülz.  
 Neußer Eisenwerk vorm. Rud. Daelen, Akt.-Ges., Heerdt bei Düsseldorf.  
 Niederrhein. Eisengießerei u. Maschinenfabrik Reintjes & Meulemann, Emmerich.  
 Niederrhein. Eisenwerk, G. m. b. H., Dülken.  
 Niederrheinische Hütte, Duisburg-Hochfeld.  
 Niebaum & Gutenberg, Herford.  
 Oberhagener Maschinenfabrik Daniel Heuser, Hagen i. W.  
 \*Oberhausener Stahl- und Eisengießerei, Oberhausen (Rheinl.).  
 Gebr. Odenthal, Köln-Ehrenfeld.  
 Friedr. Pannen, Asberg, Kr. Moers.  
 Fritz Paulussen, M.Gladbach.  
 Pellenz & Co., Köln-Ehrenfeld.  
 Joh. Petermann & Co., Warendorf.  
 Wilh. Peters, Kückelhausen bei Haspe i. W.  
 \*Phoenix, Akt.-Ges., Laar bei Ruhrort.  
 \*Phoenix, Akt.-Ges., Abt. Hörder Verein, Hörde i. W.  
 Ad. Pieper, Moers a. Rh.  
 Win. Pitzler, Birkesdorf bei Düren (Rhld.).  
 Heinr. Pollems, M.Gladbach.  
 Pothhoff & Flume, Louisenhütte bei Lünen a. d. Lippe.  
 Proll & Lohmann, Hagen i. W.  
 Peter Radmacher, Eschweiler bei Aachen.  
 Gebr. Reckermann, Solingen.  
 Gebr. Rembold, M.Gladbach.  
 Remscheider Eisenhütte, G. m. b. H., Remscheid.  
 Remscheid-Hastener Eisengießerei Heinr. Steinbach, Remscheid-Hasten.  
 Wwe. P. Reuland, Stolberg II (Rhld.).  
 Rhein. Armaturen- u. Maschinenfabrik u. Eisengießerei Sempell, M.Gladbach.  
 Rhein. Dampfkessel- u. Maschinenfabrik Büttner, G. m. b. H., Uerdingen, Rhein.  
 Rhein. Metallwaren- und Maschinenfabrik, Düsseldorf-Derendorf.  
 Rhein. Stahlwerke, Duisburg-Meiderich.  
 Rhein. Webstuhl- und Appreturmaschinenfabrik, G. m. b. H., Dülken.  
 \*Rhein.-Westf. Gußstahlwerk Alfred Eberhard & Co., Köln.

- Rittershaus & Blecher, Unter-Barmen.  
 Gebr. Ruhrmann, Kettwig.  
 Bernh. Ruthemeyer, Soest.  
 Saarner Eisenhütte H. Winnesberg & Co., Mülheim a. d. Ruhr-Saarn.  
 Valentin Sauer, Hähnenbacherhütte bei Staudernheim.  
 Wilh. Schaarmann, Rheydt.  
 Scheffel & Schiel, Mülheim a. Rh.  
 Scheidt & Bachmann, M. Gladbach.  
 Ernst Schieß, Werkzeugmaschinenfabrik, Akt.-Ges., Düsseldorf.  
 C. Schleifenbaum, Meinerzhagen, Kr. Altena i. W.  
 Th. Schlinkmann, Christianenhütte, Post Sundern.  
 \*Cornelius Schmidt, Mülheim a. Rh.  
 J. H. Schmitz Söhne, Homberg a. Rh.  
 Schoenen & Hurtz, Aachen.  
 Gebr. Scholten, Duisburg.  
 F. M. Schrammen & Co., Wickrath.  
 A. Schröder, Burg a. d. Wupper.  
 Wwe. J. Schröder, Oedingen, Kr. Meschede i. W.  
 Herm. Schroers, Krefeld.  
 Leonard Schroiff, Kohlscheid bei Aachen.  
 Schüchtermann & Kremer, Dortmund.  
 Josef Schulte, Sundwig i. W.  
 Gebr. Schultz, Münster i. W.  
 Louis Schwarz & Co., Aplerbeck.  
 Schwelmer Eisengießerei und Maschinenfabrik Rob. Behn & Co., G. m. b. H., Schwelm.  
 Sieg-Rheinische Hütten-Akt.-Ges., Friedrich Wilhelmshütte a. d. Sieg.  
 Siller & Jamart, Barmen-Rittershausen.  
 Simon & Ullrich, Marienau bei Mechernich.  
 Heinr. E. Sistig, Eisengießerei, G. m. b. H., Rath bei Düsseldorf.  
 Louis Soest & Co., G. m. b. H., Reisholz bei Düsseldorf.  
 A. Spengler, M. Gladbach.  
 Spinnereimaschinenfabrik Seydel & Co., Bielefeld.  
 Friedr. Spies Söhne, Barmen-Rittershausen.  
 Robert Spies, Fr. Sohn, G. m. b. H., Barmen, Leimbacherstr. 83/91.  
 Gebr. Ständer, Altenessen a. d. Ruhr.  
 \*Stahl- und Eisenwerk Dahlhausen, Akt.-Ges., Dahlhausen a. d. Ruhr.  
 \*Stahl- und Eisenwerk Stockum, Stockum, Kr. Bochum.  
 Wilh. Steeger, Vohwinkel.  
 Herm. Steimann, Horst-Emscher i. W.  
 L. & C. Steinmüller, Gummersbach.  
 Wilh. Stolle, Euskirchen.  
 P. Stühlen, Köln-Deutz.  
 Sürther Maschinenfabrik vorm. H. Hammerschmidt, Sürth bei Köln.  
 Suhrmann & Asmann, M. Gladbach.  
 Sundwiger Eisenhütte, Maschinenbau-Akt.-Ges., Sundwig i. W.  
 E. Temsfeld Nachf., Lennep.

- Gebr. Tigges, Sünninghausen, Kr. Beckum.  
 Wilh. Thöing, Ronsdorf.  
 Felix Tonner, Dülken.  
 Thyssen & Co., Mülheim a. d. Ruhr.  
 W. Treitz, Trier.  
 Trierer Eisengießerei u. Maschinenfabrik von Aug. Feuerstein, Akt.-Ges., Trier  
 Ullrich & Hinrichs, Akt.-Ges., Ratingen.  
 \*Union, Akt.-Ges. für Bergbau, Eisen- und Stahlindustrie, Dortmund.  
 Unnaer Eisenhütte, Carl Michel, Unna i. W.  
 Varresbecker Eisenwerk Büscher & Hartog, Elberfeld-Varresbeck.  
 L. Voigt, Iserlohn.  
 A. Volkenborn, Langenberg (Rhld.).  
 Volkmann & Co., Krefeld.  
 J. G. Vonderhecken, Aachen.  
 Josef Walbert, Eisengießerei, Aachen.  
 Franz Waltermann, Neuß.  
 Gebr. Wandesleben, G. m. b. H., Stromberger Neuhütte, Hunsrück.  
 Gebr. Wansleben, Krefeld.  
 Warsteiner Gruben- und Hüttenwerke, Warstein.  
 Wencker & Berninghaus, Dortmund.  
 Werkzeugmaschinenfabrik Wagner & Co., Dortmund.  
 Werler Maschinenfabrik und Eisengießerei, G. m. b. H., Werl i. W.  
 Weseler Maschinenbau-Ges. m. b. H., Wesel.  
 Westdeutsches Eisenwerk, Akt.-Ges., Kray, Kr. Essen a. d. Ruhr.  
 Wiedenbrück & Wilms, Köln-Ehrenfeld.  
 Windscheid & Wendel, Düsseldorf.  
 Joh. Wintgens, Eupen.  
 G. Wippermann, Kalk.  
 Wittener Hütte, Akt.-Ges., Witten a. d. Ruhr.  
 Emil Wolff, Essen a. d. Ruhr.  
 Gust. Wolf jr., Linden a. d. Ruhr.  
 Heinr. Wolff, Hückeswagen.  
 Frau J. Wüst, Jülich.  
 Wupperthaler Eisenhütte Dr. Harald Tenge, Barmen.  
 Zeitzer Eisengießerei und Maschinenbau-Akt.-Ges., Zweigniederlassung Köln-  
 Ehrenfeld vorm. Louis Jäger, Köln-Ehrenfeld.  
 Zimmermann & Jansen, Düren (Rhld.).  
 van der Zypen & Charlier, G. m. b. H., Köln-Deutz.

### Fürstentum Hohenzollern.

Fürstl. Hohenzollernsche Hüttenverwaltung, Laucherthal b. Sigmaringen.

### Siegerland.

- Eugen Achenbach sel. Söhne, Buschhütten bei Creuzthal.  
 Ludw. Ad. Achenbach & Söhne, Marienborn bei Siegen.  
 Betzdorfer Eisen- und Metallgießerei Theob. Schütz, Betzdorf.

Ed. Breitenbach, Weidenau an der Sieg.  
 Herm. Breitenbach, Weidenau an der Sieg.  
 Carl Buch, Weidenau an der Sieg.  
 Fabrik landwirtschaftlicher Maschinen Hennef, Akt.-Ges., Hennef a. d. Sieg.  
 Akt.-Ges. Charlottenhütte, Niederschelden.  
 Freier-Gründer Eisen- und Metallwerke, G. m. b. H., Neunkirchen, Kr. Siegen.  
 Gust. Gontermann, Sieghütte bei Siegen.  
 Herm. Irle, Deuz, Kr. Siegen.  
 J. F. Jacobi, Hennef an der Sieg.  
 Ph. Löhe, Hennef an der Sieg.  
 Maschinenbau-Akt.-Ges. vorm. Gebr. Klein, Dahlbruch.  
 Johs. Meys & Co., G. m. b. H., Hennef an der Sieg.  
 Peipers & Co., Akt.-Ges., Siegen.  
 Prinz Heinrichwerk Gebr. Kraemer, Siegburg.  
 Scheben & Krudewig, G. m. b. H., Hennef an der Sieg.  
 \*Siegener Eisengießerei, Akt.-Ges., Siegen.  
 Siegen-Lothringer Werke vorm. H. Fölzer Söhne, Siegen.  
 Siegener Maschinenbau-Akt.-Ges. vorm. A. & H. Oechelhäuser, Siegen.  
 A. Spies, G. m. b. H., Siegen.  
 Gebr. Steffen, Eisengießerei, G. m. b. H., Geisweid.  
 Joh. Steimel sel. Erben, Hennef an der Sieg.  
 Walzengießerei vorm. Kölsch & Co., Akt.-Ges., Siegen i. W.

### Luxemburg.

A. Duchscher & Co., Wecker.  
 Eisenhütten-Aktien-Verein Düdelingen, Düdelingen.  
 Johann Frieser, Tetingen.  
 Le Gallais-Metz & Co., Eich (Luxemburg).  
 Johann Kihn, Rümelingen.  
 Majerus & Schoeller, Colmar-Berg.  
 J. Massard, Kayl.  
 Vanderaiken, We., Diekirch.  
 Weber-Collard, Ettelbrück.  
 \*Union des Acieries, Soc. Anon., Vereinigte Stahlwerke, Akt.-Ges. (Kleinbesemerei), Hollerich-Luxemburg.

### Lothringen.

Lothringer Eisenwerke, Ars an der Mosel.  
 Leo Merling Nachfolger, Inh. E. Herrmann, Rozerieulles, Kr. Metz.  
 Quinchez & Cie., Kreuzwald i. L.

### Saar.

Rud. Böcking & Cie., Halbergerhütte.  
 Peter Bodinet, Dillingen an der Saar.  
 Brans & Müller, Güdingen.  
 \*\*Deutsch-Österreichische Mannesmannröhrenwerke, Gußstahlwerk, Malstatt-Burbach.

- \*Dingler, Karcher & Co., St. Johann an der Saar.  
 Dingler'sche Maschinenfabrik, Akt.-Ges., Zweibrücken.  
 Ehrhardt & Sehmer, Schleifmühle bei Saarbrücken.  
 Hanns, Fery & Co., Fraulautern.  
 Gebrüder Haroner, Fraulautern.  
 Wilh. Hartung, Sulzbach bei Saarbrücken.  
 Karl Koch, Saarbrücken.  
 Lothringer Walzengießerei, Akt.-Ges., Busendorf.  
 Maschinenbaugesellschaft, Zweibrücken.  
 \*Maschinenfabrik Wery, Akt.-Ges., Zweibrücken.  
 Pörringer & Schindler, Zweibrücken.  
 Röper & Wüstenhöfer, Malstatt-Burbach.  
 Wilh. Schulde, Dudweiler.  
 Weilerbacherhütte, Akt.-Ges., Weilerbach.

### Posen.

- C. Blumwe & Co., Akt.-Ges., Prinzenthal bei Bromberg.  
 Becker & Rilling, Dratzigmühle (Filehne).  
 Cegielski, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Posen.  
 Eberhardt, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Bromberg.  
 Robert Franzke, Eisengießerei, Bojanowo.  
 Frommershausen & Wassermann, Schneidemühl.  
 Paul Greczmiel, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Dobryca bei Krotoschin.  
 L. W. Gehlhaar, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Nakel an der Netze.  
 Krotoschiner Maschinenfabrik und Eisengießerei, Krotoschin.  
 Komnik & Bertram, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Neustadt b. P.  
 Krempa Maschinenfabrik und Eisengießerei, Krempa bei Ostrowo.  
 Joh. Linz, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Rawitsch.  
 Moegelin, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Posen.  
 Nitkowski, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Samter.  
 Ostrowoer Eisenwerk, G. m. b. H., Ostrowo.  
 H. Radtke, Eisengießerei, Hohensalza (Inowrazlaw).  
 Gebr. Schneider, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Birnbaum.  
 Gust. Wandel, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Meseritz.

### Schlesien.

- M. Adler und J. Panofsky, Paulshütte bei Sohrau.  
 Albinus & Lehmann, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Görlitz.  
 Constantin Bartetzki, Sohrau.  
 E. Bauch, Eisengießerei und Maschinenfabrik, Landeshut.  
 Bernsdorfer Eisenhüttenwerke, Bernsdorf bei Hoyerswerda.  
 \*Bismarckhütte, Akt.-Ges., Bismarckhütte, O.-S.  
 Herm. Blümel, Metall- und Eisengießerei, Ob. Eulau (Sprottau).  
 \*Gebr. Böhler & Co., Akt.-Ges., Ratibor, O.-S.  
 \*A. Borsig, Berg- und Hüttenverwaltung, Borsigwerk, O.-S.  
 Breitenfeld & Scholz, Bunzlau.  
 Carlshütte, Altwasser.

- J. E. Christoph, Akt.-Ges., Maschinenfabrik und Eisengießerei, Nietzky, O.-L.  
 Donnersmarckhütte, Zabrze, O.-S.  
 Eisengießerei Paulinenhütte, Kommandit-Gesellschaft, Neusalz, a. O.  
 Eisengießerei Vossowska, Wielsch & Co., Vossowska, Kr. Gr.-Strelitz, O.-S.  
 Eisenhütten- und Emallierwerk Waltherhütte, Akt.-Ges., Nicolai, O.-S.  
 Eisenhüttenwerk Keulahütte, Keula i. Schl.  
 Eisenhüttenwerk Marienhütte, Kotzenau und Mallmitz.  
 Eisenhüttenwerk und Metallgießerei S. Kascha & Co., Nicolai, O.-S.  
 \*Eisenhüttenwerk und Stahlgießerei, Neusalz a. O.  
 \*Eisen- und Stahlwerk Bethlen-Falva, in Liqu., Bismarckhütte.  
 Eisenwerk Kreutzburgerhütte, E. Picka, Kreutzbergerhütte, Post Murow, O.-S.  
 Ed. Esser, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Görlitz.  
 \*Akt.-Ges. Ferrum, vorm. Rhein & Co., Zawodzie, O.-S.  
 A. Fitzner, Eisengießerei und Maschinenbauanstalt, Rybna, O.-S.  
 H. Fliegel, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Berthelsdorf bei Hirschberg.  
 Gräfl. Frankenberg'sche Maschinenfabrik Theresienhütte bei Tillowitz, O.-S.  
 Främb's & Freudenberg, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Schweidnitz.  
 H. Füllner, Warmbrunn.  
 Fürstl. Solmsches Eisenhüttenwerk, Lorenzdorf bei Bunzlau.  
 \*Ganz & Co., Eisengießerei und Maschinenfabrik, Akt.-Ges., Ratibor, O.-S.  
 Gebr. Gloeckner, Eisenhüttenwerk, Tschirndorf (Sagan).  
 Gebr. Gutsmann, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Breslau.  
 H. Geisler, Eisengießerei, Schweidnitz.  
 Gnadenfelder Maschinenfabrik und Eisengießerei, Gnadenfeld, Kr. Cosel.  
 Gnieser Eisengießerei und Maschinenfabrik, Poischwitz, Bez. Liegnitz.  
 Goerlitzer Maschinenfabrik, Akt.-Ges., Goerlitz.  
 Wilh. Haertel, Neu-Rauden, Kr. Freistadt.  
 W. Haßmann & Sohn, Schönwalde, Kr. Neiße.  
 Haynauer Maschinenfabrik und Eisengießerei, Haynau.  
 Heinerici, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Breslau.  
 Herzogl. Schlesw.-Holsteinsche Henriettenhütte, Henriettenhütte b. Primkenau.  
 „ „ „ „ Friedrich-Christian-Hütte b. Primkenau.  
 E. Hildebrandt, Kreuzburg, O.-S.  
 Ernst Hoffmann & Co., Maschinenfabrik und Eisengießerei, Breslau.  
 \*Hubertushütte bei Hohenlinde, O.-S.  
 Felix Hübner, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Liegnitz.  
 Kania & Kuntze, Zawodzie, O.-S.  
 J. Kemma, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Breslau, Graeb'schen Nr. 7.  
 A. Kliegel, Eisengießerei, Breslau.  
 Anton Kleine, Eisengießerei, Sorgau (Waldenburg).  
 H. Köetz Nachf., Nicolai, O.-S.  
 \*Königl. Hüttenwerk, Gleiwitz, O.-S.  
 \*Königl. Hüttenwerk, Malapane, O.-S.  
 Gebr. Kranz, Bunzlau.  
 C. Kulmiz, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Saarau.  
 Lauchhammer Akt.-Ges., Eisengießerei, Burghammer bei Hoyerswerda.  
 C. Liebermann & Vogler, Bunzlau.

- Lublinitzer Eisengießerei und Maschinenfabrik Johann Lempka, Lublinitz.  
 Maschinenbauanstalt Breslau, Breslau.  
 Neißer Eisengießerei und Maschinenbauanstalt Hahn & Kopolowitz, Nachf.,  
 Neuland-Neiße.  
 A. Niedlich & Co., Maschinenfabrik und Eisengießerei, Breslau.  
 Oberschles. Eisenbahn-Bedarfs-Akt.-Ges. Friedenshütte, Abt. Eisengießerei,  
 Colonnowska.  
 \*Oberschles. Eisenbahn-Bedarfs-Akt.-Ges. Friedenshütte, Abt. Huldshinsky-  
 werke, Gleiwitz.  
 Oberschles. Kokswerke und Chemischen Fabriken, Akt.-Ges., Abt. Redenhütte,  
 Zabrze, O.-S.  
 Opitz, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Königszelt.  
 Oppelner Eisengießerei und Maschinenfabrik, Carl Loesch, Oppeln.  
 Richard Pawlik, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Proskau, O.-S.  
 Gebr. Prankel, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Groß-Strehlitz, O.-S.  
 R. Przillas & Söhne, Brieg, Bez. Breslau.  
 Rettig & Co., Fabrik landwirtschaftlicher Maschinen und Eisengießerei,  
 Mittelneuland bei Neiße.  
 Graf Rittberg, Eisengießerei, Modlau bei Bunzlau.  
 Karl Roensch & Co., G. m. b. H., Cosel, O.-S.  
 Rybnikerhütte, G. m. b. H., Rybnik am Bahnhof.  
 A. Schoenawa, Ratiborhammer.  
 Schulze & Kluge, Oberlausitzer Glasformenfabrik, Weißwasser.  
 Gebr. Seewald, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Striegau.  
 M. Seidel, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Greiffenberg i. Schl.  
 \*Silesia, Maschinenfabrik, Eisen- und Tempergießerei, Akt.-Ges., Mittelneuland  
 bei Neiße.  
 Simon & Bardtke, Eisengießerei, Kittlitztreben bei Bunzlau.  
 Starke & Hoffmann, Hirschberg.  
 J. Stobrawa, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Gleiwitz, O.-S.  
 F. J. Stumpf, Eisengießerei, Breslau-Graebtschen.  
 Teichert & Sohn, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Liegnitz.  
 Theuser, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Hirschberg.  
 Tscheuschler Eisengießerei und Maschinenfabrik, Lauban.  
 Vereinigte Königs- und Laurahütte, Akt.-Ges., Berlin NW. 7.  
 Abt. Eintrachthütte bei Schwientochlowitz.  
 \*Abt. Königshütte, Königshütte.  
 Abt. Laurahütte, Laurahütte.  
 Wache, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Glatz.  
 F. W. Warnek, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Spahlitz bei Oels.  
 C. Weiß, Eisengießerei und Maschinenfabrik, Glogau.  
 K. Wendt, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Oppeln.  
 J. G. Wiedermann, Eisengießerei, Gremsdorf & Greulich bei Bunzlau.  
 Ferd. Wiesner, Eisengießerei, Bunzlau.  
 Wilhelmshütte, Akt.-Ges., Maschinenfabr. u. Eisengießerei, Eulau u. Waldenburg.  
 Zalenser Metall- und Eisengießerei und mechanische Werkstatt, G. m. b. H.,  
 Zalense, O.-S.

## Brandenburg.

- Aichele & Bachmann, Berlin.  
 C. Beermann, Treptow bei Berlin.  
 Berliner Akt.-Ges. für Eisengießerei und Maschinenfabrikation, Charlottenburg.  
 \*Berliner Gußstahlfabrik und Eisengießerei Hugo Hartung, Akt.-Ges., Berlin.  
 Berliner Maschinenbau-Akt.-Ges., vorm. L. Schwartzkopff, Berlin.  
 Berliner Maschinenbau-Akt.-Ges., vorm. L. Schwartzkopff, Wildau, Kr. Teltow.  
 Berliner Wagenachsenfabrik Eggebrecht & Schumann, Pankow bei Berlin.  
 Berliner Werkzeugmaschinenfabrik, Akt.-Ges., vorm. L. Sentker, Berlin.  
 M. Bittrich, Angermünde.  
 C. G. Bohm, Fredersdorf an der Ostbahn.  
 A. Borsig, Tegel bei Berlin.  
 E. Breßler, Soldin.  
 Edmund Brüggemann, Berlin, Rüdersdorferstr. 48.  
 Budde & Goehde, G. m. b. H., Eberswalde.  
 Camin & Neumann, Frankfurt a. O.  
 Cottbuser Maschinenbauanstalt und Eisengießerei, Akt.-Ges., Cottbus.  
 Gustav Chorus Nachf., Fürstenwalde an der Spree.  
 L. Dechert & Söhne, Oranienburg.  
 Deneken & Haensch, Prenzlau.  
 Deutsche Niles-Werkzeugmaschinenfabrik, Oberschöneweide bei Berlin.  
 Carl Draeger, Arnswalde.  
 F. E. Drescher, Wittstock a. D.  
 H. F. Eckert, Akt.-Ges., Lichtenberg bei Berlin.  
 Eisengießerei Akt.-Ges. vorm. Keyling & Thomas, Berlin.  
 Eisenwerk Gebr. Arndt, G. m. b. H., Berlin.  
 Elisabethhütte (J. Krüger), Brandenburg a. H.  
 Rud. Erselius, Luckenwalde.  
 D. Ewald, Pritzwalk.  
 Alb. Fesca & Co., Maschinenfabrik u. Eisengießerei, Akt.-Ges., Reinickendorf-Ost.  
 \*\*Flexilis-Werke, G. m. b. H., Tempelhof b. Berlin.  
 Frey & Beccard, Schwedt an der Oder.  
 H. Friesicke, Neuruppin.  
 Gaul & Hoffmann, Frankfurt an der Oder.  
 Fr. Gebauer, Berlin, Beusselstr. 44 d.  
 L. Gehrs & Co., Berlin.  
 Georg Grauert, Stralau, Alt-Stralau 67.  
 Paul Greulich & Co., Fürstenwalde an der Spree.  
 Louis Grunauer & Co., Berlin.  
 M. Gutmann, Frankfurt an der Oder.  
 Hammer & Haebler, Forst i. L.  
 Rud. A. Hartmann, Berlin, Gitschinerstr. 65.  
 Hugo Hartung, Berlin, Wiciefstr. 16/17.  
 Carl Hauschild, G. m. b. H., Stralau.  
 Wilhelm Heine, Cottbus.  
 E. Herrmann, Sorau N.-L.

- H. Hipkow & Co., Gassen i. L.  
 F. Hoffmann, Finsterwalde.  
 H. Hoffmann, Prenzlau.  
 W. Hoffmann, Hüttenwerk Vietz, Vietz.  
 C. Hummel, Berlin, Südufer.  
 Th. Jacob, Berlin, Lachmannstr. 3.  
 C. Jähne & Sohn, Landsberg a. d. W.  
 Jahn, Kommanditgesellschaft, Arnswalde N.-M.  
 Max John, Sommerfeld.  
 Bernh. Juckel, Guben.  
 J. S. Kern & Söhne, Schwiebus.  
 Robert Kirchner, Wittenberge.  
 Albert Kiselowsky, Lichtenberg bei Berlin.  
 Gustav Knackstedt, Cottbus.  
 Wilhelm Köhler, Guben II.  
 P. Kunkel, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Vordamm (Ostbahn).  
 F. Aug. Lehmann & Wolffermann, Guben II.  
 Leopold & Hurttig, Königswusterhausen.  
 Ludwig Löwe & Co., Akt.-Ges., Berlin.  
 C. Lüdecke, Neustadt a. d. D.  
 J. Lüdecke Nachf., Werder a. H.  
 Märkische Eisengießerei, F. W. Friedeberg, G. m. b. H., Eberswalde.  
 \*Märkische Stahl- und Eisengießerei F. Weeren, Rixdorf bei Berlin.  
 J. Maillefert, Strasburg i. d. U.  
 Theoder Marder, Forst i. L.  
 Paul Martiny & Co., Sorau, N.-L.  
 Maschinenbauanstalt u. Eisengießerei vorm. Th. Flother, Akt.-Ges., Gassen i. L.  
 Maschinenbauanstalt, Eisengießerei u. Dampfkesselfabrik H. Paucksch, Akt.-Ges.,  
 Landsberg a. d. W.  
 Maschinenfabrik Cyclop Mehlig & Behrens, Berlin.  
 Julius Müller, Finsterwalde an der Spree.  
 W. Naucke, Neuruppin.  
 Adolf Nippraschk, Spremberg i. L.  
 Norddeutsche Eisenwerke, G. m. b. H., Oberschöneweide bei Berlin.  
 Pergande & Gerste, Perleberg.  
 Julius Pintsch, Fürstenwalde an der Spree.  
 Gebr. Pietsch, Schwiebus.  
 Wilh. Quade, G. m. b. H., Guben II.  
 Radiatorenwerk Berlin-Eberswalde, G. m. b. H., Britz bei Eberswalde.  
 Gebr. Reichstein, Brandenburg a. H.  
 Reimann & Herfort, Cottbus.  
 Friedrich Richter & Co., Rathenow.  
 Roessemann & Kühnemann, Reinickendorf bei Berlin.  
 Rüdersdorfer Eisengießerei, Inhaber Joh. Sitz, Kalkberge i. M.  
 Franz Rützen, Rixdorf bei Berlin.  
 A. Salinger, Berlin, Luisenufer 44.  
 Schmeißer & Schulz, Neustadt a. D.

Emil Schmidt, Forst i. L.  
 Otto Schmidt, Rathenow.  
 Carl Schöning, Eisengießerei u. Werkzeugmaschinenfabr., Akt.-Ges., Reinickendorf.  
 Schütz & Bethke, Lippelne, N.-M.  
 Ed. Schwartz & Sohn, G. m. b. H., Berlinchen.  
 Franz Seiffert & Co., Akt.-Ges., Heegermühle.  
 Siemens & Halske, Akt.-Ges., Pankow bei Berlin.  
 C. Spatzier, Berlin, Muskauerstr. 37.  
 C. F. Stoeckert & Co., Landsberg a. d. W.  
 Friedrich Stolzenberg & Co., G. m. b. H., Reinickendorf bei Berlin.  
 Emil Streblov, Sommerfeld.  
 Vetschau-Weißeagker Eisengießerei E. Keppler, Weißeagk bei Vetschau, N.-L.  
 Vetschau-Weißeagker landwirtschaftliche Maschinenfabrik und Eisengießerei  
 A. Lehningk, Akt.-Ges., Vetschau, N.-L.  
 A. E. Voigt, Luckenwalde.  
 Westphal & Reinhold, Berlin.  
 Gebr. Wiemann, Brandenburg a. H.  
 Albert Wilde, Luckenwalde.  
 C. Wulff, Wriezen a. O.  
 Zimmermann & Buchloh, Borsigwalde bei Berlin.

### Mecklenburg.

Dr. E. Alban, Plau i. M.  
 A. Althoff & Co., Torgelow.  
 Friedr. Wilh. Beckhaus, Boizenberg a. d. Elbe.  
 Behm & Steinhardt, Waren.  
 J. C. Brandt Söhne, Schwerin i. M.  
 Carlshütte, Aug. König, Habetha & Co., Torgelow.  
 F. Crull & Co., Wismar i. M.  
 Eisenwerk Friedland, K. Roesler, Friedland i. M.  
 Eisenwerk Neubrandenburg W. Rahn, Neubrandenburg.  
 Freundel & Zaeske, Torgelow.  
 F. Hesse & Co., Torgelow.  
 E. Hidde & Co., Torgelow.  
 Hütte Glückauf, Robert Stade & Co., Torgelow.  
 Johann Albrechts-Werke, Neustadt i. M.  
 Heinr. Kaehler, Güstrow i. M.  
 W. Klamp & Co., Torgelow.  
 C. A. Koenig & Co., Torgelow.  
 A. Leythall, Neubrandenburg.  
 Gebr. Maaß, Neustrelitz.  
 W. Müller, Teterow, i. M.  
 Neptun, Akt.-Ges., Rostock i. M.  
 Gebr. Scheven, Teterow i. M.  
 Schütts Eisenwerk, Gnoiien i. M.  
 \*Stahl- und Eisenwerk Güstrow, Güstrow i. M.  
 Jakob Steffen, Neustrelitz.

## Ost- und Westpreußen.

- Beyer & Thiel, Allenstein, O.-Pr.  
 Born & Schütze, Thorn-Mocker.  
 C. Brasche, Insterburg.  
 Georg Burgschweiger, Stallupönen.  
 J. Czerlinsky, Sensburg, O.-Pr.  
 Paul Czygau, Loetzen, O.-Pr.  
 Wilhelm Dingfeld, Heydekrug, O.-Pr.  
 E. Drewitz, Thorn.  
 F. Fest, Rössel, O.-Pr.  
 Gustav Fiehn, Schlochau, W.-Pr.  
 Albin Fischer, Mehlsack, O.-Pr.  
 August Grubert, Kaukehnen b. Kaukehmen, O.-Pr.  
 F. Grubert, Tilsit.  
 A. Gruenke, Neidenburg, O.-Pr.  
 Max Gruse, Freystadt, W.-Pr.  
 Heiligenbeiler Maschinen- u. Pflugfabrik H. Eggert & E. Becker, Heiligenbeil.  
 Herzfeld & Victorius, Graudenz.  
 A. Horstmann, Pr. Stargard.  
 Johnen & Reschke, Bartenstein, O.-Pr.  
 Julius Johnen, Pr. Eylau.  
 Carl Kapitzky, Kowahlen, O.-Pr.  
 Gebr. Kirschstein, Pr. Holland.  
 J. W. Klawitter, Danzig.  
 R. Klose, Graudenz.  
 Gebr. Kreide, Ragnit, O.-Pr.  
 H. Kriesel, Dirschau.  
 Rudolf Lentz, Rastenburg, O.-Pr.  
 G. Lucas, Rothenstein bei Königsberg i. Pr.  
 Maschinenfabrik A. Ventzki, Akt.-Ges., Graudenz.  
 Maschinen-Genossenschaft, G. m. b. H., Osterode, O.-Pr.  
 Maschinenbaugesellschaft Adalbert Schmidt, Osterode, O.-Pr.  
 Hermann Matthiae, Marienwerder, W.-Pr.  
 Oskar Meltzer, Königsberg i. Pr.  
 Erich Meyer vorm. H. Voß, Pr. Friedland, W.-Pr.  
 Carl G. Müller, Graudenz, W.-Pr.  
 A. P. Muscate, Dirschau.  
 Ostdeutsche Maschinenfabrik vorm. Rud. Wermke, Akt.-Ges., Heiligenbeil.  
 E. Papendick, Schönau, Kr. Schwetz, W.-Pr.  
 Gebr. Papendick, Mewe, W.-Pr.  
 L. Papendick, Wormditt.  
 R. Peters, Culm, W.-Pr.  
 Eduard Pohl, Schaltinen bei Goldap.  
 H. Pohl, Guttstadt, O.-Pr.  
 Gebr. Reschke, G. m. b. H., Rastenburg, O.-Pr.  
 C. Richter, Dt. Krone.



- Albert Marsch & Co., Anklam.  
 Maschinenverkaufs- und Reparaturwerkstatt, G. m. b. H., Körlin a. Pers.  
 Maschinenfabrik Regenwalde, G. m. b. H., Regenwalde.  
 W. Mechler, Neudamm.  
 C. Mentzel & Co., Torgelow.  
 Mentzel & Stäbe, Torgelow.  
 Ernst Meyer, Neustettin.  
 Gebr. Meyer Nachf., Stolp i. Pom.  
 Gebr. Münter, Anklam.  
 L. Münter, Ueckermünde.  
 Münter & Co., Anklam.  
 C. Nickelt, Wolgast.  
 Paul Otto, Rügenwalde.  
 \*\*Panzer-Akt.-Ges. für Geldschrank-, Tresorbau u. Eisenindustrie, Abt. Gußstahlwerk, Wolgast.  
 Franz, Rämisch Nachf., Inh. Carl Schaefer, Coeslin.  
 F. W. Pluentsch, Stolp i. Pom.  
 Pommersche Eisengießerei u. Maschinenfabr., Akt.-Ges., Stralsund-Barth, Barth.  
 „ „ „ „ „ „ „ Stralsund.  
 Altes Poppewerk, Schlawe i. Pom.  
 Franz Poppe vorm. Franz Lange, Schlawe i. Pom.  
 Gebr. Sauer & Co., Torgelow.  
 P. L. Sauer & Co., Torgelow.  
 Herm. Schmidt, Cüstrin II.  
 E. G. Schulz, Swinemünde.  
 Stettiner Maschinenbau-Akt.-Ges. Vulcan, Stettin-Bredow.  
 Stettiner Oderwerke, Akt.-Ges. für Schiff- und Maschinenbau, Stettin.  
 Gebr. Stütze, Lauenburg i. P.  
 Th. Vollgold & Sohn, Torgelow-Hüttenwerk.  
 Vorpommersche Eisengießerei Bähr & Co., Torgelow.  
 A. Wagner, Cüstrin II.

### Hessen-Nassau und Großherzogtum Hessen.

- von Arnimsches Eisenwerk Marienhütte, Groß-Auheim bei Hanau.  
 Ludwig Beck & Co., Biebrich a. Rh.  
 Bensheimer Eisengießerei Gebr. Schnellbacher, Bensheim.  
 G. D. Bracker Söhne, Hanau.  
 Brückner & Fuchs, Babenhausen bei Dieburg.  
 L. Fr. Buderus, Andenschmiede bei Weilburg.  
 Burger Eisenwerke, G. m. b. H., Burg bei Herborn.  
 Carlshütte, Carl Schlenk, Staffel bei Limburg a. d. Lahn.  
 Collet & Engelhardt, G. m. b. H., Offenbach.  
 Dick & Kirschten, G. m. b. H., Offenbach.  
 Albert Döring, G. m. b. H., Sinn bei Dillenburg.  
 Eisenwerke Eberstadt, Adolf Riesterer vorm. F. Benz & Co., Eberstadt bei Darmstadt.  
 Eisenwerk Hirzenheim, Otto Buderus, Hirzenheim (Ob.-Hessen).

- Erste Darmstädter Herdfabrik und Eisengießerei Gebr. Röder, Darmstadt.  
 Erste Offenbacher Spezialfabrik für Schmirgelwarenfabrikation Mayer & Schmidt,  
 Offenbach.  
 Faber & Schleicher, Akt.-Ges., Offenbach.  
 Filter- und brautechnische Maschinenfabrik, Akt.-Ges., vorm. L. A. Enzinger,  
 Pfeddersheim bei Worms.  
 Ferd. Flinsch, Akt.-Ges., Offenbach.  
 Frankfurter Eisengießerei und Maschinenfabrik J. S. Fries Sohn, Frankfurt a. M.  
 \*Frankfurter Metallwerk Pilger & Neidhart, Frankfurt a. M.  
 Franksche Eisenwerke, G. m. b. H., Adolfschütte bei Dillenburg.  
 Franksche Eisenwerke, G. m. b. H., Nievernerhütte bei Ems.  
 W. Fredenhagen, Offenbach.  
 Mich. Aug. Gigerich, Münster bei Dieburg.  
 K. Gräf, Darmstadt.  
 Johann Grebestein, Eschwege.  
 \*Henschel & Sohn, Cassel.  
 Herborner Pumpenfabrik J. H. Hoffmann, G. m. b. H., Herborn.  
 Hessen-Nassauischer Hüttenverein, G. m. b. H., Ludwigshütte bei Biedenkopf.  
 Heyligenstädt & Co., Gießen.  
 Höchster Gießerei L. Scriba, Höchst a. M.  
 Hch. Hollmann & Co., Burgsolms.  
 Friedr. Horn, Worms.  
 Hüttenwerk, Eisengießerei und Maschinenfabrik Michelstadt, Akt.-Ges.,  
 Michelstadt i. O.  
 H. Jung & Co., Carolinenhütte bei Wetzlar.  
 J. L. Kämpf, Frankfurt a. Main.  
 Jul. Kahling, N.-Ingelheim bei Bingen.  
 \*Kaibel & Sieber, Worms.  
 Paul Keil, Fulda.  
 Friedr. Karl Klein, Karlshütte bei Biedenkopf.  
 Kunstgießerei Wilhelma, Konr. Boertzel, Kesselstadt bei Hanau.  
 Limburger Eisengießerei und Maschinenfabrik Theod. Ohl, Limburg a. d. Lahn.  
 Jakob Löwer, Caßdorf bei Homberg.  
 Joh. Friedr. Mach, Frankfurt a. M.  
 Maschinenfabrik Johannisberg, Klein, Forst & Bohn Nachf., Johannisberg  
 bei Rüdesheim.  
 Maschinenfabrik Mönus, Akt.-Ges., Frankfurt a. M.  
 Maschinenfabrik Rhein und Lahn, Gauhe, Gockel & Co., Oberlahnstein.  
 Maschinenfabrik u. Mühlenbau-Anstalt G. Luther, Akt.-Ges., Filiale Darmstadt.  
 Maschinen- und Armaturenfabrik vorm. H. Breuer & Co., Höchst a. M.  
 Phil. Mayfarth & Co., Frankfurt a. M.  
 Chr. Metzger & Co., Gonzenheim.  
 Michelbacherhütte, A. Passavant, Michelbacherhütte bei Langenschwalbach.  
 Minervahütte, Haiger bei Dillenburg.  
 Wilh. Momma, Niedergirmes bei Wetzlar.  
 Gebr. Mühlhäuser, Steinbach bei Erbach i. O.  
 Neuhoffnungshütte, Sinn bei Dillenburg.

Offenbacher Dampfkesselfabrik und Eisengießerei Phil. Loos, Offenbach.  
 J. C. Ostheim, Marburg.  
 Anton Pelisser, Hanau.  
 Pilger & Co., Frankfurt a. M.-Bockenheim.  
 Konr. Rein, Steinbach i. O.  
 Gebr. Renbold, Michelstadt i. O.  
 A. Römheld, Friedrichshütte bei Schotten.  
 Jul. Römheld, Mainz.  
 Hch. Rommèl, Homburg v. d. Höhe.  
 W. & J. Scheid, Limburg a. d. Lahn.  
 Carl Schenck, G. m. b. H., Darmstadt.  
 G. Schiele & Co., Frankfurt a. M.-Bockenheim.  
 Joh. Schmahl, Mainz-Mombach.  
 Gebr. Schmaltz, Offenbach.  
 J. F. Schmid, Offenbach.  
 Schmidt & Kerl, Cassel.  
 Franz Jos. Schneider, Fulda.  
 Schulz & Wehrenbold, Justushütte, Weidenhausen bei Biedenkopf.  
 Schwalbacher Eisengießerei Wilh. Loof, Langenschwalbach.  
 W. Sexauer, Hersfeld.  
 Peter Traiser II, Gr.-Gerau.  
 F. Uhlendorf, Bettenhausen bei Cassel.  
 Gg. Wilh. Wagner, Limburg a. d. Lahn.  
 Warsteiner Gruben- und Hüttenwerke, Holtzhausen bei Homberg.  
 J. D. Wehrenbold & Söhne, Aurorahütte bei Gladenbach.  
 Westerwälder Eisengießerei und Maschinenfabrik Jos. Olig, Montabaur.  
 Wiesbadener Eisengießerei und Maschinenfabrik, G. m. b. H., Schuhmacher  
 & Stark, Biebrich.  
 Wiesche & Scharffe, Frankfurt a. M.  
 Jul. Wurmbach, Frankfurt a. M.-Bockenheim.  
 Wilhelm Zirbus, Montabaur.

### Hannover, Braunschweig, Oldenburg.

Aerzener Maschinenfabrik A. Meyer, Aerzen bei Hameln.  
 M. Achgelis Söhne, Geestemünde.  
 Ed. Ahlborn, Hildesheim.  
 Akt.-Ges. für Maschinenbau und Eisenindustrie, Varel a. J.  
 Alfelder Eisenwerk O. Wesselmann & Co., Alfeld a. L.  
 Annahütte, Eisengießerei, Hildesheim.  
 W. Axtmann, Schöningen.  
 Boekhoff & Co., Leer.  
 H. Bolze & Co., Braunschweig.  
 Brandes & Co., Wolfenbüttel.  
 Braunschweiger Eisengießerei und Maschinenfabrik Rob. Karges, Braunschweig.  
 Braunschweig-Hannoversche Maschinenfabrik, Akt.-Ges., Borum a. H. und  
 Delligsen, Kr. Gandersheim.  
 Braunschweiger Maschinenbauanstalt, Braunschweig.

- Braunschweiger Mühlenbau-Anstalt Amme, Giesecke & Konegen, Braunschweig.  
 Brück, Kretschel & Co., Osnabrück.  
 Karl Bünthe, Bramsche bei Bersenbrück.  
 Christiansen & Meyer, Harburg a. E.  
 Fr. Dippe, Maschinenfabrik, Akt.-Ges., Schladen a. H.  
 H. Eberhardt, Wolfenbüttel.  
 Eisengießerei und Ofenfabrik Nordbrake, Nordbrake i. Old.  
 Eisen- und Bronzegießerei Schüttorf, Schüttorf bei Bentheim.  
 Eisen- und Hartgußwerke Concordia, G. m. b. H., Hameln a. W.  
 Eisenwerk Wülfel, Wülfel bei Hannover.  
 Emdener Eisengießerei und Maschinenfabrik, Emden.  
 Emdener Maschinenfabrik W. Heuer & Söhne, Emden.  
 Fischer & Bülle, Hemelingen, Kr. Achim.  
 J. Frerichs & Co., Osterholz.  
 Karl Gärtner & Co., Osterode a. H.  
 Garvenswerke, Wülfel bei Hannover.  
 \*Georgs-Marien-Bergwerks- und Hüttenverein, Georgsmarienhütte b. Osnabrück.  
 Friedr. Ed. Gerhards, Seesen.  
 Jakob Gerlach, Geestemünde.  
 W. Griese & Co., Delmenhorst i. Old.  
 Wilh. Haase, Wolfenbüttel.  
 Hannoversche Eisengießerei, Akt.-Ges., Anderten, Kr. Burgdorf i. H.  
 Hannoversche Maschinenbau-Akt.-Ges. vorm. Georg Egestorff, Linden b. Hann.  
 Harburger Eisenwerk, Harburg a. E.  
 Harzer Achsenwerke, Bornum a. H.  
 A. Heinen, Varel a. J.  
 Herzberger Eisengießerei Franz & Co., Herzberg.  
 Hildesheimer Sparherdfabrik A. Senking, Hildesheim.  
 Högemann & Fokken, Grohn, Kreis Blumenthal.  
 B. Holthaus, Akt.-Ges., Dinklage, Amt Vechta.  
 R. Holtz, Harburg a. E.  
 Gebr. Horre, Lauterberg a. H.  
 Fr. Jaentsch & Co., Braunschweig.  
 Jördens & Co., Braunschweig.  
 Fritz Kaefelerle, Hannover.  
 Kahls Eisengießerei und Maschinenfabrik, Stade.  
 C. Kattenlidt, Hildesheim.  
 Gebr. Klenke, Hemelingen bei Achim.  
 A. Knoevenagel, Hannover-H.  
 Koch & Franksen, Oldenburg i. Gr.  
 Koch & Kassebaum, G. m. b. H., Gr. Buchholz bei Hannover.  
 G. & K. Koebers, Eisen- und Bronzewerk, Harburg a. E.  
 Königl. Hüttenamt, Leimbach bei Zellerfeld.  
 „ „ Rothehütte bei Ilfeld.  
 „ „ Sollingerhütte bei Uslar.  
 Königshütte, Lauterberg a. H.  
 Gebr. Körting, Akt.-Ges., Körtingsdorf bei Hannover.

- Krigar & Ihssen, Hannover.  
 G. A. Krole & Co., Hannover.  
 Ernst Lange, Nienburg a. W.  
 Leerer Eisengießerei Gnom, Leer.  
 \*Lindener Eisen- und Stahlwerke, Linden vor Hannover.  
 Lüneburger Eisenwerk, Lüneburg.  
 A. W. Mackensen, Schöningen.  
 Meyer & Co., Oldenburg i. Gr.  
 Gebr. Meyer, Döhren bei Hannover.  
 Jos. L. Meyer, Papenburg.  
 Jul. Meyer & Co., Norden.  
 L. H. Messerschmidt, Harburg a. E.  
 M. Miersch & Co., Schöppenstedt.  
 tom Möhlen & Seebeck, Geestemünde.  
 Müller & Schaper, Osterode a. H.  
 Ernst Müller, Freiheit bei Osterode.  
 Karl Müller, Forst, Kreis Holzminden.  
 Wilh. Müller, Langenhagen i. Hann.  
 Oldenburger Eisenhüttengesellschaft, Augustfehn in Oldenburg.  
 H. W. Ortmann, Osnabrück.  
 Osnabrücker Maschinenfabrik R. Lindemann, Osnabrück.  
 Osteroder Eisengießerei Anton Schaper, Osterode a. H.  
 C. Ostermann & Sohn, Hannover.  
 Theod. Ostermann, Meppen.  
 D. Pistoris, Holzminden.  
 Gust. Pleißner, Elze, Kr. Gronau.  
 Gebr. Propfe, Hildesheim.  
 E. Rustmann & Sohn, Barnstorf, Kr. Diepholz.  
 H. Schlüter, Neustadt am Rübenberge.  
 A. Schönemann & Co., Schöningen.  
 A. Schreiber, Leer.  
 M. Schünemann, Eisenhütte bei Dassel.  
 Friedr. Schwartz, Rönnebeck, Kr. Blumenthal.  
 G. Seebeck, Akt.-Ges., Geestemünde.  
 W. Springer, Varel a. J.  
 C. Stahmer, Georgsmarienhütte.  
 Th. Stümpell, Braunschweig.  
 Tanner Hütte, Tanne, Kr. Blankenburg.  
 C. A. Trenkamp, Lohne, Amt Vechta.  
 Uelzener Eisenwerk A. Büllemann, Uelzen.  
 Verein, Schmirgel- und Maschinenfabriken, Akt.-Ges., Hannover-Heinholz.  
 Viktoria-Hütte Giffhorn & Krüger, Lüneburg.  
 A. Voß sen., Sarstedt bei Hildesheim.  
 C. H. Wermser, Staßfurt.  
 Gebr. Westfal, Peine i. H.  
 Herm. Weule, Goslar a. H.  
 Karl Weymann, Osnabrück.

Winicker & Lieber, Varcl.  
 Wiedaer Hütte, Wieda, Kr. Blankenburg.  
 Wilhelmshütte W. Kurze, Neustadt a. Rbbge.  
 H. Wohlenberg, Hannover.  
 Zentralheizungswerke, Akt.-Ges., Hannover-Hainholz.  
 H. Zeuner & Sohn, Osterode am Harz.

### Schleswig-Holstein, Hansestädte.

Akt.-Ges. der Hollerschen Carlshütte, Büdelsdorf, Kr. Rendsburg.  
 Anthon & Söhne, Flensburg.  
 ergedorfer Eisenwerk W. Bergner, Saude, Kr. Stormarn.  
 L. W. Bestenbostel & Sohn, Bremen.  
 Bremer Vulcan, Vegesack.  
 Karl M. F. Burchard, Hamburg.  
 Burmesters Eisengießerei, Mölln, Kr. Lauenburg.  
 Lorenz Claußen, Kappeln.  
 Cordes & Schipmann, Hamburg.  
 Joh. Dietz, Ottensen b. Altona.  
 Th. Druzbach, Flensburg.  
 Eiderwerft, Akt.-Ges., Tönning, Kr. Eiderstedt.  
 Ewers & Mießner, Lübeck.  
 Eyring & Schulke, Ottensen bei Altona.  
 H. Femerling & Co., Hamburg.  
 Flensburger Eisenwerk, Flensburg.  
 Flensburger Schiffbau-Ges., Flensburg.  
 Karl Franke, Bremen.  
 Gaardener Eisengießerei, Kiel-Gaarden.  
 Emil Gade, Sonderburg.  
 Ernst Gruenpelt Söhne, Hamburg.  
 J. A. Harms, Hamburg.  
 \*Howaldtswerke, Dietrichsdorf bei Kiel.  
 Husumer Eisenwerk P. W. Matz, Husum.  
 Itzehoer Eisenwerk, Itzehoe.  
 N. Jepsen Sohn, Flensburg.  
 C. Kantzler, Wwe., Altona-Ottensen.  
 Kieler Maschinenbau-Akt.-Ges., C. Daewel, Kiel.  
 Gebr. Klemm, Eckernförde.  
 Koch & Maßmann, Heiligenhafen, Kr. Oldenburg i. H.  
 Kommandit-Gesellschaft für Maschinenbau und Ingenieurwesen Pape, Henne-  
 berg & Co., Hamburg.  
 Fried. Krupp, Akt.-Ges., Germaniawerft, Kiel-Gaarden.  
 Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft, Lübeck.  
 Lücken & Simonis, Hamburg.  
 \*Herm. Michaelsen, Altona-Ottensen.  
 Fr. Meins & Co., Wandsbeck.  
 Menck & Hambrock, Altona.

- Moll & Rohwer, Neumünster.  
 Möller & Bindseil, Marne, Kr. Süderdithmarschen.  
 \*Norddeutsche Maschinen- und Armaturenfabrik, Bremen.  
 H. Oldenburg, Oldesloe.  
 J. H. W. Persoon, Hamburg.  
 Heinr. Petersen, Oldenburg i. H.  
 P. J. Petersen, Hadersleben.  
 J. Rabba, Hamburg.  
 F. A. L. Reuler, Hamburg.  
 Rohwer & Ehlers, Neumünster.  
 C. H. Rohwer, Friedrichsstadt bei Kiel.  
 Franz Schärffe, Oldeshoe i. H.  
 W. Schenk & Co., Hamburg-St. Pauli.  
 Schetelig & Nölck, Lübeck.  
 J. N. Schmilinsky Söhne, Nachf., Hamburg.  
 Schwarz & Wischrath, Wandsbeck.  
 J. Skoo, Stahlknechts Nachf., Apenrade.  
 Söchting & Sprinckmöller, Hamburg.  
 Steen & Kaufmann, Elmshorn.  
 Stein & Meyland, Sonderburg.  
 C. W. Stöber, Hamburg.  
 Uetersener Eisenwerk Guerle & Co., Uetersen, Kr. Pinneberg.  
 Vereinigte Nordische Ofenfabrik, G. m. b. H., Flensburg.  
 Johann Vester, Elmshorn.  
 H. A. Vollert, Neumünster.  
 Ch. Voß, Neumünster.  
 J. M. Voß, Rickelshof, Kr. Süderdithmarschen.  
 \*Weser, Akt.-Ges., Bremen.  
 Otto Wulf, W. Bracklow Nachf., Horst, Kr. Steinburg.  
 Theodor Zeise, Altona-Ottensen.

### Thüringen.

- C. Allendorf, Gößnitz S.-A.  
 Paul Auerbach, Saalfeld a. d. S.  
 Rud. Auerbach & Scheibe, Saalfeld a. d. S.  
 W. Bach, Apolda.  
 Balduin Bechstein, Altenburg S.-A.  
 Berns & Golde, Neu-Debschwitz b. Gera.  
 Hans Bohn, Ilversgehofen.  
 Brand & Grasmann Nachf., Gotha.  
 Briegleb, Hansen & Co., Gotha.  
 Gebr. Decker, Zella St. Blasii.  
 Gebr. Demmer, Akt.-Ges., Eisenach.  
 Franz Diebel, Heinrichshütte b. Wurzbach (Reuß).  
 Döhler & Riedle, G. m. b. H., Zeulenroda.  
 Dürrenbacher Hütte, Maschinenfabrik und Eisengießerei G. m. b. H., Weimar.  
 Johann Ebeler, Lucka S.-A.

- Eisengießerei und Maschinenfabrik Jung & Dittmar, Salzungen.  
 Eisenwerk Thuringia, Alfred Schuchardt, Mülhausen in Thür.  
 Fahrzeugfabrik Eisenach, Eisenach.  
 A. Flocken, Coburg.  
 Funk & Schmidt, Apolda.  
 Fritz Gering, Suhl.  
 Gleichmann & Koch, Arnstadt.  
 Ernst Greiner, Heidersbach b. Suhl.  
 J. C. Hartung, Langensalza.  
 Heinze & Winter, Arnstadt.  
 Held & Pohlmann, Ilmenau i. Thür.  
 Gebr. Herrnberger, Langewiesen.  
 Otto Herrnberger, Langewiesen.  
 Herzogl. Eisenwerk, Steinach S.-M.  
 Homberg & Külz, Zeulenroda.  
 Franz Irmischer, Saalfeld a. d. S.  
 Emil Jaeger, Neustadt b. Orla.  
 Moritz Jahr, G. m. b. H., Gera (Reuß).  
 Johannesfelder Maschinenfabrik, G. m. b. H., Erfurt.  
 F. W. Kampmann, Schmalkalden.  
 Carl Kneusel, Zeulenroda i. Thür.  
 Otto Köhler, Altenburg S.-A.  
 Aug. Köllner, Greiz.  
 Alfred Kratzsch, Untermhaus b. Gera (Reuß).  
 Langenstein & Schemann, Ernsthütte-Cortendorf b. Coburg.  
 Ferdinand Letsch & Co., Schwarza, Kr. Schleusingen.  
 Maschinenfabrik und Hartgußwerk A. Harwig, Gera (Reuß).  
 Maschinenfabrik vorm. Georg Dorst, Akt.-Ges., Oberlinde S.-A.  
 Albin Mehlhorn, Eisenberg S.-A.  
 Meininger Maschinenfabrik und Eisengießerei, G. m. b. H., vorm. G. Eichhorn & Sohn, Meiningen.  
 Meuselwitzer Maschinenfabrik u. Eisengießerei Heymer & Pils, Meuselwitz S.-A.  
 Paul Moser, Ingenieur, Kahla S.-A.  
 Gebr. Prager, Poessneck i. Thür.  
 August Reißmann, Saalfeld.  
 Wilh. Renger & Co., Arnstadt.  
 Rheinische Metallwaren- und Maschinenfabrik, Abt. Sömmerda, Sömmerda.  
 \*Röhr & Sohn, Grenzhammer b. Ilmenau i. Thür.  
 J. Rohrbach, Katzhütte i. Thür.  
 A. Ruppe & Sohn, Apolda.  
 Schilling & Kraemer, Suhl.  
 Oskar Schleicher, Greiz.  
 Schmalkaldener Gebläsefabrik, Joh. Rudolph, Schmalkalden.  
 Georg Schmidt & Co., Ilmenau.  
 Schmidt & Gruhle, Mülhausen i. Thür.  
 Otto Schwade & Co., Melchendorf b. Erfurt.  
 R. Sonntag, Gera (Reuß).

H. Sorge, Vieselbach i. Thür.  
 C. F. Spranger, Greiz.  
 Stieberitz & Müller, Apolda.  
 Karl Störmer, Heidersbach b. Suhl.  
 Victor Strauß & Plarre, Greiz.  
 von Swaine'sches Eisenwerk Ernestinenhütte, Neuhaus, Kreis Sonneberg.  
 Paul Sylbe, Schmölln S.-A.  
 R. Trenck, Erfurt.  
 C. H. Weck, Dörlau b. Greiz.  
 Karl Wetzels, Gera (Reuß).  
 Wilhelmshütte, Akt.-Ges., Saalfeld.  
 Emil Zehner, Suhl.  
 Zobel, Neubert & Co., Schmalkalden.

### Provinz Sachsen und Anhalt.

Rob. Altmann, Tangermünde.  
 Altmärker Eisenwerk, Seehausen bei Osterburg.  
 Ammendorfer Eisengießerei E. Christ. Prinzler, Ammendorf b. Halle a. d. S.  
 Ascherslebener Maschinenbau-Akt.-Ges. vorm. W. Schmidt & Co., Aschersleben.  
 S. Aston, Burg bei Magdeburg.  
 F. van Außem, Egeln.  
 Baentsch & Behrens, Sandersleben, Kr. Bernburg.  
 C. Bartels Söhne, Magdeburg.  
 C. W. Jul. Blancke & Co., G. m. b. H., Merseburg.  
 R. Becker & Co., Dessau.  
 A. Behl & Co., Quedlinburg.  
 A. Behrend, Inh. Paul Behrend, Gardelegen.  
 E. Bendel, Magdeburg-S.  
 \*Berlin-Anhalter Maschinenbau-Akt.-Ges., Dessau.  
 Berlin-Burger Eisenwerk, Burg bei Magdeburg.  
 Bernburger Maschinenfabrik, Bernburg.  
 Herm. Bensing, Tangermünde.  
 Billeder & Klunz, Akt.-Ges., Aschersleben.  
 Gebr. Böhmer, Akt.-Ges., Magdeburg-N.  
 Gustav Bölte, Oschersleben.  
 Franz Braun, Zerbst i. A.  
 A. L. G. Dehne, Halle a. d. S.  
 Fr. Dehne, Halberstadt.  
 Rud. Dinklinger, Köthen i. A.  
 Eisenhütten- und Emailierwerk Tangerhütte Frz. Wagenfuhr, Tangerhütte,  
 Kr. Stendal.  
 Eisenhüttenwerk Thale, Akt.-Ges., Thale a. Harz.  
 Eisenwerk Elsterwerda, G. m. b. H., Elsterwerda.  
 Eisenwerk Joly, Wittenberg, Bezirk Halle a. d. S.  
 Eisenwerk L. Meyer & Co., Akt.-Ges., Harzgerode.  
 Eisenwerk Schafstedt, Friedr. Schimpf & Söhne, Schafstedt.  
 F. Engelhardt & Steube, Tangermünde.

- Fabrik landwirtschaftl. Maschinen, F. Zimmermann & Co., Akt.-Ges., Halle a. d. S.  
 Ernst Förster & Co., Magdeburg-N.  
 Fürstl. Stollbergsches Hüttenamt, Ilsenburg a. H.  
 Garrett, Smith & Co., Magdeburg-Buckau.  
 Georg Goepel, Merseburg.  
 Golka & Ostermann, Diemitz, Prov. Sachsen.  
 \*Otto Gruson & Co., Magdeburg-Buckau.  
 Haase & Co., Quedlinburg.  
 Hallesche Maschinenfabrik und Eisengießerei, Halle a. d. S.  
 Harzer Werke zu Rübeland und Zorge, Abt. Sangerhausen, Sangerhausen.  
 A. Heucke, Hausneindorf.  
 Bernh. Heusen, Friedrichstadt bei Magdeburg.  
 Hoddick & Röthe, Weißenfels.  
 Louis Hofmann, Aue b. Zeitz.  
 A. Jacobi, Büschdorf b. Halle a. d. S.  
 Joerning & Sauter, Magdeburg-Buckau.  
 Fr. Albert Kampf, Quedlinburg.  
 Keilmann & Völcker, Bernburg.  
 Kleinhoff & Müller, Salzwedel.  
 Koch, Bantelmann & Paasch, Magdeburg-Buckau.  
 L. Kronheim, Köthen i. A.  
 \*Fried. Krupp, Akt.-Ges., Grusonwerk, Magdeburg-Buckau.  
 Oswald Kunsch, Rasberg b. Zeitz.  
 Herm. Laaß & Co., Magdeburg-N.  
 Landsberger Maschinenfabrik Akt.-Ges., Landsberg, Bez. Halle.  
 Lauchhammer, Akt.-Ges., Lauchhammer.  
 Rudolf Leder, Quedlinburg.  
 E. Leutert, Halle-Giebichenstein.  
 A. Lingenhoff, Loburg, Kr. Jerichow.  
 E. Loewe, Salzwedel.  
 Wilh. Lüders, Wernigerode a. H.  
 Magdeburg & Werther, Halle a. d. S.  
 Mägdesprunger Eisenhüttenwerk, Akt.-Ges., Mägdesprung.  
 M. Martin, Bitterfeld.  
 Maschinenfabrik-Akt.-Ges. vorm. Wagner & Co., Köthen i. A.  
 Maschinenfabrik Buckau, Akt.-Ges., Magdeburg-Buckau.  
 Maschinenfabrik »Montania«, Gerlach & König, Nordhausen.  
 Maschinenfabrik und Eisengießerei Roßleben, Akt.-Ges., Roßleben.  
 Maschinen- und Armaturenfabrik vorm. C. L. Strube, Akt.-Ges., Magdeburg-Buckau.  
 Maschinen- und Werkzeugfabrik-Akt.-Ges. vorm. A. Paschen, Köthen i. A.  
 Merseburger Maschinenfabrik und Eisengießerei B. Herrich & Co., Merseburg.  
 Alexander Monski, Eilenburg.  
 Mosebach & Sohn, Nordhausen.  
 Nationale Radiator-G. m. b. H., Groß-Salze.  
 Nienburger Eisengießerei und Maschinenfabrik, Nienburg a. S.  
 Ortenbach & Vogel, Bitterfeld.

- Ortrander Eisenhütte, Freiherr von Strombeck & Keidel, Ortrand.  
 G. Polysius, Dessau.  
 Prinz Carlshütte, Eisengießerei und Maschinenbaugesellschaft m. b. H., Rothenburg a. d. S.  
 Christ, Prinzler & Söhne, Büschdorf b. Halle a. d. S.  
 C. Rudolph & Co., Magdeburg-N.  
 \*Saalhütte, Eisen- und Stahlwerk G. m. b. H., Cönnern a. d. S.  
 Gebr. Sachsenberg, Roßlau i. A.  
 Sachsenbürger Aktien-Maschinenfabrik u. Eisengießerei, Sachsenburg-Heldringen.  
 Sangerhäuser Aktien-Maschinenfabrik und Eisengießerei vorm. Hornung & Rabe, Sangerhausen.  
 G. Sauerbrey, Staßfurt.  
 Adolt Schaefer, G. m. b. H., Wittenberg, Bez. Halle a. d. S.  
 Schäffer & Budenberg, Magdeburg-Buckau.  
 Schiele & Co., Erwinshof b. Eilenburg.  
 Schmidt, Kranz & Co., Nordhäuser Maschinenfabrik Akt.-Ges., Nordhausen.  
 Gust. Schulz, Magdeburg-N.  
 Schwarzsche Maschinenfabrik, Kalbe a. S.  
 M. Seydewitz & Co., Büschdorf b. Halle.  
 Ferd. Seyfert, Dessau.  
 J. Sichler & Co., Inh. Fr. Schmidt, Bitterfeld.  
 Feodor Siegel, Schönebeck a. d. Elbe.  
 W. Stavenhagen, Halle a. d. S.  
 Gust. Steinkopf, Magdeburg-Buckau.  
 Steinle & Hartung, Quedlinburg.  
 Wilh. Strube, Magdeburg-Buckau.  
 Sudenberger Maschinenfabrik, Akt.-Ges., Magdeburg-S.  
 Tangermünder Eisengießerei und Maschinenfabrik H. Fricke, Tangermünde.  
 Gust. Weber, Wwe., Burg bei Magdeburg.  
 Aug. Wegener, Salzwedel.  
 Wegelin & Hübner, Maschinenfabrik und Eisengießerei Akt.-Ges., Halle a. d. S.  
 A. Werneburg & Co., Büschdorf b. Halle a. d. S.  
 A. Wetzig, Wittenberg, Bez. Halle.  
 Zabel & Co., Quedlinburg.  
 Zeitzer Eisengießerei und Maschinenbau-Akt.-Ges., Zeitz.  
 Aug. Zimmermann, Burg bei Magdeburg.  
 R. Zimmermann, Wernigerode.

### Königreich Sachsen.

- Gottfr. Anderegg, Frankenberg i. Sa.  
 Gebr. Barnewitz, Dresden-A.  
 Bautzener Eisengießerei Strohbach & Co., Bautzen.  
 Edmund Becker & Co., Leutzsch i. Sa.  
 Behrisch & Co., Löbau i. Sa.  
 F. Bernhardt, Leisnig i. Sa.  
 J. G. Berthold, Niederneukirch, Lausitz.

- F. Beyer & Zetzsche, Plauen i. V.  
 Max Beyreuther Nachf., Großenhain.  
 Wilhelm Bibrack, Olbersdorf i. Sa.  
 Bochmann & von Stein, Aue i. Erzgeb.  
 C. A. Börner, Seiferitz b. Meerane i. Sa.  
 Emil Braun, Obermylau i. Sa.  
 J. C. Braun, Reichenbach i. V.  
 F. Breuer & Co., Joh. A. & G. Hentschel, Pirna.  
 Robert Buchwald, Werdau i. Sa.  
 Rich. Castan & Co., Chemnitz-Altendorf.  
 Chemnitzer Eisengießerei, G. m. b. H., Chemnitz.  
 Chemnitzer Werkzeugmaschinenfabrik vorm. Joh. Zimmermann, Chemnitz.  
 Crimmitschauer Maschinenfabrik, Akt.-Ges., Crimmitschau.  
 Aug. Deutloff, Wurzen.  
 Deutsche Werkzeugmaschinenfabrik vorm. Sondermann & Stier, Chemnitz.  
 Dietrich & Göhler, Chemnitz.  
 C. F. Dittes, G. m. b. H., Werdau.  
 Dresdener Maschinenfabrik und Schiffswerft Uebigau, Akt.-Ges., Dresden-Uebigau.  
 Eisengießerei Epperlein & Co., G. m. b. H., Dresden-Kaditz.  
 Eisengießerei und Maschinenfabrik, Akt.-Ges., Bautzen.  
 Eisengießerei, Maschinenfabrik und Pappenfabrik F. A. Münzner, G. m. b. H., Obergruna b. Siebenlehn.  
 \*Eisenhüttenwerk der Sächsischen Gußstahlfabrik, Berggießhübel i. Sa.  
 Hermann Eisenreich, Oschatz.  
 Eisenwerk Schmiedeberg, Schmiedeberg, Bez. Dresden.  
 Eisenwerk Strehla, Strehla.  
 Heinr. Erbes, Rochlitz i. Sa.  
 Hermann & Alfred Escher, Akt.-Ges., Chemnitz.  
 Fischer & Huster, Borna, Bez. Leipzig.  
 E. C. Flader, Jöhstadt i. Sa.  
 Fränkel & Co., Leipzig-Lindenau.  
 Fränkel & Co., Leisnig.  
 A. Geißler, Radeberg i. Sa.  
 Gelbrich & Ullmann, Netzschkau i. V.  
 Ernst Geßner, Aue (Erzgeb.).  
 Richard Glauche, Mittweida i. Sa.  
 Goetz & Nestmann, Leipzig.  
 Grahl & Hoehl, Dresden-A.  
 F. A. Große, Bischofswerda.  
 Großenhainer Webstuhl- und Maschinenfabrik, Akt.-Ges., Großenhain.  
 G. F. Großer, Markersdorf, Bez. Leipzig.  
 G. Grundt & Co., Zittau i. Sa.  
 Gruner & Co., Unterwiesenthal (Erzgeb.).  
 C. A. Gruschwitz, Olbersdorf i. Sa.  
 Franz Hahn, Wilkau i. Sa.  
 Hainichener Eisengießerei Paul Anderegg, Hainichen i. Sa.

- Hammerwerk Elterlein H. B. Hermann, Elterlein i. Sa.  
 Hartgußwerk und Maschinenfabrik vorm. K. H. Kühne & Co., Akt.-Ges.,  
 Dresden-I.öbtau.  
 C. G. Haubold jr., G. m. b. H., Chemnitz.  
 Linus Herold, Limbach i. Sa.  
 Hertels Eisengießerei, Inh. Willibald Hertel, Werdau.  
 Rudolf Herrmann, Stötteritz i. Sa.  
 Heinr. Hirzel, Leipzig-Plagwitz.  
 Hofmann & Zinkeisen, Zwickau i. Sa.  
 G. Hörkner, Stünz b. Leipzig.  
 J. G. Huster, Dahlen i. Sa.  
 Iwan & Winkel, Plauen-Haselbrunn i. V.  
 \*Max Jahn, Leutzsch b. Leipzig.  
 Jakobiwerk, Akt.-Ges., Meißen.  
 Jungrichter & Ringel, Radeberg i. Sa.  
 Kelle & Hildebrandt, Dresden-F.  
 Erdmann Kircheis, Aue (Erzgeb.).  
 Carl Klinger's Nachf., Glauchau.  
 Richard Klinkhardt, Wurzen.  
 König Friedrich August-Hütte, Gittersee i. Sa.  
 Königin Marienhütte, Akt.-Ges., Cainsdorf i. Sa.  
 Karl Krause, Leipzig-Anger-Crottendorf.  
 Gebr. Kröber, Pürsten, Post Kieritzsch.  
 G. Krüger & Rott, Dresden-Löbtau.  
 A. Kühnscherf jr., Inh. Akt.-Gasmotorengesellschaft vorm. Moritz Hille,  
 Dresden-F.  
 Ferdinand Kunad, Leipzig-Plagwitz.  
 W. Kutzscher, Deubener Glasformenfabrik, Maschinenfabrik und Eisengießerei,  
 Deuben, Bez. Dresden.  
 Louis Langer, Limbach i. Sa.  
 H. L. Lattermann & Söhne, Morgenröthe-Rautenkranz.  
 Lauchhammer, Akt.-Ges., Gröditz.  
 Rob. Lehnert, Obernhau i. Sa.  
 Friedr. Leimbrock, Einsiedel Bez. Chemnitz.  
 E. Leinhaas, Akt.-Ges., Freiberg i. Sa.  
 Leubnitzer Eisengießerei Gebr. Paul, Leubnitz b. Werdau i. Sa.  
 H. A. Lindner & Schauer, Chemnitz-Gablenz.  
 John Lockwood, Inh. Paul Schmidt, Meerane i. Sa.  
 Wilhelm Loß, Limbach i. Sa.  
 D. Magnus, Leipzig-Eutritzsch.  
 Chr. Mansfeld, Leipzig-Reudnitz.  
 Moritz Martin, Crottendorf (Erzgeb.)  
 Maschinenbau-Akt.-Ges. Golzern-Grimma, Golzern.  
 » » » » » Grimma.  
 Maschinenbau-Akt.-Ges. vorm. Ph. Swiderski, Leipzig-Plagwitz.  
 Maschinenfabrik Germania vorm. J. S. Schwalbe & Sohn, Chemnitz.  
 Maschinenfabrik Kappel, Chemnitz-Kappel.

- Maschinenfabrik Rockstroh & Schneider Nachf., Akt.-Ges., Heidenau i. Sa.  
 Maschinenfabrik und Eisengießerei Druidenau, G. m. b. H., Aue (Erzgeb.).  
 Maschinenfabrik und Eisengießerei A. Eißner's Erben, Lugau i. Sa.  
 Maschinenfabrik und Eisengießerei Pirna, Gebr. Lein, Pirna.  
 F. Mattick, Pulsnitz i. Sa.  
 Albin Meichsner, Netzschkau.  
 Meier & Weichelt, Leipzig-Lindenau und Großschocher.  
 Meißener Gußwerk Ernst Paul Nachf., Inh. Adolf Reuss, Zscheila b. Meißen.  
 Metall- und Eisengießerei Hugo Schreiber, Inh. Schubert & Salzer, Maschinenfabrik Akt.-Ges., Chemnitz.  
 G. Meurer, Cossebaude (Elbenthal).  
 Hermann Michaelis, Chemnitz.  
 Mittweidaer Eisengießerei Osw. Scharf, Mittweida i. Sa.  
 Möckel, Hänel & Co., Aue (Erzgeb.).  
 Moltrecht & Reiher, Oelsnitz i. V.  
 Franz Mosenthin, Leipzig-Eutritzsch.  
 Gust. Mügge & Co., Leipzig-Plagwitz.  
 Julius Müller, Döbeln.  
 Rob. Müller & Co., Auerbach i. V.  
 Münzner & Schönherr, Freiberg i. Sa.  
 J. E. Naehrer, Chemnitz.  
 Bernhard Nake, Freiberg i. Sa.  
 Max Neubert, Schönau b. Chemnitz.  
 Nestler & Breitfeld, G. m. b. H., Erla (Erzgeb.).  
 C. Rob. Nestmann, Meerane i. Sa.  
 Oberlausitzer Eisengießerei Thiele & Lindner, Neugersdorf i. Sa.  
 Oberlausitzer Webstuhlfabrik C. A. Roscher, Neugersdorf i. Sa.  
 E. Paschke & Co., Freiberg i. Sa.  
 Carl Paul, Siegmarsdorf i. Sa.  
 Louis Paul & Co., Radebeul b. Dresden.  
 Paul & Söhne, Inh. Heinr. Paul, Crimmitschau.  
 Peniger Maschinenfabrik und Eisengießerei, Akt.-Ges., Penig.  
 Plötz & Kirchs, Chemnitz.  
 Carl Edler von Querfurth, Schönheiderhammer i. Sa.  
 Radebeuler Guß- und Emailierwerke vorm. Gebr. Gebler, Radebeul b. Dresden.  
 Reh & Wolf, Chemnitz.  
 C. A. Richter, G. m. b. H., Chemnitz-Altchemnitz.  
 Franz Richter, Döbeln.  
 Rich. und Ernst Richter, Inh. L. Richter, Harthau i. Erzgeb.  
 Richter & Weise, Radeberg i. Sa.  
 E. Roll, Kleinschirma b. Freiberg i. Sa.  
 C. E. Rost & Co., Dresden.  
 F. B. Rucks & Sohn, Glauchau.  
 \*Sächsische Gußstahlfabrik Döhlen, Bez. Dresden.  
 Sächsische Maschinenfabrik vorm. Rich. Hartmann, Akt.-Ges., Chemnitz.  
 Sächsische Webstuhlfabrik vorm. Louis Schönherr, Chemnitz.  
 Sächsische Werkzeugmaschinenfabrik Bernh. Escher, Akt.-Ges., Chemnitz.

- \*Rud. Sack, Leipzig-Plagwitz.  
 C. E. Seidel's Eisengießerei m. b. H., Chemnitz.  
 Osk. Schimmelbusch & Co., Akt.-Ges., Chemnitz.  
 Schindler & Grünewald, Meissen.  
 Schlesinger & Matthes, Werdau i. Sa.  
 Friedr. Schmiedel, Niederwürschnitz i. Sa.  
 K. A. Schnabel, Inh. Adolf & Ewald Dunkel, Chemnitz.  
 W. Schnorr, Inh. Arthur Schnorr, Pöhl b. Jocketa i. V.  
 Schöbler & Co., Königstein a. d. Elbe.  
 J. G. Schöne & Sohn, Leipzig-Neuschönefeld.  
 Aug. Schroepel & Söhne, Kirchberg i. Sa.  
 Ed. Schürmann, Coswig i. Sa.  
 G. A. Schütz, Wurzen.  
 C. A. Moritz Schulze, Crimmitschau.  
 Schumann & Co., Leipzig-Plagwitz.  
 C. E. Schwalbe, Werdau.  
 Gebr. Steiner, Harthau i. Erzgeb.  
 Gebr. Sternkopf & Co., Zweinaundorf i. Sa.  
 Sternkopf & Kluge, Roßwein i. Sa.  
 Rich. Stiehler, Zwickau i. Sa.  
 Emil Stölzel, Stollberg i. Erzgeb.  
 Gebr. Tauscher, Chemnitz.  
 Gust. Toelle, Niederschlema i. Sa.  
 Hermann Tröger, Plauen i. V.  
 Unger & Co., Werdau.
- \*Gebr. Unger, Schönheide i. Erzgebirge.  
 Vereinigte Eschebach'sche Werke, 'Akt.-Ges., Zweigniederlassung Radeberg,  
 Radeberg b. Dresden.  
 Wagon- und Maschinenfabrik Akt.-Ges. vorm. Busch, Bautzen.  
 Mor. Walther, Lugau i. Sa.  
 A. C. & O. Wapler, Tragnitz b. Leisnig.
- \*Adolf Weidner, Bösdorf a. d. Elster, Bez. Leipzig.  
 Th. Weiß, Inh. Osk. Oberländer, Reichenbach i. V.  
 Christ. Traug. Wetzels, Geyer i. Sa.  
 Werkzeugmaschinenfabrik Vulkan, Chemnitz.  
 J. A. Wiedemann, Bösdorf a. d. Elster, Bez. Leipzig.  
 Theodor Wiede's Maschinenfabrik, Zweigwerk der Hannoverschen Maschinenbau-  
 Akt.-Ges. vorm. Egestorff, Chemnitz.  
 Zittauer Maschinenfabrik und Eisengießerei Akt.-Ges. fr. Alb. Kiesler & Co.,  
 Zittau i. Sa.  
 Zwickauer Gußwerke, G. m. b. H., Zwickau-Pöhlbitz.  
 Zwickauer Maschinenfabrik, Akt.-Ges., Zwickau i. Sa.

### Württemberg.

- Aßmann & Stockder, G. m. b. H., Cannstatt-Stuttgart.  
 G. W. Bark, Ludwigsburg.  
 E. Belser Söhne, Oetisheim bei Maulbronn.

- Blessing & Votteler, Reutlingen.  
 L. Boi, Heilbronn.  
 Borst & Grüninger, Kirchheim.  
 Gebr. Böhringer, Göppingen.  
 Eisengießerei und Maschinenfabrik Eislingen, Hch. Jetter, Kl. Eislingen.  
 Eisengießerei Ulm, Herm. Theod. Hopf, G. m. b. H., Ulm.  
 Escher, Wyß & Co., Akt.-Ges., Ravensburg.  
 Gg. Fischer, Eßlingen.  
 Gatter & Schüle, Gmünd.  
 \*Groß & Frölich, Stuttgart.  
 Friedr. Groß jr., Hall.  
 Wilh. Grupp, Stuttgart-Cannstatt.  
 J. Hartlieb, Göppingen.  
 F. X. Honer, Ravensburg.  
 Jul. Jedele, Aalen.  
 Karl Kaltschmid, Oberriexingen bei Vaihingen.  
 Kleemann's Vereinigte Fabriken, Obertürkheim-Faurndau, Obertürkheim.  
 Valentin Knapp, Ehingen.  
 E. Kottusch & Co., Asperg.  
 G. Kuhn, G. m. b. H., Stuttgart.  
 Königl. Hüttenamt, Wasseralfingen.  
 Königl. Hüttenamt Friedrichsthal, Baiersbronn.  
 Königl. Hüttenamt Königsbronn, Königsbronn bei Heidenheim.  
 Königl. Hüttenamt Ludwigsthal, Tuttlingen.  
 Königl. Hüttenamt Wilhelmshütte, Schussenried bei Waldsee.  
 Chr. Laißle, Reutlingen.  
 Fr. Müller, Eßlingen.  
 Maschinenbau-Gesellschaft Heilbronn, Heilbronn.  
 Maschinenfabrik zum Bruderhaus, Reutlingen.  
 Maschinenfabrik und Eisengießerei, Hch. Krieger & Co., Aalen.  
 Maschinenfabrik Geislingen, Geislingen.  
 Maschinenfabrik und Eisengießerei Grünau, G. m. b. H., Rottenburg.  
 Maschinenfabrik Eßlingen, Eßlingen.  
 Gebr. Ritz & Schweizer, Gmünd.  
 \*Speiser, Wilhelm, Göppingen.  
 Gebr. Schmid, Freudenstadt.  
 Schmid & Co., Göppingen.  
 L. Schuler, Göppingen.  
 ° A. Stotz, Kornwestheim, O.-A. Ludwigsburg.  
 G. Streicher, Wasseralfingen.  
 M. Streicher, Cannstatt-Stuttgart.  
 J. M. Voith, Heidenheim.  
 Gustav Wagner, Reutlingen.  
 Friedr. Waldbauer, Neuenburg.  
 Wälde, Kade & Erath, Steinbach bei Hall.  
 J. Weipert & Söhne, Heilbronn.  
 Rich. Wittig, Ulm.  
 Jul. Wolff & Co., Heilbronn.

## Elsaß.

- Berger, Andre & Co., Althann bei Thann i. E.  
 \*\*Coulaux & Co., Molsheim i. E.  
 \*\*Ambrosius Deck Wwe., Dornach b. Mülhausen i. E.  
 A. Demange, Zabern.  
 de Dietrich & Co., Niederbronn i. E.  
 \*Elsässische Maschinenbau-Gesellschaft, Mülhausen i. E.  
 Elsässische Werkzeugfabrik Zornhoff vorm. Goldenberg & Co., Akt.-Ges.,  
 Zornhoff bei Zabern.  
 Gebr. Goetz, Schiltigheim.  
 Industrie-Akt.-Ges. Vogesia, Walk bei Zabern.  
 Gebr. Kuhn, Zabern.  
 Latscha & Co., Jungholz bei Gebweiler.  
 Gg. Rhein, Schiltigheim.  
 Schneider, Jaquet & Co., Straßburg-Königshofen.

## Baden.

- Goth. Allweiler, Radolfzell bei Konstanz.  
 Badische Maschinenfabrik und Eisengießerei vorm. G. Sebold & Sebold  
 & Neff, Durlach.  
 Johann Beckenbach, Mannheim.  
 Gebr. Benkieser, Pforzheim.  
 Benz & Co., Rhein. Gasmotorenfabrik, Akt.-Ges., Mannheim.  
 J. Bernauer, Zell bei Schönau.  
 Gebr. Bierhalter, Brötzingen bei Pforzheim.  
 Bopp & Reuther, Mannheim.  
 Gebr. Botsch, Rappenu bei Sinsheim.  
 Jakob Brodbeck, Säckingen.  
 Sebastian Capallo, Mannheim.  
 J. M. Capallo, Inh. M. Betz & J. Capallo, Eisen- und Metallgießerei,  
 Mannheim-Waldhof.  
 Gust. Herm. Casper, Pforzheim.  
 Ditté & Söhne, Neckarelz bei Mosbach.  
 Eisengießerei Rastatt, Max A. Schmitt, Rastatt.  
 Eisen- und Bronze gießerei vorm. R. Flink, Akt.-Ges., Mannheim.  
 Eisen- und Stahlwerke von Gg. Fischer, Akt.-Ges., Singen bei Konstanz.  
 Eisenwerke Gaggenau, Akt.-Ges., Gaggenau bei Rastatt.  
 Eisenwerk Ettlingen, Arth. Wittmer, Ettlingen.  
 Eisenwerk Kandern, Freih. v. Strombeck und Keidel, Kandern bei Lörrach.  
 Eisenwerk Söllingen, Rich. Schwickert, Söllingen bei Durlach.  
 Eisenwerk Zell i. W., Zell i. W. bei Schönau.  
 Esch & Co., Mannheim-Neckarau.  
 Fürstlich Hohenzollernsche Maschinenfabrik, Immendingen.  
 Phil. Ant. Fauler, Freiburg i. B.  
 J. G. Fahr, Gottmadingen bei Konstanz.  
 Gießerei und Maschinenfabrik Konstanz, Richter & Koller, Konstanz.

- Hch. Gettert, Ettlingen.  
 Grether & Co., Freiburg i. B.  
 Herdfabrik Wertheim, Wilh. Kress, Wertheim.  
 Christ. Häusler jr., Dinglingen bei Lahr.  
 Peter Hofmann, Mannheim.  
 Hölzle, Hackenjos & Co., St. Georgen bei Villingen.  
 Kaiser, Werneth & Co., G. m. b. H., Triberg.  
 Karlsruher Eisen- und Metallgießerei, Karlsruhe-Mühlburg.  
 Keller & Co., Weinheim.  
 Klimpf & Kühl, Mannheim.  
 Phil. Jul. Kurtz, Rippberg.  
 Hch. Lanz, Mannheim.  
 Emil & Wilh. Link, Dinglingen bei Lahr.  
 Gebr. Link, Pforzheim.  
 Mannheimer Eisengießerei und Maschinenbau-Akt.-Ges., Mannheim.  
 Maschinenbaugesellschaft Karlsruhe, Karlsruhe.  
 Maschinenfabrik Badenia, vorm. Wilh. Platz Söhne, Akt.-Ges., Weinheim.  
 Eduard Meeh, Pforzheim.  
 Emil Nägele, Kiesenbach bei Waldshut.  
 Neckarauer Eisen- und Metallgießerei, G. m. b. H., Mannheim-Neckarau.  
 Seraphin Oswald, Waldkirch.  
 Gebr. Reuling, Mannheim.  
 Gg. Roth, Neckarelz bei Mosbach.  
 C. Saaler, Thenningen bei Emmendingen.  
 Ferdinand Seneca, Karlsruhe.  
 Schiffs- und Maschinenbau-Akt.-Ges., Mannheim.  
 G. Schmitt Söhne, Mannheim-Waldhof.  
 Schnellpressenfabrik, Akt.-Ges., Heidelberg.  
 \*Schraubenspundfabrik Wilh. Kromer, A.-G., Freiburg i. B.  
 Gebrüder Sturm, Lörrach.  
 Strebelwerk, G. m. b. H., Mannheim-Industrieafen.  
 \*A. E. Thiergärtner, Baden-Baden.  
 \*Ernst Währer, Stetten bei Lörrach.  
 M. Wittich Söhne, Mannheim-Neckarau.

### Bayern.

- Armaturen- und Maschinenfabrik, Akt.-Ges., Nürnberg, Abt. Pegnitzhütte,  
 Pegnitz.  
 Karl Bachmann, Ansbach.  
 Berg- und Hüttenverwaltung Achthal, Achthal, Oberbayern.  
 Caspar Berg, Nürnberg.  
 Bohn & Herber, Würzburg.  
 Georg Both, Oberndorf bei Schweinfurt.  
 Gebr. Demharter, Pfersee bei Augsburg.  
 J. Eduard Earnshaw & Co., Nürnberg.  
 J. W. Engelhard & Co., Fürth.

- \*Eisengießerei-Industrie-Gesellschaft Nürnberg, Bader, Schuber & Co., G. m. b. H., Fürth bei Nürnberg.  
 Eisengießerei und Maschinenfabrik Gefrees, Herold & Reimann, Gefrees bei Berneck.  
 Eisengießerei Friedenheim-München, R. & H. Heilbronner, Friedenheim-München.  
 Eisengießerei Nürnberg-Mögeldorf, Gebr. Decker, Mögeldorf-Nürnberg.  
 Eisengießerei Klein-Heubach, Rippberger & Co., Klein-Heubach.  
 Eisengießerei und Maschinenfabrik Freising, Otto Schülein, Freising, O.-Bayern.  
 Eisen- und Emailierwerk Martinlamitz, Akt.-Ges., vorm. Anspach, Förderreuther & Co., Martinlamitz bei Rehau.
- \*Eisenwerksgesellschaft Maximilianshütte, Rosenberg.  
 Eisenwerk Hensel-Bayreuth, Bayreuth.  
 Eisenwerk Laufach, Akt.-Ges., Laufach bei Aschaffenburg.  
 Eisenwerk Neumarkt, Canstein & Müller, Neumarkt, O.-Pf.  
 Eisenwerk Weilbach, Weilbach.  
 Christian Fischer, Augsburg.  
 Gebr. Gienanth, Hochstein.  
 Gießerei Sugg & Co., Akt.-Ges., München.  
 Gießerei und Maschinenfabrik Oggersheim, P. Schütze & Co., Oggersheim.  
 Gramss & Thomas, Bamberg.  
 Güldener Motorengesellschaft, G. m. b. H., München.  
 Gußwerk Nürnberg-Mögeldorf, Liedke & Bauer, Nürnberg.  
 Ant. Haas, Kötzdorf bei Kehlheim.  
 Hammermeier, Ant., Neussing bei Kehlheim.  
 Heger & Müller, Enkenbach.  
 P. Höllein, Carolinenhütte bei Burglengenfeld, O.-Pfalz.  
 C. Joachim & Sohn, Schweinfurt.  
 Gg. Karl, Irnsing bei Kehlheim.  
 J. G. Keck, Nürnberg.
- \*\* Keusch & Co., Memmingen.  
 Kleindienst & Co., Augsburg.  
 Otto Kleiner, Mindelheim (Schwaben).  
 Herm. Koloseus, Aschaffenburg.  
 König & Bauer, Würzburg.  
 Königl. Bayer. Berg- und Hüttenamt, Bodenwöhr bei Neunburg.  
 Königl. Bayer. Hüttenverwaltung, Bergen bei Traunstein.  
 Königl. Berg- und Hüttenamt, Sonthofen (Schwaben).  
 Königl. Hüttenamt, Obereichstätt.  
 Königl. Hüttenamt, Weiherhammer.  
 Friedr. Kritzenhaler, Bayreuth.  
 Philipp Kurtz, Hasloch.
- \* F. S. Kustermann, München.  
 J. G. Landes, München.  
 Anton Langhammer, vorm. Stauch & Co., Bamberg.  
 Lohrer Eisenwerk, G. L. Rexroth, Lohr.  
 J. A. Maffei, München-Hirschau.

- Mars-Werke, Akt.-Ges., Nürnberg-Doos.  
 Maschinenbau-Akt.-Ges. Markt Redwitz, vorm. Hch. Rockstroh, Markt Redwitz  
 bei Wunsiedel.  
 Maschinenfabrik Esterer, Akt.-Ges., Altötting, O.-Bayern.  
 Maschinenfabrik Regensburg, Regensburg.  
 Maschinenfabrik und Eisengießerei Girand, Lutz & Co., G. m. b. H., Obern-  
 dorf bei Schweinfurt.  
 Maschinen- und Motorenfabrik Scharer & Groß, Glaishammer-Nürnberg.  
 E. Meister, Hof.  
 Merzbacher & Fried, Nürnberg.  
 Jos. Müller, Bamberg.  
 Joh. Gg. Morill, Weidenberg bei Bayreuth.  
 Nürnberger Feuerlöschgeräte und Maschinenfabrik, Akt.-Ges., vorm. Gust.  
 Chr. Braun, Nürnberg.  
 Emil Offenbacher, Redwitz bei Wunsiedel.  
 Passauer Maschinenfabrik und Eisengießerei Jak. Wels, Passau.  
 Ernst Pensel, Kulmbach.  
 L. A. Riedinger, Maschinenbau- und Bronzewarenfabrik, Augsburg.  
 Matthäus Rommel, Kempten (Schwaben).  
 Josef Rössler, Aunkofen bei Kehlheim.  
 A. Seif, Kaufbeuren (Schwaben).  
 Hch. Sinz, Straubing.  
 Joh. Wilh. Späth, Dutzendteich-Nürnberg.  
 Fritz Stauch, Erlangen.  
 Hch. Steigleiter, Speyer.  
 Otto Steinecker, Freising, O.-Bayern.  
 Alois Stocker, Pfaffenhofen, O.-Bayern.  
 N. T. Stumbeck, Rosenheim.  
 Vereinigte Fabriken landwirtschaftl. Maschinen, vorm. Eppel & Buxbaum,  
 Augsburg.  
 \* Vereinigte Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbau-Gesellschaft Nürn-  
 berg, Werk Augsburg, Augsburg.  
 Vereinigte Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbau-Gesellschaft Nürn-  
 berg, Werk Nürnberg, Nürnberg.  
 J. G. Wagner & Söhne, Hofheim, U.-Franken.  
 Zahnradfabrik Augsburg, vorm. Joh. Renk, Akt.-Ges., Augsburg.  
 Jos. Zellerer & Söhne, München.  
 Ernst Zorn, Regensburg.

### Rheinpfalz.

- Eisengießerei Landau, Gebr. Bauß, A.-G., Landau.  
 Eisenhüttenwerk Eisenberg, Gebr. Gienanth, Eisenberg.  
 Eisen- und Metallgießerei Massong & Co., Frankenthal  
 Eisenwerk Kaiserslautern, Kaiserslautern.  
 Erste Pfälzische Herdfabrik und Eisengießerei, Hch. J. Hütscher, Ludwigshafen-  
 Mündenheim.  
 Michael Feil, Speyer.

- Frankenthaler Kesselschmiede und Maschinenfabrik Kühnle, Kopp & Kausch,  
Akt.-Ges., Frankenthal.
- Guß- und Armaturwerk Kaiserslautern, Akt.-Ges., Kaiserslautern.
- Gußwerk Frankenthal, Akt.-Ges., Frankenthal.
- Gußwerk Speyer, Aug. Hauck, Speyer.
- Gutmann, Joh., Frankenthal.
- Landshuter Eisengießerei und Mühlenbau-Anstalt, Jos. Häuser, Landshut.
- \* Hans Lindeck, Kaiserslautern.
- Maschinenbau-Akt.-Ges. Balcke, Frankenthal.
- Maschinen- und Armaturenfabrik Klein, Schanzlin & Becker, Frankenthal.
- Metallwerk Foell & Leber, G. m. b. H., Landau.
- Neustadter Eisengießerei A. Eversbusch, Neustadt a. H.
- Gebr. Pfeiffer, Kaiserslautern.
- Joh. Roth, Ludwigshafen.
- Jakob Ruppel, Ludwigshafen.
- Schnellpressenfabrik, Albert & Co., Akt.-Ges., Frankenthal.
- ° Gebr. Sulzer, Ludwigshafen.
- Johannes Vogel, Speyer.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW



S. 61

01







11

S-98



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297273