

von ihm im Dienste gemachten Erfindungen entzogen werden soll, haben keine rechtliche Wirkung.“

Eine Resolution stellt auch § 4a dar, worin der „Grüne Verein“ ausspricht: „daß er es für undurchführbar und überaus nachteilig für die deutsche Industrie, und zwar sowohl für die Unternehmer, wie für die Angestellten selbst hält, einen Rechtssatz des Inhaltes aufzustellen, wonach jedem Angestellten, der eine Erfindung macht, schematisch ein Recht auf ‚Gewinnbeteiligung‘ daran zustehe.“

Auch dieser Passus ist gegen den Bund der technisch-industriellen Beamten gerichtet, der als Entschädigung des Angestellten für die Überlassung der Erfindung an den Arbeitgeber eine Gewinnbeteiligung fordert, die in minimo ein Drittel des Gewinnes betragen soll.

Positive Vorschläge zur Angestelltenerfindung finden sich nur in § 4b der Stettiner Beschlüsse, der folgenden Wortlaut hat: „b) Mangels einer ausdrücklichen Vereinbarung soll das Recht an der Erfindung auf einen anderen übergehen, insoweit als der Erfinder kraft seines Dienst- oder sonstigen Vertragsverhältnisses dem anderen zu einer Beschäftigung verpflichtet ist, in deren Bereich Gegenstand oder Verfahren von der Art des Erfundenen fallen. Die Bestimmung gilt mit folgender Maßgabe:

Gehört die im Dienstverhältnis gemachte Erfindung nicht zum Bereich des Unternehmers, ist sie aber geeignet, in seinem Betriebe verwendet zu werden, so kann der Unternehmer eine freie Lizenz beanspruchen; wünscht er eine weitergehende Ausnutzung, so hat er den Angestellten angemessen zu entschädigen.“

Der § 4b enthält eine bemerkenswerte Unklarheit. Nach Absatz 1 besitzt der Unternehmer ein unbeschränktes Recht auf die vom Angestellten gemachte Erfindung, wenn dieser zu einer Beschäftigung verpflichtet ist, in deren Bereich Gegenstand oder Verfahren von der Art des Erfundenen fallen. Das Recht des Unternehmers an der Erfindung ist beschränkt, wenn die im Dienstverhältnis gemachte Erfindung nicht in den Bereich des Unternehmers fällt (Absatz 2).

Wie weit geht nun der Rechtsanspruch des Unternehmers an einer Erfindung, die zwar nicht in den Bereich der Beschäftigung des Angestellten, wohl aber in den Bereich des Unternehmers fällt, beispielsweise, wenn ein Chemiker, der im Schwefelsäurebetriebe einer Farbenfabrik beschäftigt ist, ein neues Verfahren zur Darstellung von Indigo auf findet? Derartige Fälle kommen in der Praxis ziemlich häufig vor.

Die Patentkommission des „Grünen Vereins“ ging bei der Festsetzung des § 4b von dem Standpunkte aus, daß eine Erfindung auf einen anderen übergeht, wenn sie eine diesem geschuldete Leistung darstellt. Eine geschuldete Leistung ist nach Auffassung der Kommission aber vorhanden, wenn die Bestimmungen des § 4b, Abs. 1 auf eine Angestelltenerfindung zutreffen.

Näher begründet wird diese Auffassung von der Kommission nicht. Sie begnügt sich leider mit dem Hinweis, daß der in § 4b Abs. 1 aufgestellte Grundsatz im wesentlichen mit der Rechtsprechung des Reichsgerichts übereinstimme. Ich sagte leider, weil die Frage der Angestelltenerfindung in rechtlicher Beziehung noch sehr der Klärung bedarf,

und ein näheres Eingehen auf ihre Rechtslage daher sehr erwünscht gewesen wäre.

In der Patentkommission des „Grünen Vereins“ scheint hinsichtlich der Richtigkeit der in § 4b aufgestellten Grundsätze auch keine Einigkeit bestanden zu haben, denn der Paragraph ist dort nur mit geringer Majorität angenommen worden. Von 14 Kommissionsmitgliedern stimmten 6 dagegen.

Tatsache ist, daß die Angestelltenerfindung nicht allenthalben als geschuldete Leistung angesehen wird, denn viele Unternehmer entschädigen ihre Angestellten für Überlassung der Erfindungen, sei es durch Beteiligung am Gewinn oder durch Gratifikationen und Tantiemen.

Der Frankfurter Bezirksverein hat in der Juli-sitzung zu § 4b nicht direkt Stellung genommen, die stattgehabte Diskussion läßt aber den Schluß zu, daß die Versammlung bei einer Abstimmung den dort ausgesprochenen Grundsätzen nicht zugestimmt haben würde.

Nach der Auffassung des Bezirksvereins ist die Rechtslage der Angestelltenerfindung nicht genügend geklärt und liegt außerdem keine Veranlassung vor, diese schon jetzt zum Gegenstande gesetzgeberischer Maßnahmen zu machen.

„Der Gebrauch der privaten Abmachungen“, heißt es in der Begründung seines Antrages, „hat bisher in den meisten Fällen entsprochen, wenigstens sind auffällige Unzuträglichkeiten nicht vorgekommen, und solange nicht ein wirkliches Bedürfnis für das Eingreifen der Gesetzgebung vorliegt, wäre es schädlich, wollte diese auf der momentan ungeklärten Basis eingreifen. Daß dies vielleicht später nach weiteren Jahren erforderlich sein dürfte, ist möglich und wahrscheinlich, aber es wird dann auch genügend Material vorliegen, um dem Standpunkte beider Parteien gerecht werden zu können.“

Im übrigen steht der Bezirksverein auf dem Standpunkte, daß die Frage der Angestelltenerfindung mit dem Patentgesetz nicht in Verbindung gebracht werden sollte. Falls sich eine gesetzliche Regelung der Frage als nötig erweise, müsse diese wegen des ausgesprochen sozialpolitischen Charakters der Angestelltenerfindung im Rahmen der Gewerbeordnung ihre Erledigung finden.

Wenn der Bezirksverein dem § 2 der Stettiner Beschlüsse seine Zustimmung versagte, so geschah dies lediglich des zweiten Satzes wegen. Selbstverständlich hält auch der Frankfurter Bezirksverein nach wie vor an dem im ersten Satze des § 2 ausgesprochenen Prinzip der Übertragbarkeit des Rechtes an der Erfindung und des Anspruchs auf ein Patent fest. Um jedoch einer irrtümlichen Auffassung infolge der Ablehnung des § 2 von vornherein zu begegnen, hat der Bezirksverein es für angebracht gehalten, in die Resolution die Worte: „mit dem Rechte der Übertragung“ einzufügen. O. Wentzki.

## Das Eisenhüttenwesen im Jahre 1908.

Von Prof. Dr. B. NEUMANN, Darmstadt.

[Eingeg. den 26./7. 1909.]

Das verflossene Jahr 1908 war wirtschaftlich ein sehr ungünstiges. Der Beginn des geschäftlichen Niedergangs fällt zwar schon, wie im letzten Be-

richte<sup>1)</sup> auseinandergesetzt war, in das vorhergehende Jahr; leider waren aber auch bis zum Jahresschluß die Anzeichen, welche auf eine Besserung deuten konnten, nur sehr spärlich vorhanden, und tatsächlich ist bis jetzt die Krisis noch keineswegs überwunden. Nun ist das Eisen kein eigentliches Spekulationsmetall, infolgedessen kommt bei Betrachtung seiner Preisbildung das Schwanken der Konjunktur nicht so zum Ausdruck wie bei einigen andern Handelsmetallen. Außerdem sind in Deutschland im Vergleich zu den Verein. Staaten glücklicherweise die Verhältnisse auf dem Eisenmarkte viel stabiler; trotzdem war es aber auch bei uns 1908 unmöglich, die Eisenpreise zu halten, sie gingen beständig herunter: Gießereirohisen III von 71 auf 69 M., Hämatiteisen von 83 auf 75 M., Thomaseisen von 76 auf 65 M., Schweißisen von 135 auf 123 M., Flußeisen von 108—115 auf 100 bis 107 M. In Amerika war der Preisfall im Laufe des Jahres weit größer: Gießereieisen (Philad.) von 18 auf 16,75 Doll., Bessemerisen von 19,40 auf 15,65 Doll., Bessemerknüppel von 30 auf 25 Doll., andererseits begannen aber sämtliche Eisenpreise dort Ende November eine schwache Aufwärtsbewegung, was bei uns nicht der Fall war.

Viel deutlicher wie in den Preisen kommt bei Eisen die schlechte Geschäftslage in den Produktionszahlen zum Ausdruck, da natürlich der Verbrauch in solchen Zeiten stark nachläßt.

Die Weltproduktion an Roheisen stellte sich 1907 und 1908 wie folgt:

	1907	1908	Abnahme
	t	t	t
Verein. Staaten . .	26 193 863	16 190 994	38,6
Deutschland . . .	13 045 760	11 813 511	9,4
England . . . . .	10 082 638	9 438 477	6,4
Frankreich . . . .	3 588 949	3 391 150	5,5
Rußland . . . . .	2 768 220	2 748 000	0,6
Belgien . . . . .	1 427 940	1 206 440	15,5
Österreich-Ungarn .	1 405 000	1 390 000	1,1
Schweden . . . . .	603 100	563 300	6,6
Canada . . . . .	590 444	572 183	3,1
Spanien . . . . .	385 000	375 000	2,6
Italien . . . . .	32 000	32 500	1,6 <sup>2)</sup>
Andere Länder . .	625 000	550 000	12,0
	60 747 914	48 271 555	20,5

Der Vergleich der beiden Jahresproduktionen zeigte einen starken Rückgang der Erzeugung im Jahre 1908. Stillstände bzw. Rückgänge sind zwar im letzten Jahrzehnt schon 1901 und 1904 zu verzeichnen, die Mindererzeugung betrug aber höchstens 1 Mill. t, das waren etwa 2% der Weltproduktion; im abgelaufenen Jahre sind aber über 20% weniger erzeugt worden, was deutlicher als Worte die Schwere der Krisis beleuchtet; wir müssen bis zum Jahre 1893 zurückgehen, wo ein Rückschlag von 22% zu verzeichnen war, um eine ähnliche geschäftliche Depression anzutreffen. Ganz besonders hat Amerika darunter gelitten, dessen riesige Eisenerzeugung um 38,6% zurückgegangen ist. Die drei Haupteisenerländer: Verein. Staaten, Deutschland und England erzeugten 1907 zusammen 81,2% der Weltproduktion, 1908 nur 77,8%. Im Jahre 1907 überstieg die amerikanische Produktion

die der beiden Konkurrenten um 3 Mill. t, 1908 aber wurde Amerika mit 5 Mill. t von den beiden andern überholt. Noch interessanter ist ein Blick auf die Monatserzeugungen Amerikas und Deutschlands. Letzteres hat 1907 in fast gleichmäßigem Durchschnitt monatlich 1,1 Mill. t Roheisen erblasen, Amerika in den ersten zehn Monaten gleichmäßig fast 2,3 Mill. t, in Deutschland ging dann die Monatserzeugung ganz langsam herunter, hat sich aber das ganze Jahr zwischen 1 und 0,93 Mill. t bewegt. Ganz anders in Amerika; dort treffen wir Oktober 1907 noch eine Produktion von 2,37 Mill. t an, im Januar 1908 nur noch 1 063 000 t. Nach diesem sprunghaften Abfall blieb die Erzeugung bis Mitte des Jahres auf etwa 1,1 Mill. t, um sich dann Monat für Monat um 100 000 t zu heben. Der Monat Januar 1908 ist dadurch merkwürdig, daß die deutsche und amerikanische Erzeugung genau gleichgroß war, eine Erscheinung, die voraussichtlich nicht wieder zu beobachten sein dürfte.

Wir können die Weltproduktion an Eisen mit ziemlicher Genauigkeit bis 1851 zurück verfolgen<sup>3)</sup>, sie betrug damals 4 584 232 t, also  $\frac{1}{3}$  von dem, was Deutschland jetzt allein erzeugt; sie hat sich bis 1903 verzehnfacht, bis 1907 verdreizehnfacht.

Zur deutschen Roheisenerzeugung steuerten 1908 die einzelnen Bezirke folgende Mengen bei:

	t	%
Rheinland-Westfalen . . . . .	4 945 958	41,87
Sieg, Lahn, Hessen-Nassau . . .	607 475	5,14
Schlesien . . . . .	928 161	7,85
Pommern . . . . .		
Hannover, Braunschweig . . . .	616 530	5,22
Bayern, Württemberg, Thüringen	208 638	1,77
Saar . . . . .	1 025 556	8,68
Lothringen, Luxemburg . . . . .	3 481 193	29,47

Nach Eisensorten geordnet entfällt die Hauptmenge auf Thomasroheisen (64,56%), auf Gießereiroheisen kommen 19,09%, die Menge des Stahl- und Spiegeleisens macht nur 7,91%, die des Puddelleisens 5,38%, die des Bessemerroheisens nur 3,06% aus. In ähnlicher Weise überwiegt auch in Frankreich das Thomaseisen. Umgekehrt liegt das Verhältnis in Amerika, aber auch dort weicht das Bessemerroheisen langsam dem Vordringen des basischen Eisens.

Der Verein deutscher Eisenhüttenleute hatte auf der Schiffbauausstellung in Berlin einen Stammbaum der deutschen Eisenindustrie im Jahre 1907<sup>4)</sup> zur Darstellung gebracht, der einen sehr instruktiven Überblick über die deutsche Eisenindustrie gibt. Aus 32,7 Mill. t Erzen, wovon 23,9 Mill. t aus dem Inlande stammen, erbliessen rund 300 Hochöfen 13,045 Mill. t Roheisen (neben 0,071 Mill. t Gußwaren I. Schmelzung), welche als Thomasroheisen (8,494 Mill. t), Bessemer Roheisen (0,471 Mill. t), Stahl- und Spiegeleisen (1,034 Mill. t), Puddelroheisen (0,786 Mill. t) und Gießereiroheisen (2,260 Mill. t) gesondert Verwendung finden. In 1600 Gießereien werden aus letzterem 2,626 Mill. t Gußwaren hergestellt. Das Puddelroheisen liefert in 409 Puddelöfen 0,613 Mill. t Schweißeisenerzeugnisse. 105 basische Konverter erzeugen 7,212 Mill. t Thomasblöcke, 14 saure Konverter 0,387 Mill. t

<sup>1)</sup> Diese Z. 21, 2305 (1908).

<sup>2)</sup> Zunahme.

<sup>3)</sup> Neumann, „Die Metalle“, S. 57.

<sup>4)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 827.

Bessemerblöcke, 429 Martinöfen 4,04 Mill. t basische und 0,213 Mill. t saure Blöcke; daneben wird noch 0,126 Mill. t basischer und 0,085 Mill. t saurer Formguß hergestellt. Das Flußeisen wird dann weiter verarbeitet zu 2,3 Mill. t Eisenbahnmateral, 1,7 Mill. t Formeisen, 3,2 Mill. t Stabeisen, 0,45 Mill. t Walzdraht, 0,80 Mill. t Grobblech, 0,52 Mill. t Feinblech, 0,092 Mill. t Röhren und 0,493 Mill. t Guß- und Schmiedestücke. Auf dem Stamm- baum sind die entsprechenden Mengen in Würfel- form zur Darstellung gebracht. Ein ähnlicher Stammbaum ist auch für die englische Eisenindustrie aufgestellt worden<sup>5)</sup>.

Die deutsche Einfuhr von Roheisen belief sich 1908 auf 252 779 t (1907: 443 624 t), die Ausfuhr auf 257 850 t (1907: 275 170 t), die Einfuhr von Eisen, Eisenwaren (einschließlich Maschinen) auf 635 165 t, die Ausfuhr auf 4 089 351 t<sup>6)</sup>.

Die deutsche Erzeugung an Eisen, pro Kopf der Bevölkerung berechnet, betrug 1908 187,47 kg, 1907 209,87 kg, sie ist also stark zurückgegangen<sup>7)</sup>. Der einheimische Eisenverbrauch berechnet sich zu 7 205 745 t (gegen 9 020 196 t 1907), was pro Kopf 114,35 kg (145,12 kg 1907) ausmacht.

Graphische Aufzeichnungen der Handelspreise von Kohle und Eisensorten in den Jahren 1885 bis 1907 hat die Redaktion von „Stahl und Eisen“ veröffentlicht<sup>8)</sup>.

Verschiedene Veröffentlichungen behandeln die Eisenindustrie in anderen Ländern: Blauel<sup>9)</sup> die von China, Kawura<sup>10)</sup> die Japans, Brown<sup>11)</sup> die Australiens, Galvesys<sup>12)</sup> die Bosniens, Hawdon<sup>13)</sup> die Cleveland.

### Eisenerze.

Die Zahlen der Eisenerzgewinnung für das Jahr 1908 sind noch nicht vollständig bekannt. Für das Jahr 1907 ergeben sich für die wichtigsten Staaten für Förderung und Verbrauch an Eisenerz folgende Zahlen<sup>14)</sup>:

	Gewinnung t	Verbrauch t
Verein. Staaten . . . . .	52 548 149	53 515 000
Deutschland . . . . .	27 697 128	32 268 804
England . . . . .	15 983 309	23 725 500
Spanien . . . . .	9 896 178	1 261 000
Frankreich . . . . .	10 008 000	9 857 000
Rußland . . . . .	5 524 712	4 370 000
Schweden . . . . .	4 652 405	958 000
Österreich-Ungarn . . . .	4 380 000	4 406 500
Belgien . . . . .	316 250	3 411 500

Diese Übersicht zeigt deutlich, daß für die großen Eisenerzeuger die eigene Förderung an Erzen nicht ausreicht, und daß z. B. auch Deutschland auf fremde Einfuhr angewiesen ist. Die hauptsächlichsten Exportländer für Eisenerze sind nach wie

vor Spanien und Schweden. Durch die ungünstigen Verhältnisse auf dem Eisenmarkt sind natürlich auch die geförderten Eisenerzmengen 1908 gegen die Vorjahre stark zurückgegangen, sie sanken in Deutschland von 27 697 128 t auf 24 233 356 t, in Amerika von 52,5 Mill. auf rund 35 Mill. t; darunter allein die Eisenerzverladungen am Oberen See von 42,9 Mill. t auf 26,4 Mill. t. In Nordamerika ist Cuba der Hauptlieferant des importierten Erzes, der fast drei Viertel des Gesamtimports aufbringt. In Deutschland stammt fast die Hälfte des importierten Erzes (1908: 7 732 949 t) aus Schweden (3 137 790 t), die nächst höchsten Mengen liefert Spanien (1 978 868 t) und Frankreich (919 535 t). Die deutsche Ausfuhr betrug 3 067 870 t.

Betreffs neuer Erzvorkommen sei hier nur darauf verwiesen, daß seit zwei Jahren in Deutschland, in der fränkischen Alp bei Hollfeld (Bamberg), ein neues Brauneisensteinlager gefunden und untersucht worden ist. Nach Lockmanns<sup>15)</sup> Angabe hat das Lager eine Durchschnittsmächtigkeit von 2,9—3,5 m, es dürften mindestens 50 Mill. t Erz mit rund 41% Eisen zu gewinnen sein.

Eine wirtschaftlich sehr wichtige Frage für Hütte und Grube ist die Brikettierung von pulverförmigen Erzen, Kiesabbränden, Gichtstaub usw., denn es werden bei der Aufbereitung armer Erze immer größere Mengen feiner Erzschiele erhalten, die nicht ohne weiteres absetzbar sind, da der Hochofen ohne Gefahr schwerer Störungen nur einen bestimmten geringen Prozentsatz pulveriger Materialien verdauen kann. Man sucht deshalb die Feinerze, Gichtstaub usw. zu agglomerieren bzw. durch Brikettierung in Stückform zu bringen. Ein brauchbares Brikettverfahren hat aber allerlei Bedingungen zu erfüllen: Die Briketts sollen wetterbeständig sein, sie müssen eine erhebliche Festigkeit besitzen, sie müssen aber auch porös sein und sich leicht reduzieren lassen; die Herstellungskosten müssen sehr niedrige sein. Diese Aufgabe ist von verschiedenen Seiten in verschiedener Weise gelöst worden, oder wenigstens zu lösen versucht worden.

Verschiedene Verfahren begnügen sich mit einer einfachen Agglomeration in starker Hitze. In Lebanon benutzt die Pennsylvania Steel Co. hierzu einen Drehofen<sup>16)</sup>, Scott<sup>17)</sup> bei der Carnegie Steel Co. einen stehenden Ofenschacht. Sehr große Verbreitung, namentlich in Skandinavien, hat das Verfahren von Gröndal gefunden, welches zur Erzbrikettierung die feuchten Erzschiele preßt und die Förmlinge im Kanalsofen brennt. Man nahm bisher an, daß die Erhitzung bis zur Sinterung getrieben werden müsse, dem widerspricht aber der Erfinder<sup>18)</sup>; nach seiner Ansicht geht  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  in  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  über, der dabei eintretende Krystallisierungsvorgang verklebe die Partikelchen, schon bei 700—900° entstehen feste Briketts; die hohe Temperatur sei nur zur Entfernung des Schwefels nötig. In Schweden werden nach diesem Verfahren 300 000 t Briketts jährlich hergestellt. Die Kosten betragen

<sup>5)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1555.

<sup>6)</sup> Stahl u. Eisen 1909, 220.

<sup>7)</sup> Stahl u. Eisen 1909, 562.

<sup>8)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 217.

<sup>9)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1.

<sup>10)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 855.

<sup>11)</sup> Eng. Min. Journ. 85, 601 (1908).

<sup>12)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1574.

<sup>13)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1514.

<sup>14)</sup> Stahl u. Eisen 1909, 403 u. 639.

<sup>15)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1913.

<sup>16)</sup> Iron Trades Rev. 52, 764 (1908).

<sup>17)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 993.

<sup>18)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1195.

für die Brikettierung nach N i e d t <sup>19)</sup> 1,88—3,56 M für die Tonne.

Andere verwenden andere Mittel. Auf der Ilseder Hütte fällt beim Waschen der Erze ein kalkiger Waschsand und ein toniger Waschschlamm; diese mit Gichtstaub oder Kiesabbränden gemischt, bis auf 5—6% entwässert und heiß gepreßt, geben nach dem Erkalten sehr harte feste Briketts mit geringen Kosten<sup>20)</sup>. Die Deutsche Brikettierungsgesellschaft sucht durch (Kalk-) Zuschläge die Bildung von Kalksilicat zu erzielen, welches in der Hitze sintert. Man preßt die Briketts kalt und überläßt sie 3—4 Wochen sich selbst, sie sind dann verhüttungsfähig. Das Verfahren steht auf der Friedrich Wilhelms-Hütte in Anwendung. Manche Arten Gichtstaub tragen die Bindemittel schon in sich. Man preßt nach S c h u m a c h e r <sup>21)</sup> den Gichtstaub oder Gichtstaub und Feinerz mit 1,4—2% Salz und läßt erkalten. Dieses Verfahren führt die Hasper Hütte und der Bochumer Verein aus.

Nach anderen Verfahren geschieht die Bindung durch Zementbildung wie bei der Kalksandsteinbereitung. Auf Königshütte arbeitet man ebenfalls nach einem Vorschlage S c h u m a c h e r s <sup>22)</sup> so, daß man Kiesabbrände (91%) mit 4—5% Ätzkalk und 3—4% Quarmehl mischt, preßt und die Briketts der Einwirkung von Dampf aussetzt. Auf der Friedrich Alfridhütte in Rheinhausen verarbeitet man in derselben Weise Gichtstaub. Die Briketts wiegen 4—8 kg. Die Gesellschaft Scoria benutzt mit Dampf aufgeschlossene Hochofenschlacke als Bindemittel für Gichtstaub und mulmige Erze. Die schwach gepreßten Briketts werden im Erhärtungskessel 10 Stunden gedämpft. Die Kosten betragen nur 0,8—1,0 M.

Für den Chemiker interessant ist auch der Vorschlag, die Abfallauge aus Sulfitecellulosefabriken für diesen Zweck nutzbar zu machen. Die Gewerkschaft Pionier<sup>23)</sup> stellt aus den Klebstoffen der Abwässer ein Zellpech her, welches bessere Eigenschaften haben soll wie Steinkohlenteerpech (Brai). Die Gewerkschaft Deutscher Kaiser stellt nach diesem Verfahren 80 t Briketts aus Gichtstaub täglich her. H ö n i g andererseits dampft die Abfallaugen mit Schwefelsäure im Vakuum auf mindestens 35° B. ein und verwendet etwa 7% dieses Breies als Bindemittel; man erhitzt dann 3—4 Stunden auf 180 bis 220°.

D ü n k e l b e r g <sup>24)</sup> schlägt vor, als Bindemittel Zuckermelasse billigster Sorte zu nehmen und 1/2% Staßfurter Abraumsalze zuzusetzen. Das Sintern geschieht bei 1000°.

### Roheisenerzeugung.

Die Roheisenerzeugung hätte den gewaltigen Aufschwung nicht nehmen können, wenn man an Holzkohle als Brennstoff gebunden geblieben wäre. Die Beschaffung der Holzkohlenmengen für einen Ofen moderner Größe ist heute nur noch an wenigen Stellen holzreicher Länder möglich. Über die Ent-

wicklung der Roheisenherstellung mit Koks in Deutschland hat L ü r m a n n <sup>25)</sup> einige interessante Angaben gemacht. Die Erzeugung von Koksroheisen mußte natürlich in einem der drei großen Kohlenreviere ihren Ausgang nehmen. Die ersten Versuche fanden aber nicht, wie meist angenommen wird, in Schlesien statt, sondern im Saarrevier. In Sulzbach wurde 1765 das erste Koksroheisen erschmolzen, also 24 Jahre früher wie in Schlesien, wo erst 1789 in Malapane das erste Probeschmelzen mit Koks stattfand, während die dauernde Verwendung von Koks erst von 1796 ab in Gleiwitz eingeführt wurde. Im Ruhrrevier wurde erst von 1850 ab dauernd Koks verwendet, obwohl auch hier schon 1790 in Sterkrade Versuche mit Koks gemacht worden waren.

Die Erzeugungsmengen der Hochöfen waren anfangs sehr gering. Der Gleiwitzer Ofen machte nur 2,66 t im Tage, der in Königshütte 4,6 t. Heute liefert ein Ofen im Minetterevier 200—240 t, der Ofen der Gewerkschaft Deutscher Kaiser in Bruchhausen durchschnittlich 500 t in 24 Stunden; letzterer hat es an einem Tage sogar bis 580 t gebracht. Diese Leistung wird von amerikanischen Öfen noch überboten<sup>26)</sup>. Auf der Duquesneanlage erzeugten vier Öfen 1906 im März durchschnittlich 660 t, die Höchstleistung betrug 845 t; ein Ofen der Illinois Steel Co. hat am 16./5. 1905 sogar 972 t erreicht, eine Leistung, die immerhin unsere Bewunderung erregen muß.

Holzkohlenhochöfen erreichen bei weitem nicht die Leistungen der Kokshochöfen. S w e e t s e r berichtet über den Betrieb eines 21 m hohen Ofens der Algoma Steel Co. zu Sault Ste. Marie (Ontario), der im besten Falle 176 t im Tage erzeugte, was als eine besondere Leistung anzusehen ist. In Canada, in Drummondville, stehen andererseits auch die kleinsten Holzkohlenöfen in Betrieb, sie machen täglich nur 3,44 t.

S w e e t s e r <sup>27)</sup> hat zwei gleichgroße moderne Öfen nebeneinander mit Koks und mit Holzkohle betreiben können, und kommt zu der Ansicht, daß die Einrichtungen und der Betrieb eines gutgehenden Kokshochofens sich direkt für den Betrieb mit Holzkohle verwenden lassen. Der Holzkohlenbetrieb verbraucht nur 1/3 des Kalkzuschlags und nur 65% der Windmenge des Koksofens. Der Brennstoffverbrauch pro Tonne Roheisen war 930 kg Holzkohle und 985 kg Koks. Der sonstige Durchschnitt in dortigen Gegenden ist 997 kg Koks und 803,6 kg Holzkohle, wonach also der Holzkohlenofen nicht gerade in sehr guter Verfassung gewesen zu sein scheint. Der Schwefelgehalt im Koksroheisen war 0,029%, im Holzkohleneisen 0,011%.

Die verschiedenen Bausysteme älterer und neuerer Hochöfen hat v. E h r e n w e r t h <sup>28)</sup> einer Betrachtung unterzogen; er meint, daß einige ältere Systeme für gewisse Gegenden immer noch Berechtigung haben. Derselbe Verf. hat auch eine Formel zur Berechnung des H o c h o f e n p r o f i l s aufgestellt<sup>29)</sup>. H o w e <sup>30)</sup> beschäftigt sich eben-

<sup>19)</sup> Berg- u. Hüttenm. Rundschau 1908, 217.

<sup>20)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 321.

<sup>21)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1193.

<sup>22)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 321; D. R. P. 200 643, diese Z. 21, 1991 (1908).

<sup>23)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1197.

<sup>24)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1200.

<sup>25)</sup> Stahl u. Eisen 1909, 89.

<sup>26)</sup> Iron Trades Rev. 1908, 33 u. 106.

<sup>27)</sup> Trans. Am. Inst. Min. Eng. 1908, 303.

<sup>28)</sup> Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenw. 1908, 301.

<sup>29)</sup> Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenw. 1908, 229.

<sup>30)</sup> Eng. Min. Journ. 86, 507 (1908).

falls mit dem Hochofenprofil, er untersucht die Vorteile und Nachteile der einzelnen Bauteile und zeigt, daß es z. B. nicht vorteilhaft ist, die Höhe über gewisse Grenzen (24 und 30 m) hinaus zu vergrößern.

In Cleveland, auf den Newport-Werken, ist jetzt wieder ein Hochofen mit elliptischem Querschnitt (24,76 m Höhe, 5,48 × 3,05 m Gestellweite) in Betrieb genommen worden, der täglich 210 t ausbringt. In den 60er Jahren wurde auch bei uns in Mühlheim a. Rh. die damals aufkommende ovale Rochetteofenform für die Eisenerzeugung zu verwenden versucht, jedoch ohne Erfolg<sup>31)</sup>.

Die Vorgänge im Hochofen sind der direkten Beobachtung nur schwer zugänglich, die Ansichten über die einzelnen Reaktionen sind daher noch keine einheitlichen. Rein theoretisch haben Boudouard und Baur und Gläbner die Gleichgewichtsverhältnisse der im Hochofen aufeinander einwirkenden Stoffe studiert. Hierauf läßt sich ein Hochofendiagramm gründen, welches uns über die Vorgänge im Hochofen Auskunft gibt. Danach findet unter 500° eine Reduktionswirkung von Kohlenoxyd nur auf Eisenoxyd statt, über 500° auch auf Eisenoxyduloxyd; über 650° setzt die Reduktion des festen Kohlenstoffs auf Eisenoxyduloxyd ein. Letzteres geht bei seiner Reduktion zu Eisen erst in Oxydul über. Die Reduktion des Oxyduls beginnt über 650°, sie erfolgt bis zu 1000° durch Kohlenoxyd, oberhalb durch festen Kohlenstoff. Brisker<sup>32)</sup> hat jetzt durch Untersuchungen an einer Reihe Hochofenbilanzen die Richtigkeit der Baur-Gläbnerschen Kurven nachweisen können, so daß wir jetzt ziemlich sicher sind, daß das Hochofendiagramm die wirklichen Vorgänge im Hochofen veranschaulicht.

Brisker<sup>33)</sup> hat auch einige Berechnungen über den Brennstoffverbrauch beim Hochofenbetriebe veröffentlicht.

Die Wärmebilanz eines Hochofens hat die Nürnberg. Maschinen-Aktiengesellschaft in ein sehr instruktives Schaubild gekleidet<sup>34)</sup>. Daraus ergibt sich folgendes: Ein Hochofen mit 250 t Tageserzeugung bedarf einer gleichen Menge Koks. Von der der Koksmenge entsprechenden Wärmemenge werden im Hochofen verbraucht: 5% für Verdampfung, 5% für Strahlung, 24% für Reduktion, 14% führt die flüssige Schlacke, 4% das flüssige Eisen weg. 52% der Wärme verbraucht also der Ofenprozeß, 48% enthalten die Gichtgase, wovon 14% zur Wiederhitzung nötig sind, während weitere 9% (2500 PS.) für Gebläsmaschinen, Aufzüge usw. benötigt werden. Es verbleibt also ein reiner Überschuß von 25% der Wärme in den unverbrauchten Gasen, die in Gasmaschinen ausgenützt, noch 7500 PS. liefern können.

Beim Stürzen der Gichten treten öfter Explosionen im Hochofen auf, über deren Entstehung die Meinungen noch sehr geteilt sind. Zunächst hat man geglaubt, es handle sich um Entzündung brennbarer Gasgemische, wie bei den Explosionen in den Gas- und Windleitungen; die An-

sicht ist aber unzutreffend, obwohl sie jetzt von Teichgraber<sup>35)</sup> wieder verteidigt wird. Andererseits dürfte auch die Osannsche<sup>36)</sup> Erklärung nicht richtig sein, daß es sich beim Stürzen der Gichten um einen rein physikalischen Vorgang, d. h. um eine starke Kompression der Gase handle. Van Vloten<sup>37)</sup> erklärt sich die Explosion mit ihren Begleiterscheinungen (Zerstörung der Gicht, Auswurf des Ofeninhalts) in der Weise, daß plötzlich durch innige Mischung von staubigem, glühendem Eisenerz mit glühendem Koks oder Kohlenstaub eine starke Gasentwicklung (Kohlenoxyd) erfolgt, die durch ihre Volumvermehrung die genannten Erscheinungen bewirkt. Beim Stürzen hängender Gichten, wo alles durcheinander fällt, sind die Bedingungen für diese Reaktion besonders günstig. Es gelang Van Vloten, diese Reaktion experimentell darzustellen.

Osann hat den Vorschlag gemacht, den Bodenstein des Hochofens schwächer zu machen, und ihn ebenfalls mit Wasser zu kühlen, um Roheisendurchbrüche zu verhindern; hiergegen erhoben Männer der Praxis Bedenken<sup>38)</sup>. Neuerdings kommen für den Hochofenbetrieb mehr und mehr Turbinengebläse auf (Langer)<sup>39)</sup> Bolling<sup>40)</sup> konnte zeigen, daß man mit dem Schwefelgehalte im Koks nicht so ängstlich zu sein braucht, da auch Koks mit 2% Schwefel bei genügend basischer Schlacke keinerlei Störungen verursacht.

In Amerika ist lange Zeit vergangen, ehe man sich entschloß, die Vorteile der Ausnutzung der Hochofengichtgase sich zunutze zu machen, jetzt tritt man aber in echt amerikanischer Weise an diese Sache heran. Die neuen Werke der Indiana Steel Co. zu Gary erhalten die entsprechenden Einrichtungen, um die Gase von 16 Öfen von je 500 t auszunutzen. Wenn alle 16 Öfen in Betrieb sein werden, steht ein Kraftüberschuß von 200 000 PS. zur Verfügung<sup>41)</sup>.

Für die Verwendung der Hochofengase in Gasmaschinen ist eine weitgehende Reinigung von Staubteilen nötig. Bei uns wird hierfür meist der Theissensche Wäscher benutzt. Flaccus<sup>42)</sup> berichtet über ein paar neue amerikanische Wäscher von Nisbet und Bachmann.

Wiederholt schon ist der Vorschlag gemacht, sämtliche Hochofengase zu regenerieren, d. h. die darin enthaltene Kohlensäure durch Koks in Kohlenoxyd überzuführen. Schmiedhammer<sup>43)</sup> zeigt, wie wenig Kohle für die Reduktion und den Wärmeersatz nötig wäre, und welche Vorteile sich andererseits (hochwertiges, gleichmäßiges Gas) daraus ergeben würden. Bourcoud<sup>44)</sup> will so carburiertes Gas dazu verwenden, Eisenerze zu reduzieren und den erhaltenen Eisenschwamm im elektrischen Ofen einschmelzen.

<sup>35)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1782.

<sup>36)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1783.

<sup>37)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1015.

<sup>38)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 200 u. 369.

<sup>39)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 73.

<sup>40)</sup> Metallurgie 1908, 493.

<sup>41)</sup> Eng. Min. Journ. 87, 20 (1909).

<sup>42)</sup> Berg- u. Hüttenm. Rundschau 1908, 269.

<sup>43)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 126.

<sup>44)</sup> Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenw. 1908, 41.

<sup>31)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1791.

<sup>32)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 391.

<sup>33)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1305.

<sup>34)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 41.

Das Gaylaysche Windtrocknungsverfahren ist jetzt außer auf den Isabella-Werken auf der Warwick-Hochofenanlage in Pottstown und auf den Südwerten der Illinois Steel Co. eingeführt; auch die Cleveland Cliff Iron Co. in Marguette und die Northwestern Iron Co. in Maryville wollen ihre Öfen damit ausrüsten. Außer in Amerika ist bis jetzt nur eine Anlage in England, in Cardiff, in Betrieb gekommen. Cook hat ausführliche Mitteilungen über die Betriebsergebnisse der Warwicksanlage gemacht<sup>45)</sup>, Simmersbach<sup>46)</sup> beschreibt eingehend die Trockenanlagen der Illinois Steel Co. und teilt ebenfalls Ergebnisse der Anlagen in Pottstown und Cardiff mit. In Cardiff besteht der Vorteil der Anwendung getrockneten Windes bei Betrieb auf hohe Roheisenproduktion in einer Mehrerzeugung von 26,4% und einer Kokserparnis von 13,4%; bei Betrieb auf Verringerung des Brennstoffs in 14,1% Mehrerzeugung und 18,4% Kokserparnis. Die Betriebs- und Unterhaltungskosten der Kühlanlage werden zu 40 Pf per Tonne Eisen angegeben.

Im verflossenen Jahre sind auch einige interessante Veröffentlichungen über Schlacken bekannt geworden. Riecke<sup>47)</sup> hat eine sehr große Anzahl Kalk-Tonerde-Kieselsäuregemische hergestellt und deren Schmelzpunkt bestimmt. Die graphische Darstellung zeigt nun, daß die Schmelzpunktkurven der verschiedenen Reihen stets mehrere Minima und Maxima aufweisen, die jedenfalls auf bestimmte, teilweise noch unbekannte Doppelsilicate deuten. Diesen Feststellungen Rieckes und denen von Boudouard hat dann Matthesius<sup>48)</sup> eine äußerst übersichtliche und anschauliche Form gegeben, indem er die Zusammensetzungen der Schlackengemische in ein dreiaxiges Koordinatensystem eintrug und die dazu gehörigen Schmelzpunkte als Höhen auftrug. Auf diese Weise entsteht ein körperliches Gebilde, welches allerlei bisher unbekannt gebliebene Erscheinungen erkennen läßt. Matthesius hat dann weiter eine große Anzahl Hochofenschlackenanalysen durchgesehen und diese unter Einsetzung der Basen als Kalk in das Dreiecksdiagramm eingetragen. Diese Darstellungsweise zeigt zunächst, daß sich die verschiedenen Schlacken von grauem und weißem Roheisen schon unterscheiden, unter diesen aber wieder sehr scharf die Koksofen- und Holzkohlenofenschlacken (ebenso Ferromangan- und Spiegeleisenschlacken). Außerdem werden dadurch mancherlei Erfahrungen der Praxis erklärt. Diese Darstellungsweise benutzt Matthesius dann weiter noch, um eine neue Methode der Möllerberechnung aufzustellen, die vor der jetzt üblichen den Vorzug größerer Übersichtlichkeit und Sicherheit hat. Theussner<sup>49)</sup> hat versucht, durch Angriff verschiedener Lösungsmittel auf Schlacken einen Einblick in die Konstitution der Schlacken zu gewinnen. Die Verwendung der Hochofenschlacken findet in verschiedener Weise statt, einmal in der Form von Schlackensteinen, hauptsächlich aber in

der Form von Schlackenzement. Zunächst goß man die Schlacke, ev. mit Sand vermengt, in einem Sandbett in Eisenformen und ließ langsam erkalten (Payne schon 1728). Diese Methode war aber nur für kieselsäurereiche und kalkarme Schlacken passend. Ein Fortschritt trat erst ein, als Lürmann die hydraulischen Eigenschaften granulierter basischer Schlacke erkannt hatte. Die Methode der Schlackensteinherstellung nach Lürmann, und einige andere Methoden, die sich daran anschließen, hat v. Schwarz<sup>50)</sup> beschrieben.

#### Gießerei.

Während die Metallgießerei schon mit großer Fertigkeit seit Jahrtausenden geübt wird, hat sich die Eisengießerei erst sehr spät und nur langsam entwickelt. Die ersten Andeutungen einer Roheisenerzeugung reichen nicht weiter wie bis zu Anfang des 13. Jahrhunderts zurück, von da hat es noch fast zwei Jahrhunderte gedauert, bis man den Guß von Eisen zu Gebrauchsgegenständen zu meistern lernte. Der Grund hierfür ist offenbar in der Untauglichkeit des zuerst erblasenen weißen Roheisens zu suchen. Die ersten Gußstücke waren jedenfalls gußeiserne Kanonen und Geschosse, die anfangs des 15. Jahrhunderts mit Bestimmtheit genannt sind; Mitte desselben Jahrhunderts treten hierzu als die ersten künstlerischen Erzeugnisse die bekannten, noch vielfach erhaltenen Ofenplatten. Lasius<sup>51)</sup> hat in einem Vortrag die weitere Entwicklung des Eisenkustgusses mit seinen Erfolgen und Verirrungen geschildert, von der alten Ofenplatte bis zum modernen Kunstgegenstand der Isenburger Hütte. Es kann hierauf nur verwiesen werden. Vogel<sup>52)</sup> teilt einige Angaben über die Verwendung des Gußeisens zu Glockenguß mit, wovon die eine bis 1610 zurückgeht. Später versuchte man, zinnhaltiges Eisen zu diesem Zwecke zu verwenden, während das Geburtsjahr der Bochumer Gußstahlglocken erst das Jahr 1851 ist.

Der bis vor einiger Zeit ganz empirisch betriebenen Gießerei wird seit einigen Jahren ein erhöhtes wissenschaftliches Interesse entgegengebracht. Zunächst hat man sich sozusagen mit der Chemie des Gußeisens etwas näher befaßt und den Einfluß der verschiedenen Bestandteile des Gießereisens auf die Festigkeitseigenschaften und das sonstige physikalische Verhalten untersucht. Die Arbeiten des verflossenen Jahres betreffen in der Hauptsache einerseits die Chemie und die Betriebsverhältnisse des Kupolofens, andererseits die Wirkung von Desoxydationsmitteln und Zusätze anderer Metalle.

Von den zur erstgenannten Gruppe gehörigen Veröffentlichungen seien hier erwähnt ein Vortrag von Schiel<sup>53)</sup> über die Vorgänge der Verbrennung, die Anwärmung und Pressung der Verbrennungsluft, Anordnung der Düsen, Bedeutung des Vorherdes bei modernen Kupolöfen, Angaben von Buzek<sup>54)</sup> und Lürmann<sup>55)</sup> über den

<sup>45)</sup> Eng. Min. Journ. 86, 811 (1908).

<sup>46)</sup> Stahl u. Eisen 1909, 283.

<sup>47)</sup> Sprechsaal 1907, Nr. 44—46; Stahl u. Eisen 1908, 16.

<sup>48)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1121.

<sup>49)</sup> Metallurgie 1908, 657.

<sup>50)</sup> Metallurgie 1908, 310.

<sup>51)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 385.

<sup>52)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 780.

<sup>53)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 624.

<sup>54)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 145, 229.

<sup>55)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 302.

Koksaufwand, O s a n n <sup>56)</sup> über die Abmessungen, K e e p <sup>57)</sup> über den Betrieb, Eisengattierung usw., L e y d e <sup>58)</sup> über amerikanische Betriebspraxis; O s a n n und J o h a n n s e n <sup>59)</sup> über den Verbleib des eingebrachten Schwefels. Eine theoretische Berechnung der Vorgänge hat M e C o r m a c k <sup>60)</sup> durchgeführt. S c h i e l <sup>61)</sup> beschreibt Kupolöfen mit Ölföhrung.

Über die Anwendung von D e s o x y d a t i o n s m i t t e l n zur Erzeugung dichter Güsse bringt G e i l e n k i r c h e n <sup>62)</sup> einige Angaben. Die Desoxydationsmittel haben den Zweck, Eisenoxydul und gelöste Gase zu entfernen, um so das Gefüge dichter zu machen. Das Hauptdesoxydationsmittel ist Ferrosilicium, dessen Wirkung zuerst von M o l d e n k e richtig erkannt wurde. Von diesem Mittel sind größere Mengen erforderlich, weil, ebenso wie bei Ferromangan, neben der Oxydation ein Teil als Bestandteil im Eisen verbleibt. Über seine Anwendung machen auch W e s t h o f f <sup>63)</sup> und L a m b e r t o n <sup>64)</sup> Angaben. Im allgemeinen benutzt man Ferrosilicium in der Gießerei dazu, den Abstichen jeden gewünschten Grad von Weichheit zu geben, weil Silicium die Umwandlung des gebundenen Kohlenstoffs in Graphit befördert. Ferromangan wirkt in kleinen Mengen (0,1%) als vorzügliches Mittel, blasenfreie Güsse herzustellen. Ein anderes sehr wirksames Desoxydationsmittel ist Aluminium, namentlich für Gußstücke höherer Härte, welches in Mengen von 0,02—0,05% zur Anwendung gelangt. Auch Versuche mit Magnesium sind gemacht und haben bewiesen, daß schon 0,05% die Bruchfestigkeit wesentlich erhöhen. Calcium ist in Form von Calcium-Aluminiumbriketts versucht worden (0,06% Ca); dabei hat sich eine Verminderung des Kohlenstoffgehalts ergeben, auch soll gelöster Wasserstoff hierdurch entfernt werden. M o l d e n k e hat den Einfluß des Vanadiums untersucht kleine Mengen (0,05%) genügen, um verbranntem Eisen normale Beschaffenheit wiederzugeben, größere Zuschläge erzeugen große Festigkeit. F e i s e <sup>65)</sup> und M o l d e n k e <sup>66)</sup> haben weiter noch den Einfluß des Titans auf Gußeisen studiert. Schon 0,05% üben eine stark verbessernde Wirkung aus. Nach M o l d e n k e ist namentlich für Hartgußherstellung die Verwendung des Titans noch sehr aussichtsreich. Ferrochrom härtet. Ferrophosphorzusatz empfiehlt sich dort, wo es sich um ganz dünnwandige, ornamentierte Güsse handelt, da Phosphor den Schmelzpunkt herunderdrückt. — Auch Nickel- und Mangangußeisen hat man hergestellt.

Anhangsweise sei noch der T e m p e r g u ß (Glühfrischprozeß) erwähnt. Einige Mitteilungen hierüber bringen H a t f i e l d und G a l e <sup>67)</sup>. Die

Anschauungen über die Vorgänge beim Glühfrischen hat W ü s t <sup>68)</sup> einer Revision unterzogen. Er weist nach, daß die Annahme einer Wanderung des Kohlenstoffs von Molekül zu Molekül im Eisen nicht mehr aufrecht zu erhalten ist. Der Vorgang der Entkohlung geht erst dann vor sich, wenn sich die Temperkohle als elementarer Kohlenstoff ausgeschieden hat. W ü s t und seine Schüler konnten bestätigen, daß die Darstellung des schmiedbaren Eisens beim Tempern in zwei getrennten Stadien vor sich geht: Zuerst bildet sich aus dem Zementit (Carbid) Ferrit und Temperkohle, und dann erst kann die Temperkohle vergast werden, dann erst beginnt also der Glühfrischvorgang. Die Vergasung findet aber nach W ü s t nicht nur an der Berührungsstelle von Eisen und Eisenerz statt, sondern es wandert auch Oxydationsmittel in das Innere und vergast die Temperkohle dort.

#### Flußeisenerzeugung.

Die Flußeisenerzeugung der Welt belief sich 1907 auf 51 Millionen Tonnen, womit die bisherige Höchstleistung erreicht wurde. Für 1908 sind erst einige Zahlen bekannt, die aber zeigen, daß entsprechend dem Roheisenrückgange auch die erzeugte Stahlmenge stark heruntergegangen sein muß. Wir erhalten folgende Gegenüberstellung:

	1907 t	1908 t
Verein. Staaten . . . . .	23 733 391	14 119 989
Deutschland . . . . .	12 063 632	11 186 379
England . . . . .	6 627 112	5 380 373
Frankreich . . . . .	2 677 805	2 727 617
Rußland . . . . .	2 076 000	—
Österreich-Ungarn . . . .	1 195 500	—
Belgien . . . . .	1 183 500	—
Canada . . . . .	516 300	598 183
Schweden . . . . .	353 000	347 600
Spanien . . . . .	247 100	—
Italien . . . . .	115 000	—
Andere Länder . . . . .	405 000	—
	51 193 340	

Die ersten drei bedeutendsten Eisenländer weisen allein eine Mindererzeugung von 11,5 Mill. t auf, so daß der Gesamtrückgang der Weiterzeugung über 20% betragen wird. Die Weiterzeugung an Stahl dürfte also 1908 unter 40 Mill. t bleiben.

Nach Art der Herstellung gliedert sich die d e u t s c h e Flußeisenerzeugung 1908 wie folgt:

	Saures Verfahren t	Basisches Verfahren t	Summe t
Rohblöcke:			
im Konverter.	374 100	6 510 754	6 884 854
im Martinofen.	146 768	3 854 155	4 000 923
Stahlformguß . . . . .	77 443	115 440	192 883
Elektrostahl . . . . .	—	—	19 536
Tiegelstahl . . . . .	—	—	88 183
	598 311	10 480 349	11 186 379

Die deutsche Erzeugung 1908 war aber nicht nur geringer wie die von 1907, sondern sogar wie die von 1906 (11 307 807 t). Bemerkenswert ist, daß jetzt auch Elektrostahl schon in beträchtlicher Menge in der Statistik erscheint. Den letzteren er-

<sup>56)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1449, 1497.

<sup>57)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 90.

<sup>58)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 727, 771.

<sup>59)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1753.

<sup>60)</sup> Electr. & Met.-Ind. 1908, 21.

<sup>61)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1217.

<sup>62)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 592.

<sup>63)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1247.

<sup>64)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1509.

<sup>65)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 697.

<sup>66)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1287.

<sup>67)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 699.

<sup>68)</sup> Metallurgie 1908, 7.

zeugen 8 Werke. Mit sauren Konvertern arbeiten nur 4 Werke, mit basischen 23, mit sauren Martinöfen 14, mit basischen 62; sauren Stahlformguß stellen 37, basischen 36, Tiegelgußstahl 25 Werke her. —

Die Verein. Staaten erzeugten Rohblöcke und Stahlformguß:

	sauer t	basisch t	Summe t
im Konverter. .	6 214 623	—	6 214 623
im Martinofen .	707 444	7 197 922	7 905 366
	6 922 067	7 197 922	14 119 989

England:

im Konverter. .	920 970	581 226	1 502 196
im Martinofen .	2 620 102	1 258 075	3 878 177
	3 541 072	1 839 301	5 380 373

Frankreich:

im Konverter. .	77 581	1 632 296	1 709 877
im Martinofen .	—	1 002 789	1 002 789
	77 581	2 635 085	2 712 666

Außerdem wurden in Frankreich 12 662 t Tiegelguß und 2289 t Elektrostahl hergestellt.

Beachtung verdient die Erscheinung, daß im abgelaufenen Jahre in Amerika die Martinstahlerzeugung die Bessemerstahlerzeugung nicht nur eingeholt, sondern gleich um 27% überholt hat. Diese Tatsache bestätigt sehr deutlich die Ansicht, daß die Zukunft dem Martinofen gehört.

Von Amerika kommen auch einige Vorschläge zu Verbesserung des Martinbetriebes; Blair jr.<sup>69)</sup> hat zur Vermeidung von Stillständen wegen Reparaturen den Ofenkopf, der am meisten leidet, aus Magnesit hergestellt und gekühlt, außerdem hat er fahrbare Schlackenwagen eingebaut, wodurch eine Ansammlung der Schlacken umgangen werden soll. Ferner will er den vereinigten Bessemer-Martinprozeß leistungsfähiger gestalten durch örtliche Umgestaltung des Stahlwerks; dabei wird auch die Konstruktion des Ofens einer Veränderung unterzogen, indem derselbe einen geteilten Herd erhält.

Eine sehr eingehende Untersuchung des Martinofens nach der wärmetechnischen Seite hat F. Meyer<sup>70)</sup> angestellt. Ausgehend vom Generator werden die Wärmeverhältnisse in den Wärmespeichern einer Betrachtung unterzogen, die Gasverluste beim Umsteuern, die Anordnung der Brenner und die Eintrittsgeschwindigkeit von Gas und Luft studiert, woraus sich dann eine mehr wissenschaftliche Grundlage für den Bau und die Berechnung von Martinöfen ergibt. Die in den Essengasen bei 600° enthaltene Wärmemenge läßt sich für bessere Regeneration nicht mehr nutzbar machen. Wasserstoff beteiligt sich an der Verbrennung prozentual in gleichem Maße wie das Kohlenoxyd, trotzdem ist mit Rücksicht auf den Stahl und die Gewölbe auf möglichst geringen Wasserstoffgehalt im Generatorgas zu sehen. Die Gasverluste beim Umsteuern sind gering. Zur Erzielung richtiger Flammenführung sollen Gas- und Luftstrom parallel in langen Köpfen mit großer Geschwindigkeit dem Herdraume zugeleitet werden.

<sup>69)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 170 u. 277.

<sup>70)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 717, 756, 802.

Harrison und Wheeler<sup>71)</sup> beleuchtete die Wichtigkeit der chemischen Kontrolle beim Martinprozesse.

Der Verbindung von Bessemerkönverter und Martinofen, dem sogen. Duplexprozeß, hat Howe<sup>72)</sup> eine Studie gewidmet. Dieser Prozeß bietet die Möglichkeit, von einem Roheisen ziemlich beliebiger Zusammensetzung auszugehen, was man weder beim sauren, noch beim basischen Prozeß kann. Das saure Verfahren verlangt ein Roheisen mit wenig Schwefel und einem konstanten Siliciumgehalt; beim basischen Martinprozeß ist geringer Silicium- und Schwefelgehalt erforderlich. Arbeitet der Hochofenmann auf niedrigen Schwefelgehalt, dann vergrößert er den Siliciumgehalt. Der Duplexprozeß kann solches Eisen aber ganz gut verarbeiten, denn der saure Konverter beseitigt das Silicium und einen Teil des Kohlenstoffs, während der Martinofen nachher ein für ihn sehr brauchbares Material erhält, aus welchem nur noch der Phosphor zu entfernen ist, und welches noch auf die richtige Temperatur zu bringen ist. Für Eisensorten mit geringen Siliciumgehalten kann man allerdings die teilweise Entfernung des Siliciums auch im Mischer vornehmen, der außerdem noch einen Teil des Mangans und Schwefels entfernt. Eine solche weitgehendere Reinigung erzielt der Mischer nach Pratt<sup>73)</sup> leicht, wenn man für eine sauerstoffreiche basische Schlackendecke sorgt, und dieser immer wieder Kalk und Oxyd zuführt. Pratt will mit Hilfe des Mixers ein ganz neues Verfahren zur Erweiterung des Arbeitsgebietes des Herdofens durchführen. Beim gewöhnlichen Herdfrischprozesse unterscheidet Pratt drei Perioden. 1. Die Schmelzperiode, während der das Eisen geschmolzen wird, 2. die exothermische Reaktionsperiode oder die Periode der niedrigen Temperatur, während welcher die Fremdkörper außer Kohlenstoff verbrennen, und 3. die endothermische Reaktionsperiode oder die Zeit der hohen Temperatur, in der der Kohlenstoff und die übrigen Bestandteile oxydieren. Diese Perioden sind nun beim gewöhnlichen Martinverfahren nicht scharf voneinander getrennt. Pratt will sie aber trennen und in besonderen Öfen ausführen. Hierzu sind erforderlich: 1. ein gasgeheizter Mischer als „Reiniger“ (finer), in dem bei niedriger Temperatur Silicium, Mangan, Schwefel und Phosphor soviel wie möglich durch die oxydreiche basische Schlacke beseitigt werden sollen, ohne daß sich der Kohlenstoffgehalt erheblich dabei vermindert. 2. Ein Schrottschmelzofen (scraper), welcher, um den Schrott flüssig zu erhalten, auf sehr hohe Temperatur gebracht werden muß, und 3. eine Reihe Frischöfen (finishers), die mit geschmolzenem Schrott beschickt werden. Nach Zusatz von gewärmtem Kalk und Oxyden gießt man auf die Charge gereinigtes Roheisen. Der Kohlenstoff und die geringe Menge anderer Bestandteile verbrennen sehr rasch; das Verfahren verläuft sehr rasch, hat geringen Abbrand, zeigt ein erhöhtes Ausbringen, es kann minderwertiges Material verwendet werden. Dadurch daß die Temperaturen in allen Öfen konstant bleiben, spart man viel Zeit und Brennstoff.

<sup>71)</sup> Metallurgie 1908, 633.

<sup>72)</sup> Electrl. & Met.-Ind. 1908, 7.

<sup>73)</sup> Metallurgie 1908, 673.



Wüst und Laval<sup>74)</sup> haben es unternommen, den Thomasprozeß experimentell genau durchzuprüfen. Durch eine Reihe Diagramme werden die Veränderungen, welche die einzelnen Bestandteile beim Blasen erleiden, anschaulich gemacht, und die Veränderungen im Metall durch eine Anzahl metallographischer Aufnahmen erläutert. Zahlreiche Temperaturmessungen, Konvertergasanalysen usw. geben einen interessanten Einblick in das Verfahren. Die Verff. stellen auf Grund ihrer Untersuchungen eine Stoffbilanz des Prozesses auf und entwerfen einen Plan über den Wärmehaushalt des Thomasprozesses. Für ein Stahlgewicht von 9730 kg betrug die Wärmeeinnahme:

durch d. Roheisen mitgef. WE.	2 902 960	43%
durch Oxydation der Bestandteile gewonnene WE.	3 917 080	57%
	6 820 040	

Wärmeausgabe:

von den Gasen fortgef., Wasserszeretzung	1 641 007	24%
Erhitzung des Kalks, Wärme in der Schlacke	1 361 410	20%
Wärme in flüssigem Stahl	3 269 280	48%
Strahlungsverluste	548 343	8%
	6 820 040	

Das Roheisen wird durchschnittlich mit 1262° aufgegeben, die Schlackentemperatur liegt etwa 25° höher. Der vom Konverter kommende Stahl hat, nach Zusatz der Kohlungs- und Desoxydationsmittel, eine Temperatur von 1552°. Die Temperatur der Thomasflamme steigt von 1000° an in 15 Min. auf 1500° und sinkt nachher etwas. Die Verff. berechnen weiter noch, ob und welche Ersparnis man an Phosphor würde machen können, wenn man trocknen, sauerstoffreichen oder heißen Wind anwenden würde. Die Verwendung trocknen Windes würde keine großen Vorteile in wärmetechnischer Beziehung hervorrufen, nur würde die Beschaffenheit des Stahles dadurch, daß die Gelegenheit zur Aufnahme von Wasserstoff fehlt, eine dichtere, bessere werden. — Diese Annahme ist durch Versuche in Amerika bestätigt worden, wo man auf den Süd-Chicago-Werken eine für Hochöfen errichtete Windtrocknungsanlage versuchsweise auf Bessemerkonverter arbeiten ließ. — Die sauerstoffreichere Luft würde zum Schluß eine so hohe Temperatur des Bades verursachen, daß der Eisenabbrand außerordentlich groß werden würde. Vorwärmung des Gebläsewindes wirkt ähnlich. Die Verff. kommen weiter zu dem Schluß, daß das basische Birnenverfahren eine Einschränkung erfahren muß, sobald rationellere Herdfrischverfahren eingeführt sein werden.

In Düdelingen erreicht Flohr<sup>75)</sup> den erwünschten kälteren Verlauf der Entphosphorungsperiode beim Thomasbetrieb nicht durch Kühlung mit Kalk und Schrott, sondern er setzt gegen Ende der Entwicklungsperiode ein Gemisch von Hammer Schlag oder Walzensinter und Kalkhydrat in Form von Briketts der Charge zu, wodurch die Zeit zum Fertigmachen abgekürzt wird.

Als neues Desoxydationsmittel für Stahl wird jetzt Calciumsilicid angepriesen, es würde vor Aluminium den Vorzug haben, daß auch Spuren von Schwefel noch mit beseitigt würden. Über den Erfolg der angestellten Versuche ist nichts in die Öffentlichkeit gedrungen.

Ein kleines, wenig erforschtes Gebiet ist das der Herstellung von Stahlmagneten (Dauermagneten), die in der Hauptsache aus Wolframstahl bestehen. Hannack<sup>76)</sup> berichtet hierüber: Der Stahl muß vor allen Dingen sehr feinkörnig sein, was man durch Wolframzusatz erreicht; der Wolframgehalt ist aber einerseits an bestimmte Grenzwerte gebunden, und andererseits macht er nicht allein die Güte des Magneten aus, sondern ein bestimmtes Zusammenwirken verschiedener Legierungsbestandteile. Die Zusammensetzung eines vorzüglichen Magnetstahls ist folgende:

C	0,597%	S	0,038%
W	5,369%	Si	0,255%
Mn	0,176%	Cu	0,004%
P	0,018%	Cr	0,000%

Hannack konnte auch einen Magnetstahl ohne Wolfram aus einem Chrom-Vanadiumstahl herstellen, der aber nur wissenschaftliches Interesse hat. Neben einer richtigen chemischen Zusammensetzung spielt auch noch die Art des Härtens eine bedeutende Rolle für die Güte des Magnetstahls. Die Beziehungen zwischen chemischer Zusammensetzung und Leistungsfähigkeit des Magneten sind noch sehr wenig aufgeklärt.

Howe hat den Einfluß der Abkühlungsgeschwindigkeit und der Blockgröße auf die Seigerung in Stahlblöcken festzustellen versucht. Man sollte annehmen, daß langsame Abkühlung und große Blockabmessungen die Seigerung wesentlich begünstigen, das ist aber nicht der Fall. Die Ursache ist nach Howe<sup>77)</sup> im Zusatz von Aluminium zu suchen, welches den Auftrieb der fremden Bestandteile durch Gase verhindert und die Unterkühlung befördert.

#### Elektrische Eisen- und Stahlerzeugung.

Über die elektrische Roheisenerzeugung ist im abgelaufenen Jahre nicht viel Positives bekannt geworden. Der auf Grund der canadischen Versuche für die praktische Ausbeutung des Verfahrens nach Héroults Plänen in Chasta County, Kalifornien, von der Noble Co. errichtete 1500 KW -Drehstromofen ergab derartige Schwierigkeiten im Betriebe, daß er kalt gestellt wurde. Lyon hat dann dort mit einem andern kleinen Modell von 160 KW. mit Einphasenstrom operiert, nach dem ein größerer Ofen von 1500 KW. errichtet worden ist.

Viel lebhafter und erfolgreicher sind die Bemühungen auf dem Gebiete der Elektrostahlerzeugung gewesen. Es genügte nicht nur, Öfen zu erfinden, sondern es mußte auch ein den besonderen Verhältnissen angepaßtes Verfahren eingeführt werden, um die erstaunlichen Qualitätsresultate zu erzielen, die der elektrische Ofen heute leistet. Diese Ausbildung des Verfahrens hat namentlich in

<sup>74)</sup> Metallurgie 1908, 431, 471.

<sup>75)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 682.

<sup>76)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1237.

<sup>77)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1256.

Deutschland stattgefunden, welches mit der Menge des elektrisch erzeugten oder raffinierten Stahles alle anderen Länder übertrifft.

Die Anzahl der in Bau und Betrieb befindlichen Stahlöfen ist schon eine ziemlich beträchtliche. Für Ende 1908 gelten folgende Zahlen<sup>78)</sup>: 14 Kjellinöfen, 10 Röchling-Rodenhauseröfen, 1 Schneider- und 3 Fricköfen, also 28 Induktionsöfen gegen: 17 Héroultöfen, 2 du Giffre-, 10 Girod-, 11 Stassano- und 1 Kellerofen, zusammen 41 Kohlenelektrodenöfen.

Die Elektrostahlöfen gehen entweder von kaltem Schrott oder von flüssigem Martin- oder Thomasstahl aus; man erzeugt bei weniger weitgehender Raffination Stahlformguß, bei weitgehender Raffination mit oder ohne Zusatz anderer Metalle, Qualitätsstahl für Werkzeuge, Drehstahl, Automobilstahl, Schienenstahl usw. Jedenfalls hat die Elektrostahlfabrikation bereits einen sehr vollkommenen Stand erreicht, in bezug auf die Möglichkeit und Sicherheit einer vollständigen Raffination des eingesetzten Materials, wie es selbst der Tiegel nicht hervorbringen konnte<sup>79)</sup>. Die Öfen haben bereits Größen bis über 10 t erreicht.

Eine vergleichende Studie über mehrere Ofensysteme hat T r a s e n s t e r veröffentlicht<sup>80)</sup>; über einzelne Systeme sind aber auch ganz eingehende Angaben, über Bau, Betrieb, Leistung, Kosten usw. bekannt geworden. So behandelt O s a n n <sup>81)</sup> den „Stahlformguß aus dem elektrischen Ofen“, wobei er den Stassanoofen in Bonn genauer behandelt. Der Ofen faßt 1000 kg Einsatz und verbraucht 185 KW. Drei fast horizontal liegende Kohlenelektroden ragen gleichmäßig über den Kreis verteilt in das Ofeninnere, sie werden mit Drehstrom gespeist, der zwischen den drei Enden einen Lichtbogen bildet. Der Lichtbogen bleibt über dem Schmelzbade und erhitzt dieses nur durch strahlende Wärme. Der Ofen ist drehbar eingerichtet, und zwar ist die Achse geneigt, so daß bei der Rotation mechanisch eine Durchmischung des Ofeninhalts erreicht wird. Man gibt Schrott (Profileisenabschnitte, Stanzabfälle) kalt auf, setzt noch Drehspäne, Eingüsse, Trichter usw. zu, schmilzt ein ( $3\frac{1}{4}$  Std.) und raffiniert (Frischen, Entphosphorung, Entschwefelung) ca. 1 Stunde. Man arbeitet auf ein Flußeisen mit 0,08–0,18% C, 0,4% Mn, 0,08–0,10% Si und höchstens 0,06% P und 0,03% S. Man verwendet einen Strom von 1000–1100 Amp. und 105–110 Volt. Der Leistungsfaktor ist 0,9–0,95, der Stromverbrauch pro 1000 kg Stahl 900 KW.-Std.

Stassano <sup>82)</sup> hat o d a n n r. selbst auch noch Mitteilungen über seine Öfen in Turin gemacht. Es findet sich dort noch ein rotierender 1000 PS.-Ofen und ein feststehender 1000 PS.-Ofen, außer kleineren Öfen. Stassano teilt auch Analysen von erschmolzenen Chargen (Stahl aus Erz, Ferrolegierungen, weichem Stahl, Spezialstahl, Geschloßstahl) mit.

Ein anderer Lichtbogenofen, der eben in der Stahlindustrie Eingang findet, ist der Girod-

o f e n <sup>83)</sup>. Ein solcher Ofen ist bei Oehler & Co. in Aarau dauernd in Betrieb, um Formguß herzustellen. Ein 2 t-Ofen nimmt 300 KW. auf. Der Ofenkörper ist eine Art kippbare Wanne mit Decke; durch letztere geht die eine Kohlenelektrode, der Strom springt als Bogen zum Schmelzbade über und verläßt das Bad durch 6 in den Boden der Wanne eingelassene gekühlte Stahlpole. Größere Öfen erhalten 4 Kohlenelektroden und 16 Stahlpole. Der Stromverbrauch bei Einsatz kalten Schrotts wird zu 800–900 KW.-Std. angegeben. Es sind noch einige Angaben über Schmelzkosten mitgeteilt. Typischer Elektrostahlguß aus diesem Ofen hat: 0,53% C, 0,474% Si, 0,275% Mn, 0,017% S, Spur P. Der elektrische Wirkungsgrad des Ofens ist 0,75 bis 0,80.

Auch über Induktionsöfen liegen verschiedene Mitteilungen vor, so über den großen 750 KW.-Kjellinofen in Völklingen<sup>84)</sup>, den Ofen von Schneider & Co. in Creuzot<sup>85)</sup>.

Ein kombiniertes System, Induktions- und Widerstandserhitzung, ist das Ofensystem Röchling-Rodenhauser, welches den anderen Induktionsofensystemen gegenüber große Vorteile bietet und in mehreren Anlagen bereits seit einiger Zeit arbeitet. Die ersten Öfen waren für einphasigen Wechselstrom konstruiert. Hier wurden durch doppelte Bewicklung des Joches zwei Rinnen durch Induktion beheizt, die beim Zusammenfluß eine breite Arbeitsfläche bilden. Die direkte Widerstandserhitzung vermittelten eiserne Polscheiben, die in der Herdmasse eingelagert waren. Das Stahlbad kommt also mit keinen Kohlen- oder sonstigen Elektroden in Berührung. Dieser Ofen ist jetzt auch für Drehstrom konstruiert, wodurch allerlei Vorteile erreicht sind. Man kann bis zu sehr erheblichen Einsatzgewichten noch mit üblichen Polwechselzahlen auskommen und kann deshalb den Ofen an jedes Werks-Drehstromnetz anschließen. B. Neumann <sup>86)</sup> erläutert die Konstruktion des Ofens, Arbeitsweise, die Betriebsergebnisse bei Herstellung von legierten Stählen, Stahlformguß und Schienenstahl, die elektrischen Verhältnisse, Kosten und die chemische Seite der Raffination. Der erste kleine Drehstromofen von 1,5 t Inhalt nahm 400–420 Volt verketteter Spannung und 380–400 Amp. pro Phase, also rund 200–230 KW. auf, der  $\cos \varphi$  war 0,75–0,8. Beim Einschmelzen von Schrott werden ca. 900 KW.-Std. pro Tonne Stahl gebraucht, bei der Raffination flüssigen Einsatzes aus der Thomasbirne zu Tiegelstahlqualität rund 200–300 KW.-Std. Analysen von Stahlsorten aller Festigkeitsgrade sind mitgeteilt.

Einen kleinen elektrischen Ofen im Laboratoriumsmaßstabe hat Ischewski konstruiert und betrieben, dessen Prinzip von den bisher angewandten etwas abweicht. Der Ofen besteht, wie Neumann erläutert<sup>87)</sup>, aus Leitern zweiter Klasse (Magnesiasteine, Schamottsteine), die in der

<sup>83)</sup> Electr. & Met.-Ind. 1908, 428, 452, 517; Stahl u. Eisen. 1908, 1823.

<sup>84)</sup> Elektrochem. Zeitschr. 15, 15 (1908).

<sup>85)</sup> Engineering 1908, 776; Stahl u. Eisen 1908, 1479.

<sup>86)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1161 u. 1202.

<sup>87)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 726.

<sup>78)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1469.

<sup>79)</sup> Electr. & Met.-Ind. 1908, 225.

<sup>80)</sup> Rev. univ. d. Mines 21, 252 (1908).

<sup>81)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 654.

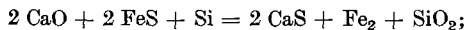
<sup>82)</sup> Electr. & Met.-Ind. 1908, 315.

Hitze durch eingeschobene Eisenplatten leitend werden und ihrerseits die Wärme an das Stahlbad übertragen.

Das Raffinationsverfahren wird bei den einzelnen Verfahren etwas verschieden ausgeführt. Alle Verfahren entfernen durch eine oder mehrere Kalkschlacken den Phosphor, dann folgt die sehr wichtige Desoxydation. Beim Héroult'schen Verfahren bringt man zu diesem Zwecke nach dem Abziehen der Phosphorschlacke eine gewisse Menge Kohle auf das nackte Bad, als Desoxydationsmittel wirkt hier der Kohlenstoff. Beim Röchling-Rodenhauser'schen Verfahren bringt man nach dem Abziehen der eisenhaltigen Schlacke frischen Kalk auf und desoxydiert mit Ferrosilicium. Die Entschwefelung geschieht überall durch eine weiße, eisenfreie Kalkschlacke. Die Kohlhung nimmt Röchling-Rodenhauser unmittelbar nach der Entphosphorung vor der Entschwefelung vor, Héroult kohlt erst das fertige Stahlbad zurück. In beiden Fällen sind ausgezeichnete Resultate erzielt worden, die in bezug auf Desoxydation und Entschwefelung früher unmöglich waren. Über den Mechanismus der Entschwefelung haben einige Autoren ihre Ansicht geäußert. Geilenkirchen<sup>88)</sup> nimmt auch für den Héroult'schen die Formel an:



Neumann<sup>89)</sup> für den Röchling-Rodenhauserofen



im letzteren Falle tritt aber häufig noch ein Geruch nach schwefliger Säure auf, es bildet sich also nebenher auch noch eine Silicium-Schwefelverbindung, oder die Kieselsäure wirkt weiter wie beim Huntington-Heberleinschen Verfahren auf das Calciumsulfid oder -sulfat ein.

Um die Entschwefelung möglich zu machen, muß die Schlacke frei von Metalloxyden sein, der Schwefel muß an Calcium, und nicht wie bei anderen Hüttenprozessen an Mangan gebunden werden, die Überführung des Mangan- oder Eisensulfids in Calciumsulfid erfolgt nur unter Mitwirkung eines kräftigen Reduktionsmittels. Geilenkirchen und Osann<sup>90)</sup> setzen sich noch auseinander über die Entschwefelung durch entstehendes Calciumcarbid.

Eine wichtige Industrie ist bereits die Herstellung von Ferrolegierungen im elektrischen Ofen geworden. Frankreich stellte 1908 18 000 t davon her. Der Menge nach ist Ferrosilicium das Hauptprodukt, dessen Erzeugung 1908 auf etwa 15 000 t heruntergegangen sein dürfte, und dessen Preise nur noch geringen Verdienst übrig lassen. Einige Angaben über die Konstruktion moderner großer Ferrosiliciumöfen hat Conrad<sup>91)</sup> gegeben. Sein Hinweis, Ferrosilicium auf Hüttenwerken mit Hochofengasen herzustellen, dürfte wirtschaftlich verfehlt sein. Wer sich sonst über die in der Stahlindustrie verwendeten Ferrolegierungen orientieren will, der sei auf einen Ar-

tikel von Venator<sup>92)</sup> verwiesen, in welchem sich mannigfaltige Angaben (Zusammensetzung, Kosten, Herstellung usw.) von Ferromangan, Ferrosilicium, Ferroaluminium, Ferrochrom, Ferronickel, Ferrowolfram, Ferromolybdän, Ferrovanadium, Ferrotitan, Ferrophosphor usw. finden.

Anhangsweise soll noch bemerkt werden, daß man auch versucht, Eisen durch wässrige Elektrolyse in handelsfähige Produkte zu verwandeln, obwohl das bisher für wirtschaftlich aussichtslos galt. Cowper-Coles<sup>93)</sup> will nämlich, ähnlich wie Elmore Kupferrohre, durch Elektrolyse nahtlose Eisenrohre gewinnen.

#### Wissenschaftliches.

Jedes Jahr mehrten sich jetzt die Veröffentlichungen, welche nicht unter die vorher behandelten Kapitel gruppiert werden können, die aber doch für unsere Erkenntnisse, z. B. für richtige Materialbehandlung usw. sehr wichtig sind. Sehen wir von den Auseinandersetzungen über die Theorie des Rostens ab, und lassen wir auch Veröffentlichungen außer Betracht, welche mehr in das Materialprüfungsgebiet fallen, so bleibt immer noch eine große Gruppe von Arbeiten übrig, welche einerseits physikalische und chemische Eigenschaften des Eisens behandeln und ihre gegenseitige Abhängigkeit festzustellen versuchen, andererseits auf metallographischem Wege uns einen Einblick in die Konstitution verschiedener Eisenhüttenprodukte zu verschaffen streben. Die meisten derartigen Arbeiten eignen sich nun sehr wenig für die kurzen Auszüge einer Jahresübersicht, es soll daher auch nur zum Schluß ein gedrängter Überblick über die Arbeiten gegeben werden.

Carpenter<sup>94)</sup> hat den Schmelzpunkt des Eisens (Erstarrungspunkt) kontrolliert und gibt als gut stimmendes Mittel der Bestimmung verschiedener Autoren 1505° an; dieser Punkt ist ziemlich unabhängig von der umgebenden Atmosphäre.

Die latente Schmelzwärme des Eisens berechnete Brisker<sup>95)</sup> neu und fand sie zu 31,6462 g-Cal.

Die spezifische Wärme von Eisen-Kohlenstofflegierungen untersuchten Oberhoffer und Meuthen<sup>96)</sup>. Sie beträgt für reines Eisen 0,1432, für Eisencarbid 0,1581. Geringe Mengen Kohlenstoff beeinflussen die spez. Wärme des Eisens nur wenig, durch größere Mengen Kohlenstoff steigt sie für je 0,5% um 0,0011.

Über Gaseinschlüsse berichten folgende Autoren: Tschischewski<sup>97)</sup> hat in einer großen Anzahl von Eisenprodukten den Stickstoffgehalt ermittelt. Im Roheisen fanden sich Gehalte von 0,001—0,003% Lancashireisen, 0,01%, Stahlsorten 0,003—0,015%. Ein stickstoffbindendes Mittel ist Titan. Boudouard<sup>98)</sup> ermittelte in Drehspänen ein Gasgemisch von 34,2%

<sup>88)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 873.

<sup>89)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1206.

<sup>90)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 1507.

<sup>91)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 793, 836.

<sup>92)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 41, 82, 149, 255.

<sup>93)</sup> Electr. & Met.-Ind. 1908, 437, 441.

<sup>94)</sup> Iron & Steel Inst. Metall. 1908, 679; Stahl u. Eisen 1908, 1478.

<sup>95)</sup> Metallurgie 1908, 183.

<sup>96)</sup> Metallurgie 1908, 177.

<sup>97)</sup> Stahl u. Eisen 1908, 397.

<sup>98)</sup> Rev. de Métall. 1908, 69.

CO<sub>2</sub>, 50,4% H, 9,9% CO, 4,5% N. Belloc<sup>99</sup>) hat die Reihenfolge der Gasabgabe bei verschiedenen Temperaturen beobachtet; erst tritt CO<sub>2</sub> auf, sie verschwindet bei 550°, von da ab tritt Stickstoff auf, dessen Abgabe bei allen höheren Temperaturen ziemlich konstant bleibt. Von 400° ab sind Wasserstoff und Kohlenoxyd die einzigen Gase. Auch im Nickelstahl treten dieselben Gase auf (Belloc<sup>100</sup>), nur weniger wie im gewöhnlichen Stahl.

Eine interessante Untersuchung über den Einfluß des Kohlenstoffs in verschiedenen Formen auf die physikalischen Eigenschaften des Gußeisens hat Howe<sup>101</sup>) veröffentlicht. Den Erstarrungs- und Schmelzvorgang beim Roheisen haben Goerens und Gutowsky<sup>102</sup>) studiert, wobei besonders die Graphitbildung genauer ins Auge gefaßt werden konnte. Der Löslichkeit des Graphits im Eisen hat auch Benedicks<sup>103</sup>) eine Studie gewidmet. Einen weiteren Beitrag zur Kenntnis der Graphitausscheidung in Eisenkohlenstoffschmelzen hohen Kohlenstoffgehalts lieferte Gahl<sup>104</sup>).

Den Erstarrungsvorgang bei phosphorhaltigem Roheisen hat Gutowsky<sup>105</sup>) untersucht; den Einfluß des Phosphors auf das System Eisen-Kohlenstoff Wüst<sup>106</sup>); weitere Untersuchungen über das ternäre System Eisen-Phosphor-Kohlenstoff lieferten Goerens und Döbelstein<sup>107</sup>), Gercke<sup>108</sup>) schließt eine thermische und metallographische Untersuchung des Systems Eisen-Phosphor an, dasselbe System behandelt Saklatwalla<sup>109</sup>).

Jouve<sup>110</sup>) beschäftigt sich mit einer Untersuchung über den Einfluß des Siliciums auf Eisen, Moldenke<sup>111</sup>) untersucht den Einfluß des Vanadiums auf Gußeisen.

Einen verdienstvollen Versuch hat Le Chatelier<sup>112</sup>) gemacht, die verschiedenen Gefügebestandteile der Eisenkohlenstofflegierungen exakt zu definieren. Da das augenblicklich aber noch nicht recht möglich ist, so sichtet der Verf. die Tatsachen so weit, daß man erkennen kann, was sicher, und was noch unentschieden ist.

Städeler<sup>113</sup>) untersucht das Verhalten von Mangan und dessen Legierungen zu Kohlenstoff.

Andere Untersuchungen behandeln Fragen, die den Stahl betreffen. Baikow<sup>114</sup>) bespricht die Krystallisation und Struktur des Stahls,

Campbell<sup>115</sup>) die Konstitution von Kohlenstoffstählen, Kurbatow<sup>116</sup>) die Struktur des gehärteten Stahls. Die Änderung der magnetischen Eigenschaften hat Bryston<sup>117</sup>) untersucht. Maurer<sup>118</sup>) veröffentlichte eine Untersuchung über Härten und Anlassen von Eisen und Stahl.

Slocun<sup>119</sup>) berichtet über die Wirkungen des Titans in Stahl und Eisen, ebenso Venator<sup>120</sup>) und Clamage<sup>121</sup>) über die Wirkung des Vanadiums.

## Über gebromte Indigotine.

Von A. BINZ und TH. MARX.

Zwanzigste<sup>1</sup>) Mitteilung über Indigofärberei; aus dem Chemischen Institut der Handelshochschule Berlin.

(Eingeg. 17./7. 1907.)

Die Indigoanalyse in dem bisherigen Sinne verliert in dem Maße an Bedeutung, wie der unreine Pflanzenindigo durch das reine künstliche Produkt ersetzt wird. Dagegen scheint die Analyse von halogenisierten Indigotinen ein Bedürfnis zu werden, weil diese Farbstoffe mehr verwendet werden als früher<sup>2</sup>), und in Mischungen auf den Markt kommen,

<sup>115</sup>) Metallurgie 1908, 628; Stahl u. Eisen 1908, 1592.

<sup>116</sup>) Metallurgie 1908, 721.

<sup>117</sup>) Electr. & Met.-Ind. 1908, 273.

<sup>118</sup>) Rev. de Métall. 1908, 711.

<sup>119</sup>) Metallurgie 1908, 101.

<sup>120</sup>) Stahl u. Eisen 1908, 1859.

<sup>121</sup>) Metallurgie 1908, 102.

<sup>1</sup>) Die letzte Mitteilung von Binz und Marx s. diese Z. **21**, 529. Aus zufälligen äußeren Gründen wurden 11 Arbeiten nicht in dieser Serie von Publikationen aufgeführt, sondern mit einer Ausnahme in anderen Zeitschriften veröffentlicht. Da sie aber, wie sich im Verlauf dieser vieljährigen Untersuchung herausgestellt hat, alle eng zum Thema der Indigofärberei gehören, so sollen sie hier nachträglich als „9.—19. Mitteilung“ angegliedert werden. Es sind die folgenden Veröffentlichungen: Binz, Zur elektrolitischen Indigoküpe (Z. f. Elektrochem. **5**, 5 [1898]). — Binz, Über Küpenbildung durch galvanisch abgeschiedenes Zink (Z. f. Elektrochem. **5**, 103 [1898]). — Binz und Rung, Über die Bestimmung des Indigotins auf der Faser (diese Z. **11**, 904 [1898]). — Binz und Rung, Vergleichende Versuche über die Reduzierarbeit des Indigo rein der Badischen Anilin- und Soda-Fabrik und der Höchster Farbwerke in der Zinkstaubküpe (Färber-Ztg. [Lehne] **11**, Heft 22 u. 23 [1900]). — Binz u. Rung, Zur Verküpfung des künstlichen Indigos (Färber-Ztg. [Lehne] **12**, Heft 6 [1901]). — Binz, Reduktion des Indigos in einem wasserfreien Medium (J. prakt. Chem. **63**, 497 [1901]). — Binz u. Kufferath, Die Salze des Indigos (Liebigs Ann. **325**, 196 [1902]). — Binz u. Kufferath, Über eine verbesserte Methode zur Analyse des Indigos mit Hydrosulfit (Färber-Ztg. [Lehne] 1903, Heft 13). — Binz u. Walter, Addition von Alkali an Indigocarmin („Die chemische Industrie“ **26**, 248 [1903]). — Binz u. Walter, Zur Kenntnis der Zink-Kalkküpe (Zeitschr. f. Farben- u. Textilchemie 1903, Heft 22). — Wendelstadt u. Binz, Zur Kenntnis der Gärungsküpe (Berl. Berichte **39**, 1627 [1906]).

<sup>2</sup>) Vgl. A. Binz, diese Z. **17**, 497 (1904).

<sup>99</sup>) Stahl u. Eisen 1908, 1116.

<sup>100</sup>) Stahl u. Eisen 1908, 1795.

<sup>101</sup>) Eng. & Min. Journ. **86**, 943 (1908).

<sup>102</sup>) Metallurgie 1908, 137.

<sup>103</sup>) Metallurgie 1908, 41.

<sup>104</sup>) Stahl u. Eisen 1908, 225.

<sup>105</sup>) Metallurgie 1908, 463.

<sup>106</sup>) Metallurgie 1908, 73.

<sup>107</sup>) Metallurgie 1908, 561.

<sup>108</sup>) Metallurgie 1908, 604.

<sup>109</sup>) Metallurgie 1908, 331.

<sup>110</sup>) Metallurgie 1908, 625; Stahl u. Eisen 1908, 1478.

<sup>111</sup>) Foundry **32**, 17 (1908); Metallurgie 1908, 572.

<sup>112</sup>) Rev. de Métall. 1908, 167; Stahl u. Eisen 1908, 1113.

<sup>113</sup>) Metallurgie 1908, 260.

<sup>114</sup>) Stahl u. Eisen 1908, 860.