

Zeitschrift für angewandte Chemie

und

Zentralblatt für technische Chemie.

XXIII. Jahrgang.

Heft 37.

16. September 1910.

Technische Fortschritte im Eisenhüttenwesen 1909.

Von Prof. Dr. BERNHARD NEUMANN, Darmstadt.

(Eingeg. 15./7. 1910.)

Nach der längeren Dauer der geschäftlichen Depression auf dem Weltmarkte hätte man erwarten können, daß mit Beginn des Jahres 1909 auch eine erhebliche Besserung einsetzen würde. Diese Hoffnung hat sich jedoch als trügerisch erwiesen. Bei uns in Deutschland begann erst mit dem zweiten Halbjahr die Wendung zum Besseren, indem der Absatz nach dem Auslande sich zu beleben anfing. Die lange ersehnte Aufwärtsbewegung setzte erst im September ein, hat aber erfreulicherweise bis zum Jahresende weitere Fortschritte gemacht. In Amerika besserten sich die Verhältnisse auf dem Eisenmarkte schon im Mai, und im dritten Vierteljahr regte der lebhafte Bedarf zu ganz außergewöhnlichen Hochofenleistungen an. Die Folge dieser vermehrten Nachfrage war natürlich auch eine Besserung der Preise, die in Amerika schon vom Juni ab bemerkbar war, bei uns aber erst in den letzten Monaten in die Erscheinung trat. Während nun bei uns die Einwirkung der verbesserten Wirtschaftslage auf die monatlichen Hochofenleistungen nur eine unbedeutende war, und nur im Dezember eine die bisherigen Zahlen übersteigende Leistung erzielt wurde, sind in den Vereinigten Staaten in jedem der letzten 4 Monate Roheisemengen erblasen worden, die die Höchstleistungen des Rekordjahres 1907 überstiegen. Infolge dieser Anstrengungen gegen Schluß des Jahres ist es möglich geworden, die Weltroheisenerzeugung im abgelaufenen Jahre nicht nur stark über diejenige des Jahres 1908 ($48\frac{1}{4}$ Mill. Tonnen) hinauszubringen, sondern sogar die Rekordleistung des Jahres 1907 (mit $60\frac{3}{4}$ Mill. Tonnen) wahrscheinlich wieder zu erreichen. Die bis jetzt weniger bekannten Erzeugungsmengen der Haupteisenländer an Roheisen seien nachstehend den vorjährigen gegenübergestellt:

	1908 t	1909 t
Verein. Staaten	16 190 994	26 208 199
Deutschland	11 813 511	12 917 653
Großbritannien	9 438 477	9 818 916
Frankreich	3 391 150	3 544 638
Belgien	1 206 440	1 632 350

Deutschland hat demnach gegen das Vorjahr 1 Mill. Tonnen, Amerika fast 10 Mill. Tonnen mehr erblasen; vergleicht man aber die Zahlen von 1909 mit denen von 1907¹⁾, so sind die Jahresleistungen der meisten Länder in beiden Jahren fast gleich.

Von der deutschen Roheisenerzeugung entfiel auf die einzelnen Bezirke:

¹⁾ Diese Z. 22, 1747 (1909).

Rheinland-Westfalen	5 547 448
Sieg, Lahn, Hessen-Nassau	623 128
Schlesien	850 711
Mittel- und Ostdeutschland	689 690
Bayern, Württemberg, Thüringen	210 504
Saar	1 132 344
Lothringen, Luxemburg	3 863 828
	<hr/>
	12 917 653

Davon waren 19,29% Gießereiroheisen, 3,19% Bessemerroheisen, 63,96% Thomasroheisen, 8,51% Spiegel- und Stahleisen, 5,05% Puddelroheisen.

Die Einfuhr an Roheisen, Eisenmaterialien nach Deutschland betrug 1909 nur 45 039 t, die Ausfuhr 5 990 016 t; unter Berücksichtigung der eigenen Erzeugung berechnet sich hieraus ein Verbrauch von 7 426 731 t, das sind 116,25 kg pro Kopf, während die Erzeugung 202,2 kg pro Kopf beträgt. Deutschland verbraucht also nur rund 40% seiner eigenen Erzeugung an Eisen; hieraus ergibt sich ohne weiteres die Wichtigkeit von Handelsbeziehungen, die uns den Export dieses Überschusses erleichtern. Vor dem Jahre 1870 überstieg bei uns noch der Verbrauch die Erzeugung, die Verhältnisse haben sich also vollständig umgekehrt. Bemerkenswert ist auch die fortschreitende Verwendung von Stahl und Flußeisen statt anderer Eisensorten. 1875 wurden bei uns nur 10% des gesamten Eisenmaterials in raffinierte Produkte umgewandelt, 1906/07 bereits mehr als 90%.

Wer sich noch weiter für die wirtschaftliche Entwicklung der deutschen Eisenindustrie in den letzten Jahren interessiert, der sei auf die beiden Festreden von M a t h e s i u s²⁾ und von W ü s t³⁾ hingewiesen, ferner auf die Mitteilungen über den Außenhandel der deutschen Eisenindustrie⁴⁾ und die Tafeln über Handelspreise für Kohle und Eisen⁵⁾.

Eisenerze.

Die Welterzeugung an Eisenerzen im Rekordjahr 1907 betrug rund $133\frac{1}{4}$ Mill. Tonnen, wovon die Haupteisenländer 129 Mill. Tonnen, unter diesen wieder die Verein. Staaten, Deutschland, England, Spanien und Frankreich 85% dieser Menge förderten.

Die deutsche Förderung an Eisenerzen betrug 1908: 24 833 356 t, 1909: 25 505 409 t, dazu kommt im abgelaufenen Jahre eine Einfuhr von 8 366 599 t, und eine Ausfuhr von 2 820 000 t. Der Verbrauch berechnet sich demnach zu 31 047 001 t. Die Einfuhr stammt in der Hauptsache aus Schweden (ca. 3 Mill. t), Spanien ($2\frac{1}{2}$ Mill. t) und Frankreich ($1\frac{1}{2}$ Mill. t).

²⁾ Stahl u. Eisen 1910, 225.

³⁾ Metallurgie 1910, 265.

⁴⁾ Stahl u. Eisen 1910, 274.

⁵⁾ Stahl u. Eisen 1910, 276.

Hierbei sei auf eine Dissertation von S p a l - t o w s k i über die Versorgung der deutschen Hochofenindustrie mit Eisenerz hingewiesen.

Der Eisenerzverbrauch in den Verein. Staaten belief sich 1909 auf $54\frac{1}{4}$ Mill. Tonnen, die eigene Erzeugung auf 53 Mill. Tonnen, wozu das gewaltige und einzig dastehende Eisenerzgebiet um den Oberen See allein $42\frac{1}{2}$ Mill. Tonnen beisteuerte. Die Eisenerzreserven dieses Gebietes betragen nach Birkinbines Schätzung⁶⁾ noch 1600 Mill. Tonnen.

Da große Mengen Eisenerze von Natur aus in pulveriger Form vorkommen, ferner alle durch magnetische Scheidung aufbereiteten Eisenerze ebenfalls in feinkörniger Form als Konzentrate erhalten werden, der Hochofen andererseits nicht mehr wie einen gewissen Prozentsatz dieses Materials verarbeiten kann, so ist die Frage der Brikettierung derartiger Materialien technisch eine sehr wichtige. In derselben Lage wie Feinerze befinden sich auch Kiesabbrände und Flugstaub. Es ist nun für diesen Zweck eine bedeutende Anzahl Verfahren erfunden, die mit den verschiedensten Bindemitteln oder auch ohne solche arbeiten. Eine übersichtliche Klassifizierung der bekannten Brikettierverfahren, mit Angabe der Herstellungsart usw. hat W e i b - k o p f⁷⁾ vorgenommen. Genauere Berichte über die Ausführung einzelner Verff. liegen auch diesmal vor. G o e b e l⁸⁾ beschreibt das Verf. der Brikettiergesellschaft Altenwald, welche das Erz mit Kalk und Portlandzement mischt und unter Druck und Wasserbefeuchtung brikettiert; die Kosten betragen 2,50—3 M, ein Verhüttungsversuch auf der Bremerhütte verlief sehr zufriedenstellend. — Eine sehr große Verbreitung namentlich in den nordischen Eisenerzgegenden hat das G r ö n d a l s c h e Sinterverfahren erlangt⁹⁾. Man brennt in 55 m langen Kanalöfen mit Hochofen- oder Generatorgas; die Kosten betragen etwa 3,20 M. J o h a n n s o n beschreibt die Anlagen in Sandviken und Strassa. Bei der Verhüttung im Hochofen geht mit steigendem Brikettsatz der Kohlenverbrauch herunter, und die Ofenleistung steigt, die Briketts sind aber teurer als Stüberz.

Wie im vorjährigen Berichte bereits angegeben, stellt man aus der Abfallaube der Sulfitecellulosefabriken „Zellpech“ her, welches ebenfalls zu Brikettierzwecken Verwendung findet. K u m p f - m i l l e r¹⁰⁾ berührt in seiner Dissertation über die Sulfitezstoffablaugen auch die Herstellungsweise dieses Zellpechs. E r i c k s o n¹¹⁾ will mit Torf den Erzschliff zu Briketts formen und diese zum Sintern bringen.

Die U. S. Steel Corporation hat besondere Methoden der Probenahme¹²⁾ für Waggon- und Schiffsladungen von Eisenerzen vorgeschrieben, da die Probenahme von großen Quantitäten Stückerzen leicht zu Irrtümern führt. Es sind die Methoden zur Entnahme der Proben, die Zurichtung

der Proben und schließlich auch die analytischen Bestimmungsmethoden (Eisen, Kieselsäure, Phosphor, Tonerde, Mangan, Schwefel, Kalk und Feuchtigkeit) genau auseinandergesetzt. Einen interessanten Beitrag zu diesem Kapitel der Probennahme und Untersuchung von Eisenerzen liefert auch ein Bericht der Chemikerkommission des Vereins deutscher Eisenhüttenleute unter dem Titel „Schiedsanalysen“¹³⁾.

Roh eisenerzeugung.

Einige moderne Anlagen zur Erzeugung von Roheisen haben eingehendere Beschreibung gefunden, so das neue Hochofenwerk in Lübeck¹⁴⁾, die Buderus-Eisenwerke in Wetzlar¹⁵⁾ und die Friedenshütte in Oberschlesien¹⁶⁾. Die größte Hochofenanlage der Welt baut die Indiana Steel Co. in Gary¹⁷⁾, sie wird nach Beendigung des Baues 16 Hochofen von je 450 t täglicher Leistung umfassen, die Anlage wird ferner diese täglich fallenden 7200 t Roheisen in Martinöfen auf Stahl verarbeiten.

Das meiste Interesse im Hochofenbetriebe beansprucht augenblicklich immer noch die von G a y l a y z u r e s t praktisch durchgeführte T r o c k - n u n g d e s G e b l ä s e w i n d e s . Die in den ersten Berichten G a y l a y s angegebenen Vorteile der Windtrocknung (Ersparnis an Koks, Mehrleistung des Ofens) sind bei uns einerseits direkt bezweifelt worden, andererseits wurde durch Rechnung nachgewiesen, daß bei unserem weniger schwankenden Feuchtigkeitswechsel der Gewinn kaum ein sehr erheblicher sein dürfte. In Amerika hat das Verfahren nur eine Nachahmung gefunden; dagegen ist die Erfindung G a y l a y s auch nach England (Cardiff) gegangen, und, wie wir hören, wird jetzt doch auch noch in Deutschland das Verf. praktisch erprobt werden; die Firma Thyssen & Co. baut für die Gewerkschaft Deutscher Kaiser in Bruckhausen eine Windtrocknungsanlage zunächst für einen Hochofen von 500 t Erzeugung. Welche gewaltige Anlage nötig ist, um den für einen modernen Hochofen nötigen Wind zu trocknen, d. h. die 1500 cbm Luft in der Minute durch Abkühlung von + 25 auf —5° herunter zu bringen und dadurch den Feuchtigkeitsgehalt von 18 g auf 3 g/cbm herabzusetzen, zeigt die Angabe, daß durch die Kältemaschinen stündlich 2 Millionen Calorien zu bewältigen sind. Auch die von S i m m e r - b a c h¹⁸⁾ bei Beschreibung der Anlagen in Amerika mitgeteilten Abbildungen der Kühlranlage geben einen Begriff von der Großartigkeit einer solchen Einrichtung. C o o k hat bei der Cardiffanlage durch die Verwendung getrockneten Windes 26,4% Mehrproduktion an Roheisen und 13,4% Kokkersparnis erzielt; er kann diese außerordentlich günstigen Ergebnisse auch nur durch eine intensivere Arbeitsleistung im Gestell erklären¹⁹⁾. Auch

⁶⁾ Eng. Min. Journ. 88, 117 (1909).

⁷⁾ Bergbau 1909, 108.

⁸⁾ Stahl u. Eisen 1909, 240. Ref. diese Z. 22, 1608 (1909).

⁹⁾ Jerrkons. Annaler. Stahl u. Eisen 1909, 463.

¹⁰⁾ Dissertation München.

¹¹⁾ Tekn. Tidskr. 1909, Abt. Chemie, 99.

¹²⁾ Elektroch. & Metall. Ind. 1909, 57.

¹³⁾ Stahl u. Eisen 1909, 850.

¹⁴⁾ Stahl u. Eisen 1909, 611.

¹⁵⁾ Stahl u. Eisen 1909, 1633.

¹⁶⁾ Stahl u. Eisen 1909, 922.

¹⁷⁾ Stahl u. Eisen 1909, 233.

¹⁸⁾ Stahl u. Eisen 1909, 283. Ref. diese Z. 22, 1606 (1909).

¹⁹⁾ Vgl. auch diese Z. 22, 358 (1909).

Drees²⁰⁾ kommt zu der Ansicht, daß die Wirkung des vorgetrockneten Windes nur in einer verstärkten Wärmekonzentration oder in einer erhöhten Gleichmäßigkeit bestehen könne. Bartel²¹⁾ hat für mehrere Jahre die monatlichen Leistungen, Koksverbrauch, Ausbringen, Feuchtigkeit der Luft usw. an den Krompacher Hochöfen zusammengestellt und durch Vergleich gefunden, daß die Benutzung trockenerer Gebläseluft den Hochofenbetrieb auf alle Fälle günstig beeinflußt, daß aber eine schädliche Wirkung der Luftfeuchtigkeit nur bei schlechtem Zustande des Hochofens bemerkbar wird. Osann²²⁾ macht deshalb den Vorschlag, eine Kühlranlage nicht für einen Hochofen, sondern für mehrere aufzustellen und Trockenwind nur dann anzuwenden, wenn ein Ofen Oberfeuer oder Rohgang zeigt oder sonst schlecht geht, wodurch das Übel schneller beseitigt werden könnte als durch die jetzt üblichen Mittel. Es könnte sogar auch der umgekehrte Fall eintreten, daß einmal die Zufuhr abgemessener Dampfmengen wünschenswert wäre. Osann berechnet die Unkosten der Windtrocknung zu rund 4 M pro Tonne Eisen. In etwas anderer Weise wie Bartel ist Jones vorgegangen²³⁾, um sich einwandfreie Resultate der Wirkung von trockenem und feuchtem Winde zu verschaffen, er hat auf den Clarencewerken zwei ganz gleiche Hochöfen mit gleichen Windmengen betrieben, dem einen aber eine gewisse Dampfmenge zugesetzt; er konnte nach längerer Betriebszeit keine merklichen Unterschiede weder im Koksverbrauch, noch in der Eisenzusammensetzung finden. Langdon²⁴⁾ hat nachgerechnet, ob man noch weitere Ersparnisse mit der Windtrocknung machen könnte; der Vorteil einer weiteren Windtrocknung würde nur gering sein, und das Vortrocknen von Erz, Kohle, Zuschlägen müßte sich als unwirtschaftlich herausstellen. Die Meinungen über den Wert der Gaylayschen Windtrocknung sind also immer noch geteilt.

Lümann²⁵⁾ berichtet aus seinen Erfahrungen über die Verschiedenheit der Inbetriebsetzung von Hochöfen in früherer Zeit und jetzt. Früher waren etwa 80 Tage nötig, um einen Hochofen in Gang zu bringen, nachdem dabei riesige Koksmengen verschwendet worden waren. Auch hier hat die Einführung der Schlackenform wohl-tätig eingegriffen, denn heute läßt sich die Inbetriebsetzung in etwa 4 Tagen bewerkstelligen.

Der im vorigen Berichte²⁶⁾ erwähnte Hochofen mit ovalem Querschnitt auf den Newport Iron Works arbeitet gut und sehr gleichmäßig, er macht täglich 200 t Eisen und soll nur die halbe Windpressung brauchen²⁷⁾.

Ganz abweichend von dem Betriebe eines Hochofens zur Erzeugung von Roheisen arbeitet ein

²⁰⁾ Stahl u. Eisen 1909, 1431 u. 1602. Ref. in dieser Z. 23, 135 (1910).

²¹⁾ Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenw. 1909, 5, 13.

²²⁾ Stahl u. Eisen 1909, 1783. Ref. in dieser Z. 23, 278 (1910).

²³⁾ Metallurgie 1909, 705.

²⁴⁾ Trans. Amer. Inst. Min. Eng. 1909, 919. Ref. in dieser Z. 23, 1000 (1910).

²⁵⁾ Stahl u. Eisen 1909, 201.

²⁶⁾ Diese Z. 22, 1750 (1909).

²⁷⁾ Eng. Min. Journ. 87, 853 (1909).

Hochofen zur Erzeugung von Ferromangan. Es ist nämlich möglich, im Hochofen Legierungen bis zu 80% Mangan herzustellen, es ist aber in der Literatur nicht allzuviel über die Verhältnisse bekannt. Jacobbi²⁸⁾ hat einen Bericht über eine mehrtägige Kampagne eines südrussischen Ofens veröffentlicht. Verhüttet wurden zwei sehr gute Manganerze mit 51,5 und 53,5% Mn mit wenig Kieselsäure, man rechnete auf ein Ausbringen von 70% und einen Verlust von 10% in der Schlacke und 20% in Flugstaub usw. Zuerst wurde einige Zeit auf Hämatit, dann auf 20% Spiegeleisen gearbeitet und dann auf Ferromangan umgesetzt; schon nach 36 Stunden fiel ein Abstich mit 77,8% Mn, das Übergangseisen hatte rund 59% Mn und wurde, als das Ferromangan 81% erreicht hatte, wieder mit aufgegeben. In Manganöfen pflegt häufig Oberfeuer aufzutreten; das wurde hier durch stärkere Windpressung (41—46 cm) vermieden. Es wurden 76,9% Mangan ausgebracht. Die hellgrüne Schlacke hielt 2,4—10,9%, im Durchschnitt 8,5% Mangan; bei einer Schlackenmenge von 106% des erzeugten Metalles gehen also 6,7% Mangan durch die Schlacke, 16,4% durch Flugstaub und Verflüchtigung verloren. Die Ferromanganabstiche wiesen einen Gehalt von 78—83% Mn auf. Der Koksverbrauch beträgt rund 2500 kg für die Tonne Produkt. Es wurde eine Windtemperatur von 950° zur Anwendung gebracht, die außerordentlich hoch ist. Nach früheren Behauptungen gelingt die Herstellung auch mit weit niedrigeren Windtemperaturen. — Da Hochofen-Ferromangan immer größere Mengen Kohlenstoff (ca. 6%) enthält, was bei der Verwendung in der Stahlfabrikation nicht sehr erwünscht ist, so stellt man neuerdings auch im elektrischen Ofen ein ganz kohlenstoffarmes, noch höher prozentiges Ferromangan her. Die von Wright²⁹⁾ angestellten Versuche, Hochofen-ferrromangan nachträglich noch von Kohlenstoff zu befreien, sind resultlos verlaufen.

Die bei der Ferromanganerzeugung fallende Schlacke ist immer hellgrün bis weiß, sie hat erdigen Bruch, es treten aber auch beim Roheisenbetrieb grüne und blaue Schlacken auf, die nicht ihre Färbung einem größeren Mangangehalte verdanken. Die häufig auftretende grüne Farbe (wie Flaschenglas) ist auf einen Gehalt an Eisenoxydul zurückzuführen. Die Ursache der Blaufärbung war bisher nicht genau bekannt. Harpf, Langer u. Fleißner³⁰⁾ haben die Blaufärbung, die in manchen Schlacken bisweilen auftritt, vom Standpunkte einer möglichen Ultramarinbildung aus studiert. Diese Annahme ist nicht haltbar. Später hat Fleißner durch weitere Untersuchung eine offenbar richtigere Deutung gefunden.

Da wir über die Wärmeleitungsvorgänge in feuerfesten Materialien nur wenig wissen, so sind bis jetzt Winderhitzer, Regeneratoren, Rekuperatoren usw. in bezug auf Steindicken und Heizflächen ganz empirisch be-

²⁸⁾ Stahl u. Eisen 1909, 1119. Ref. in dieser Z. 22, 2201 (1909).

²⁹⁾ Iron & Steel, Stahl u. Eisen 1909, 1123. Ref. in dieser Z. 22, 1944 (1909).

³⁰⁾ Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenw. 1909, 709, 727, 746, 762.

handelt worden. Osann³¹⁾ hat versucht, die Frage der wissenschaftlichen Behandlung zugängig zu machen; er behandelt, um zu einer Berechnung der steinernen Winderhitzer zu gelangen, nicht nur die Theorie der Wärmeübertragung, die Bestimmung der spezifischen Wärme feuerfester Steine usw., sondern wir erfahren dabei auch eine Reihe wichtiger Daten über die Vorgänge in den verschiedenen Perioden usw., auch eine Wärmebilanz eines Cowpers wird durchgerechnet. Der Inhalt des Vortrages hat zweifellos auch für andere Industriezweige (Ofenbau) großes Interesse.

Auch einige Vorschläge für neue Winderhitzer sind gemacht worden^{32).}

Im abgelaufenen Jahre hat die Roheisenerzeugung im elektrischen Ofen einen bedeutenden Schritt vorwärts gemacht. Die bisher durch Keller und Héroult in relativ kleinem Maßstabe ausgeführten Versuche waren nicht von sehr langer Betriebsdauer gewesen, sie hatten allerdings bewiesen, daß man im elektrischen Ofen alle Sorten Eisenerze verhüllen könnte, und daß sich nicht nur Koks, sondern auch Holzkohle als Reduktionsmittel verwenden lasse. Man hatte festgestellt, daß sich je nach dem Kokssatz graues oder weißes Roheisen erzeugen lasse, daß aber das elektrische Roheisen stets außerordentlich schwefelarm ausfiel. Die Kraftverbrauchszahlen gingen außerordentlich auseinander. Man wußte nur ziemlich sicher, daß der Stromverbrauch immer noch so hoch war, daß bei unsren Kraftpreisen eine industrielle Roheisenerzeugung im elektrischen Ofen ökonomisch nicht durchzuführen sein würde. Nun haben Grönwall, Lindblad und Stalhane nach vielen Versuchen eine Ofenkonstruktion gefunden, mit der ein mehrmonatlicher Betrieb stattgefunden hat, und der die weiteren Grundlagen für eine industrielle Verwertung dieser Art Roheisenerzeugung ergeben hat. Eine ausführliche Beschreibung des Ofens des Betriebes und der erzielten Resultate dieses in Domnarvet (Schweden) betriebenen Ofens veröffentlichte B. Neumann³³⁾. Man kann diesen Ofen im Gegensatz zu den bisher betriebenen Öfen, die mehr oder weniger sich an die Modelle des Carbidoofens anlehnen, als elektrischen Hochofen bezeichnen, denn der Ofen besitzt wie ein Hochofen einen aus Schacht und Rast bestehenden Schachtaufbau von 5,2 m Höhe, der auf einem sehr breiten Gestell, dem eigentlichen Schmelzraume von 2,4 m Höhe und 3,5 m Durchmesser aufsitzt. Im letzteren treten schräg von oben drei mächtige Kohlenelektroden in den Schmelzraum, die mit Drehstrom gespeist werden. Der Ofen nimmt rund 800 P.S. auf. Die Gicht war mit Trichter und Glocke verschlossen, das Gas wurde oben am Schacht abgezogen, ein Teil davon unten in den Schmelzraum zur Kühlung wieder eingeblasen, die Hauptmenge für Kraftzwecke verwendet. Der Bericht enthält ganz genaue Angaben über Beschickung, Ausbringen, Kraftaufwand, Kohlen- und Elektrodenverbrauch, Kosten usw. Hier verdient nur bemerkt zu werden, daß sich Eisensorten mit Spuren bis zu 3,6% Silicium und

auch Roheisen mit weniger als 1% Kohlenstoff herstellen ließen, daß der Stromverbrauch (3000 Kilowattstunden) zwar noch etwas hoch war, daß aber die Menge der Reduktionskohle fast bis auf den theoretischen Wert herunter ging (350 kg). Die Hochofengase hatten einen Brennwert von 1750 Cal. (gegen 900 Cal. im Hochofen). Auf Grund dieser Versuche sind zwei größere 2000pferdige Öfen zur elektrischen Roheisenerzeugung am Trollhättanfall und am Hardangerfjord in Bau gekommen.

Schon durch die kanadischen Versuche Héroults war erwiesen, daß im elektrischen Ofen stark schwefelhaltiges Material auf normales Roheisen verarbeitbar ist. Carcano³⁴⁾ hat jetzt in Oberitalien größere Versuche in einem 400 P. S.-Ofen gemacht, Kiesabbrände auf Roheisen zu verschmelzen; er brauchte 2200 Kilowattstunden, das Roheisen enthielt nur sehr wenig Schwefel; die Abbrände konnten ohne weiteres (ohne Brikettierung) aufgegeben werden.

Wie schon vorher angegeben, hängt die Frage, ob der Hochofen oder der elektrische Ofen in einem bestimmten Falle wirtschaftlicher arbeitet, in der Hauptsache von dem Preise des Reduktionskohlenstoffs und des Wasserkraftpreises an einem bestimmten Orte ab. In den eigentlichen Eisenindustrieländern, d. h. den Ländern, die billige Kohle besitzen, arbeitet der Hochofen billiger, außerdem bewältigt er unverhältnismäßig größere Mengen wie der elektrische Ofen. In Ländern mit billigen Wasserkräften und hohen Kokspreisen (Schweden, Südamerika, Italien, Canada) können die Verhältnisse aber umgekehrt liegen. B. Neumann veröffentlichte einige derartige Rechnungen³⁵⁾. Der Hauptunterschied in der Arbeitsweise der beiden Öfen liegt in der Art und Weise der Reduktion der Eisenerze durch den Kohlenstoff; im Hochofen geschieht die Reduktion hauptsächlich durch Kohlenoxyd, im elektrischen Ofen hauptsächlich durch festen Kohlenstoff. Da kein Wind eingeblasen wird, so ist die Zusammensetzung der Gase im elektrischen Ofen natürlich eine ganz andere, der Kohlenoxydgehalt ist etwa doppelt so groß, der Brennwert fast ebenso, die Menge der Gase ist aber viel kleiner. Catani gibt eine interessante Übersicht über die Unterschiede im Betrieb und Ausbringen beider Ofenarten, die nachstehend mitgeteilt werden soll.

Für je 1000 kg Roheisen sind nötig:

	Im Hochofen	Im elektri- schen Ofen
	kg	kg
Erz	1920	1920
Wind	4997	—
Kalk	500	395
Koks	1113	335
Elektroden	—	20
	8530	2670

Bei der Schmelzung entstehen:

	kg	kg
Roheisen	1000	1000
Schlacke	745	606,5
Gas	6788	1063,5
	8533	2870,0

³¹⁾ Stahl u. Eisen 1909, 1060, 1107, 1147, 1691.
³²⁾ Electr. & Met. Ind. 1909, 542; Stahl u. Eisen 1909, 1457.

³³⁾ Stahl u. Eisen 1909, 1801.

³⁴⁾ Electr. & Metall. Eng. 1909, 155. Ref. in dieser Z. 22, 1370 (1909).

³⁵⁾ Stahl u. Eisen 1909, 276.

Der Gesamtwärmewert der Gase beträgt im Hochofen 4 121 000 Cal., im elektrischen Ofen 1 333 000 Cal.

Gießerei.

Auch im abgelaufenen Jahre sind die Gießereifachleute sehr eifrig damit beschäftigt gewesen, in diesem bis vor kurzem ganz von der Empirie beherrschten Industriezweige durch chemische und physikalische Untersuchungen sichere wissenschaftliche Grundlagen zu schaffen. Die Untersuchungen betreffen daher in der Hauptsache das Schmelzmaterial: Roheisen und Koks, daneben aber auch den Schmelzapparat, den Kupolofen. Bei der Frage der Roheisenbeschaffenheit ist zunächst der Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung und den physikalischen Eigenschaften aufzuklären, d. h. der Einfluß der verschiedenen Fremdkörper im Gußeisen auf die Festigkeitseigenschaften des fertigen Produktes zu studieren. Durch derartige Feststellungen werden sich die sehr verschiedenartigen Anforderungen an die Eigenschaften des Gusses mit größerer Sicherheit erfüllen lassen, als bisher, andererseits werden wir hierdurch mit der Zeit auch vom Bezug teurer ausländischer Spezial-eisensorten unabhängig werden, und viele Unkosten für Fehlgüsse werden verschwinden. Aber nicht nur die Qualität des Gußmaterials spielt eine Rolle, sondern auch die Behandlung beim Schmelzen, die Gußtemperatur, die Art der Kühlung spielt eine erhebliche Rolle. Hierfür bringt Porter Beispiele³⁸⁾. Den Einfluß der Fremdkörper im Gußeisen auf die Festigkeit³⁷⁾ und die Verteilung der Fremdkörper im Gußeisen³⁸⁾ und die ausländischen Spezialeisensorten bespricht Ortheyer³⁹⁾. Auch Jungs⁴⁰⁾ bringt einen lehrreichen Beitrag zur Prüfung des Gußeisens. Die Auswahl und Prüfung des Gießereiesens, Klassifikation, Unterschied zwischen kalt und heiß erblasenem Eisen, Gattierungen, Durchschnittswerte für bestimmte Gußzwecke behandelt Thomass⁴¹⁾ in einem Vortrage; Giele⁴²⁾ erläutert an Beispielen die Gattierung nach Analyse. Auch der Verband für die Materialprüfung der Technik hat Vorschriften für die Lieferung von Gußeisen und Prüfungsvorschriften aufgestellt⁴³⁾.

Auch die Beschaffenheit des Kokses spielt in der Gießerei eine große Rolle, es ist durchaus nicht jeder Koks als Gießereikoks geeignet. Simmersbach⁴⁴⁾ befaßt sich mit den Qualitätsanforderungen näher. Hauptbedingung ist große Dichte, Asche unter 8—9%, Schwefel unter 1 bis 1,25%, Wasser unter 5%. Diese Zahl für Feuchtigkeit hat sich als zu hoch herausgestellt, praktisch kann trotz des Ablöschens leicht trocknerer Koks geliefert werden. Es hat sich zwar gezeigt nach übereinstimmenden Erfahrungen mehrerer Fachleute (Geiger⁴⁵⁾), daß mit nassen Koks bes-

³⁸⁾ Chem. Eng. 10, 28 (1909).

³⁷⁾ Gießereitzg. 1909, 257, 321, 353.

³⁸⁾ Gießereitzg. 1909, 13, 45, 75.

³⁹⁾ Stahl u. Eisen 1909, 507, 552.

⁴⁰⁾ Stahl u. Eisen 1909, 1177. Ref. in dieser Z. 22, 2202 (1909).

⁴¹⁾ Stahl u. Eisen 1909, 181.

⁴²⁾ Stahl u. Eisen 1909, 352.

⁴³⁾ Stahl u. Eisen 1909, 296.

⁴⁴⁾ Stahl u. Eisen 1909, 1551. D. Z. 22, 2071.

⁴⁵⁾ Stahl u. Eisen 1909, 63, 327, 1029.

sere Schmelzresultate erzielt werden als mit trockenem, das Wasser kann man aber dem Koks in der Gießerei billiger einverleiben, als daß man es im nassen Koks als Koks bezahlt.

Wer sich näher über die Verhältnisse in Graugießereien unterrichten will, dem sei eine Studie von Messerschmidt⁴⁶⁾ empfohlen, in welcher der Vf. eingehend die Verbrennungs- und Schmelzvorgänge, Luftmenge- und Geschwindigkeit, die Begriffe: Füll-, Satz-, Wärmekoks, Koksverbrauch, ferner den Bau, Formen, Düsen, Abstich, Vorherd, Begichtung des Ofens, die Ofenanlage usw. erläutert. Rein⁴⁷⁾ bespricht ebenfalls die Berechnung von Kupolöfen. Cormack⁴⁸⁾ rechnet eine Wärmebilanz des Kupolofens durch. Auf die Erhitzung und das Schmelzen des Eisens entfallen nur 28% der Gesamtwärme, fast die doppelte Wärmemenge verbraucht die Erwärmung der Gase (Wind). Gichtgasanalysen teilt Burek mit⁴⁹⁾.

Man hat auch versucht, in Gußeisen durch Zusatz von Ferrolegierungen fremde Metalle einzuführen, bisher aber anscheinend mit wenig Erfolg. Treuhelt⁵⁰⁾ und andere fanden nämlich, daß sich Ferrosilicium (50%) nicht leicht genug auflöst, dasselbe gilt von Titan. Bei Verwendung von niedrigprozentigem Ferrotitan verschwinden die Schwierigkeiten nach v. Maltitz⁵¹⁾. Dagegen will Smith⁵²⁾ mit Ferrovanadiumzusatz gute Resultate erreicht haben.

Dem Temperguß oder schmiedbaren Guß sind ebenfalls einige Veröffentlichungen gewidmet. Moldenke hat die Herstellung von Temperguß im allgemeinen und besonders die Praxis amerikanischer Werke geschildert⁵³⁾. Namias und Savoia berichten über ihre mikroskopischen Beobachtungen an schmiedbarem Gusse⁵⁴⁾. Die Beschreibung einer modernen Temperi-gießerei lieferte Schoemann⁵⁵⁾.

Flußeisenerzeugung.

Die Flußeisenerzeugung der Welt steht für das abgelaufene Jahr noch nicht ganz fest, nur von den Haupteisenländern sind die Erzeugungsmengen bekannt. 1907 hatte die Gesamterzeugung der Welt an Flußeisen 51,2 Mill. Tonnen betragen, sie ist 1908 um 11,5 Mill. Tonnen zurückgegangen, 1909 sind aber, soweit das die jetzt bekannten Zahlen zeigen, selbst die Rekordmengen des Jahres 1907 noch um rund 1 Mill. Tonnen überschritten worden. Nachstehend sind die Zahlen von 1907 und 1909 einander gegenübergestellt:

⁴⁶⁾ Stahl u. Eisen 1909, 1182, 1384, 1558, 1730, 1887.

⁴⁷⁾ Gießereitzg. 1909, 3, 34, 64.

⁴⁸⁾ Electr. u. Met. Ind. 1909, 391.

⁴⁹⁾ Stahl u. Eisen 1909, 712. Ref. in dieser Z. 22, 1605 (1909).

⁵⁰⁾ Stahl u. Eisen 1909, 1028. Ref. in dieser Z. 22, 2201 (1909).

⁵¹⁾ Stahl u. Eisen 1909, 1410. Ref. in dieser Z. 23, 137 (1910).

⁵²⁾ Foundry 1909, 268.

⁵³⁾ Stahl u. Eisen 1909, 1198, 1402, 1563, 1741, 1900.

⁵⁴⁾ Stahl u. Eisen 1909, 1063.

⁵⁵⁾ Stahl u. Eisen 1909, 593.

	Flußeisen		
	1907	1909	
	t	t	
Vereinigte Staaten . . .	23 733 391	24 338 301	
Deutschland	12 063 632	12 049 834	
England	6 627 112	5 975 734	
Frankreich	2 677 805	3 034 571	
Österreich-Ungarn . . .	1 195 500	1 969 538	

In dieser Aufstellung ist die deutsche Erzeugung bereits enthalten, sie hat leider die bisher höchste Zahl des Jahres 1907 nicht ganz erreicht. Der Art der erzeugten Stahlsorten nach war die Verteilung in Deutschland 1909 folgende:

	Saures Verfahren	Basisches Verfahren	Summe
Rohblöcke	t	t	t
Im Konverter	151 148	7 517 451	7 668 599
Im Martinofen	228 798	3 844 139	4 072 937
Stahlformguß . .	83 014	123 442	206 456
	462 960	11 485 032	11 947 992
Tiegelgußstahl . .			84 069
Elektrostahl . .			17 773
			12 049 834

Dabei ist zu bemerken, daß die Erzeugung an basischem Material die Höchstmenge von 1907 überschritten hat, während die saure Erzeugung zurückgegangen ist. Saure Konverterarbeiten bei uns nur auf drei Werken, saure Martinöfen auf 14 Werken, ihnen stehen gegenüber 27 Thomaswerke und 60 basische Martinwerke. Auch bei Betrachtung der amerikanischen Erzeugung nach der Art der Herstellung zeigt sich, daß auch dort die basischen Verfahren (Martinofen) immer mehr an Boden gewinnen. In der amerikanischen Statistik werden jetzt die legierten Stähle besonders klassiert. Die dabei erreichte hohe Zahl von 185 000 t läßt die zunehmende Bedeutung dieser Art Stahl deutlich erkennen.

Die in allen Ländern fortschreitende Vermehrung der Martinöfen und die prozentisch raschere Entwicklung der Martinflußeisenerzeugung ist in der Hauptsache wohl auf den Übergang vom alten Schrottverfahren zu den mit flüssigem Roheisen und Erzzusätzen arbeitenden Roheisenerzverfahren zurückzuführen. Es haben aber auch einige Verfahren, wie das Talbot'sche Verfahren, sowie das Hoesch'sche Verfahren, (eine Modifikation des Bertrand-Thielschen Verfahrens), welche nur mit flüssigem Roheisen arbeiten, großen Erfolg erzielt. Von den anderen Abarten des Martinverfahrens ist nur noch der Duplexprozeß (das kombinierte Bessemer-Martinverfahren) von einiger Bedeutung, es wird auf dem Kontinent nur in Witkowitz dauernd verwendet, findet aber rasche Verbreitung in den Vereinigten Staaten, Canada, Japan, Mexiko. Eine eingehende Beschreibung zahlreicher in- und ausländischer Martinwerke, ihrer Betriebsweise usw. gibt Petersen in einem Vortrage⁵⁶⁾. Zahlreiche statistische Tafeln zeigen den Fortschritt der Erzeugung an Martinmetall. Ist der Martinofen an und für sich weniger abhängig von der Zusammensetzung des Roheisens, wie Bessemer- und Thomaskonverter, so haben die Roheisenerzverfahren noch den Vorzug der Unabhängigkeit vom

⁵⁶⁾ Stahl u. Eisen 1910, 1. Ref. in dieser Z. 23, 1000 (1910).

Schrottmarkte, außerdem nutzen sie das Einsatzmaterial besser aus; die Leistungen sind ebenfalls gewachsen: Öfen von 40—45 t Fassung liefern täglich 140—160 t Metall, unter Einschaltung von Vorfrischapparaten sogar 200 t.

Schadnow⁵⁷⁾ berichtet über das Martinieren mit flüssigem Roheisen auf den Donetz-Jurjewkhütten und stellt eingehende Betrachtungen über den Wärmehaushalt des Prozesses und der ganzen Anlage an. Auf der Einnahmeseite der Bilanz führt die Verbrennung des Gases 35,4%, die Verbrennung der Roheisenbestandteile 17,6%, die Wärme in den Gasen (1150°) 37% der verfügbaren Gesamtwärme zu. Auf der Ausgabeseite entführen der Stahl 15%, die Schlacke 3,9%, die Zersetzung von Kalk und Erz beansprucht 10,7% der eingebrachten Wärme, also zusammen 29,6%; auf Verluste im Schmelzraum entfallen 10,85%, im Schornstein 18,63%, während die Erwärmung der Gase und Wärmespeicher 59,5% erfordert. Der Gesamtwirkungsgrad des Ofens ist 35,71%, der der ganzen Anlage (Dampfkessel, Gaserzeuger, Gasleitung, Öfen) 24,75%.

Brisker⁵⁸⁾ macht einen Vorschlag für einen kippbaren Martinofen mit einem Doppelherde, der einen vermehrten Erzsatz gestatten würde.

Ein außerordentlich wichtiger Apparat, sowohl für den Thomasprozeß wie für das Martinverfahren, ist der Mischer; der erste Mischer wurde 1890 von Hilgenstock konstruiert, sie sind jetzt meist heizbar eingerichtet (Gichtgas, Koksofengas) und fassen schon bis 1000 t. Der Mischer dient in der Hauptsache zur Aufnahme der Abstiche mehrerer Hochöfen, also als Sammelgefäß und zur Ausgleichung der Unterschiede der verschiedenen Eisenabstiche. Die Temperatur im Mischer ist zunächst nicht sehr hoch, 1250—1350°, aber auch hierbei vollziehen sich chemische Reaktionen, von denen die praktisch wichtigste die vorzügliche Entschwefelung ist. Durch Erhöhung der Temperatur und durch weitere Zuschläge an Erz und Kalk läßt sich aber auch der Mischer als Vorfrischapparat benutzen und hierin bereits eine weitgehende Raffination (Silicium bis auf 0,2%, Phosphor bis auf 0,16%, Mangan und Schwefel erheblich) bewerkstelligen, wodurch die eigentlichen Raffinationsapparate Martinöfen und Thomasbirnen stark entlastet werden. Petersen hat in dem genannten Vortrage über den Mischerbetrieb auch mancherlei Angaben gemacht.

Am 22./9. 1909 waren es genau 30 Jahre, seitdem auf deutschen Hütten (Hörde und Rheinische Stahlwerke) die ersten Chargen Thomasflußeisen erblasen wurden. Aus der Erfindung von Thomas hat nun allerdings gerade Deutschland und Luxemburg einen außerordentlich großen Nutzen ziehen können, weil die mächtigen Eisenerzlager in Lothringen ganz besonders hierfür geeignet sind. Die Erzeugung an Thomasflußeisen hat in diesen 30 Jahren bei uns allein 7,5 Mill. Tonnen erreicht, und in der ganzen Zeit sind in Deutschland fast 92 Mill. Tonnen Thomasflußeisen erblasen worden. Die Bedeutung der Thomas'schen Erfindung wurde praktisch aber noch dadurch erhöht, daß auch die Mehrzahl der Martinöfen mit basischem Futter aus-

⁵⁷⁾ Stahl u. Eisen 1909, 1930, 1987. D. Z. 23, 422.

⁵⁸⁾ Stahl u. Eisen 1909, 1139. Eng. Min. Journ. 88, 728 (1909).

gekleidet wurde und diese somit ebenfalls phosphorhaltiges Roheisen verarbeiten können; gerade der basische Martinofen hat außerordentlich an Gebiet gewonnen. Bemerk zu werden verdient noch, daß der Thomasprozeß in Deutschland über 2,6 Mill. Tonnen (1908) Thomasschlacke liefert, wovon die Hälfte unserer Landwirtschaft wieder zugute kommen. Auch einzelne Martinverfahren liefern jetzt eine der Thomasschlacke fast gleiche phosphorreiche Schlacke.

Da noch mehrere der Pioniere deutscher Thomasarbeit leben, so hat die Redaktion von „Stahl und Eisen“ den sehr glücklichen Gedanken gehabt, diese um die Einführung und Durchbildung des Verfahrens sehr verdienten Herren selbst aus ihrer Erfahrung über die Anfänge der deutschen Thomasflußeisenerzeugung berichten zu lassen. Diese von Massenez, Hilgenstock, Spannagel, G. Meyer⁵⁹⁾ entworfenen Schilderungen lassen in sehr fesselnder Weise die anfangs zu überwindenden Schwierigkeiten erkennen. Eine Beschreibung des neuen Thomasstahlwerkes der Burbacher Hütte hat Schrödter⁶⁰⁾ gebracht.

Ein Teil des Stahles geht in der Form von Stahlformguß in die Industrie. Die Herstellung geschieht in kleinen sauren oder basischen Martinöfen, in sog. Kleinkonvertern, in Tiegeln und im elektrischen Ofen. Stroughton⁶¹⁾ gibt eine Übersicht über diese verschiedenen Verfahren nach Betrieb, Leistung, Kosten. Speziell mit der Praxis der Kleinbessemerei befassen sich mehrere Abhandlungen⁶²⁾.

Die Elektrostahlerzeugung hat im abgelaufenen Jahre weitere Fortschritte gemacht es sind im ganzen über 100 Öfen in industriellem Betriebe, deren jährliche Leistung im abgelaufenen Jahre rund 50 000 t betragen haben wird. Deutschland stellte hierzu 17 773 t (eine Angabe, die wahrscheinlich zu niedrig ist).

Eine Reihe Abhandlungen versuchen, den wirklichen Vorteile des Elektrostahlofens gegenüber den anderen hüttenmännischen Raffinationsapparaten festzustellen. Die Überlegenheit beruht in erster Linie auf der Möglichkeit einer energischen Desoxydation des Stahlbades; diese ist bedingt durch die Abwesenheit einer oxydierenden Atmosphäre; sie gestattet eine ganz außerordentlich weitgehende Entschwefelung, ferner ein längeres Abstehen des Bades zur Ausscheidung von Gasen und Schlackeneinschlüssen und die Gewinnung von genau zusammengesetzten Legierungen. Howe⁶³⁾ erörtert diese Verhältnisse genauer, auch Eichhoff⁶⁴⁾ beleuchtet die Frage der Desoxydation eingehend. Über die Wirkung des Abstehens sind Howe und de Coussergues allerdings verschiedener Ansicht. Die Entschwefelung ist durch eine Diskussion zwischen Amberg, Schmidt, Neumann⁶⁴⁾ genügend geklärt.

⁵⁹⁾ Stahl u. Eisen 1909, 1465. Ref. in dieser Z. 23, 136 (1910).

⁶⁰⁾ Gießereiztg. 1909, 7, 39, 68.

⁶¹⁾ Gießereiztg. 1909, 493, 567, 635. Stahl u. Eisen 1909, 470, 1190.

⁶²⁾ Rev. de Metall. 1909, 1138.

⁶³⁾ Verh. Ver. Beförd. d. Gewerbefleiß. 1909, 172.

⁶⁴⁾ Stahl u. Eisen 1909, 176, 355, 1665. Ref. in dieser Z. 22, 745 (1909).

C. de Coussergues⁶⁵⁾ liefert eine ausführliche Schilderung über eine ganze Reihe von ihm besuchter Ofenanlagen unter Angabe von Leistungen, Arbeitsweise, Raffinationsmethode, Kosten. Allgemeiner gehalten ist eine Betrachtung Saillers⁶⁶⁾ über den Elektrostahl, seine Bedeutung für die Stahlindustrie und seine Stellung zu den übrigen Stahlsorten.

Nebenher ist eine sehr große Zahl von Beschreibungen einzelner Ofensysteme, deren Bauart, Leistung usw. veröffentlicht worden. Die Charakterisierung und Differenzierung der einzelnen Systeme dürfte hier zu weit führen; es soll deshalb der Hinweis auf die betreffende Literatur genügen. Der bisher größte Elektrostahlofen ist auf den Süd-Chicagowerken in Gang gesetzt worden, es ist ein Héroult'scher Ofen von 15 t Fassung, er verarbeitet das aus einem sauren Konverter kommende Flußeisen auf sog. Mittelqualität (Schienen usw.)⁶⁷⁾. Die Beschreibung eines kleinen Experimentierofens Héroult'schen Systems gab Hansen⁶⁸⁾. Keller hat neben seinem dem Héroult'schen Ofen gleichen System, wovon ein 8 t-Ofen in Unieux arbeitet, einen neuen Ofen mit stets leitender Sohle aus Eisenstäben gebaut⁶⁹⁾, von dem ein Exemplar auch jetzt nach Deutschland kommt. Die Konstruktion des Girod'schen Ofens ist wiederholt beschrieben worden. Girod betreibt bereits 12,5 t-Ofen seines Systems⁷⁰⁾. Weitere Mitteilungen betreffen die Öfen von Chapelot in Allevard⁷¹⁾, von Rochling-Rodenhauser⁷²⁾, Frick⁷³⁾ und Schneider⁷⁴⁾. [A. 171.]

Geheimnisverrat der chemischen Angestellten¹⁾.

Von Rechtsanwalt A. AXSTER, Berlin.

(Eingeg. 14.5. 1910.)

In den deutschen Landen gab es früher einen Schutz gegen unlauteren Wettbewerb überhaupt nicht. Weder existierten Spezialvorschriften, welche gegen die Auswüchse des unlauteren Wettbewerbs im geschäftlichen Verkehr gerichtet waren, noch auch konnte sich die deutsche Rechtsprechung dazu entschließen, die in sämtlichen Rechtsgemeinden existierenden Vorschriften über Schadenersatz auf

⁶⁵⁾ Rev. de Metall. 1909, 589.

⁶⁶⁾ Österr. Z. f. Berg- u. Hüttew. 1909, 775. Ref. in dieser Z. 23, 279 (1910).

⁶⁷⁾ Electr. u. Met. Ind. 1909, 260. Ref. in dieser Z. 22, 1607 (1909).

⁶⁸⁾ Electr. u. Met. Ind. 1909, 206. Ref. in dieser Z. 22, 1464 (1909).

⁶⁹⁾ Stahl u. Eisen 1909, 1302. Electr. u. Met. Ind. 1909, 255.

⁷⁰⁾ Metallurgie 1909, 673. Stahl u. Eisen 1909, 1760. Ref. in dieser Z. 23, 279 (1910).

⁷¹⁾ Rev. de Metall. 1909, 589. Vgl. diese Z. 22, 1607 (1909).

⁷²⁾ Stahl u. Eisen 1909, 794.

⁷³⁾ Electr. u. Met. Ind. 1909, 363, 368, 450.

⁷⁴⁾ Österr. Z. f. Berg- u. Hüttew. 1909, 154.

¹⁾ Vortrag gehalten in der Fachgruppe für gewerblichen Rechtsschutz gelegentlich der Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker zu München am 20./5. 1910.