

# Zeitschrift für angewandte Chemie.

1904. Heft 5.

Alleinige Annahme von Inseraten bei der Annoncenexpedition von August Scherl G. m. b. H.,  
Berlin SW. 12, Zimmerstr. 37—41

sowie in deren Filialen: **Breslau**, Schweidnitzerstr. Ecke Karlstr. 1. **Dresden**, Seestr. 1. **Düsseldorf**, Schadowstr. 59. **Elberfeld**, Herzogstr. 38. **Frankfurt a. M.**, Zeil 63. **Hamburg**, Neuer Wall 60. **Hannover**, Georgstr. 39. **Kassel**, Obere Königstr. 27. **Köln a. Rh.**, Hohestr. 145. **Leipzig**, Königstr. 33 (be: Ernst Krils Nehf. G. m. b. H.). **Magdeburg**, Breiteweg 184, I. **München**, Kaufingerstr. 25 (Domfreiheit). **Nürnberg**, Königstr. 33—37. **Stuttgart**, Königstr. 11, I.

Der Insertionspreis beträgt pro mm Höhe bei 45 mm Breite (3 gespalten) 15 Pfennige, auf den beiden äußeren Umschlagseiten 20 Pfennige. Bei Wiederholungen tritt entsprechender Rabatt ein. Beilagen werden pro 1000 Stück mit 8.— M. für 5 Gramm Gewicht berechnet; für schwere Beilagen tritt besondere Vereinbarung ein.

**Inhalt:** A. Neuburger: Die Herstellung von Eisen und Stahl auf elektrischem Wege 129; — F. Rochussen: Fortschritte auf dem Gebiete der Terpene und ätherischen Öle 140; — Referate: Analytische Chemie, — Nahrungs- und Genussmittel 147; — Teerdestillation, organische Halbfabrikate und Präparate 150. — Farbenchemie 150.

Wirtschaftlich-gewerblicher Teil: Tagesgeschichtliche und Handels-Rundschau; Manchester, Hayle, Cornwall, Neu York, Wien 151; — Handelsnotizen 155; — Personalnotizen 157; — Patentliste 157.

Vereinsnachrichten: Mitgliederverzeichnis 160.

A.-G. für Anilin-Fabrikation, Berlin. Verf. z. Darstellung e. gelben Schwefelfarbstoffs 150.

Fr. Auerbach, Zur Härtebestimmung in Wässern 147.

Badische Anilin- u. Soda-fabrik, Verf. z. Darstell. brauner substant. Schwefelfarbe 151.

E. Basch, Zur Härtebestimmung in Wässern 147.

A. Bau, Das Enzym Melibiase; vergleich. Studie über Maltase, Invertase und Zymase 147.

Th. Bokorny, Vergärung von Rohrzucker und Maltzucker b. hoher Zuckerkonzentr. 148.

Fabrik Ladenburg, Verf. z. Trennung des Stein-

kohleenteers von den Neutralölen 150.

Farbwerke, vorm. Meister, Lucius & Brüning Verf. z. elektro-oyt. Darst. von Aminen d. Fettreihe 150.

Henneberg, Zur Kenntnis der Milchsäurebakterien 148.

A. Neuburger, Die Herstellung von Eisen und Stahl

auf elektrischem Wege 129.

F. Rochussen, Fortschritte auf dem Gebiete der Terpene und ätherischen Öle 140.

H. Will, Beiträge z. Kenntnis der Spilölpilze ohne Sporenbildung 149.

A. Zoffmann, Die Pilze in der Margarine 147.

## Die Herstellung von Eisen und Stahl auf elektrischem Wege.

Von ALBERT NEUBURGER, BERLIN.  
(Schluß.)

Prozeß Harmet<sup>3)</sup>.

Während bei den bisher besprochenen beiden Verfahren der ganze Prozeß der Eisen- oder Stahldarstellung in einem einzigen elektrischen Ofen vorgenommen werden kann,

<sup>3)</sup> Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1903, 3, 39. Comptes rendus mensuels des réunions de la société de L'industrie minérale 1902, 115. L'Eclairage électrique, 1902 228. Eisen-Zeitung 1903, 21, 231.

Electrical World and Engineer 40, 765. Elektrochem. Z. 1903, 10, 126, 237. Electrochemist and Metallurgist 1902, 18, 93. Eng. and Min. Journ. 75, 524. Journal de l'Electrolyse 1902, 134, 1; 135, 1; 136, 2; 140, 3; 142, 5. Kalender für Elektrochemiker 1904, 531. Le Mois scientifique et industriel 1903, 3, 39. Patente:

D. R. P. 142965, 25./8. 1901.  
D. R. P. 143111, 16./10. 1901.

Ch. 1904.

sind zur Durchführung des Prozesses Harmet, der von den „Fonderies, Forges et Acieries St. Etienne“ ausgeführt wird, nicht weniger als drei Öfen nötig. Der Grund hierfür liegt darin, daß Harmet den Reduktionsprozeß von dem Schmelzprozeß vollständig trennt, und daß er das Reduktionsmittel in festem Zustande auf die bereits geschmolzenen Oxyde in einem besonderen Apparat einwirken läßt. Von den drei Öfen dient demnach der erste zur Schmelzung des Erzes, der zweite zur Reduktion der geschmolzenen Oxyde und der dritte zur Gewinnung von Flußeisen, resp. Stahl. Alle

Frankreich	308201, 16./2. 1901.
"	309004, 15./3. 1901.
"	313616, 20./8. 1901.
"	314287, 16./9. 1901.
"	315127, 18./10. 1901.
"	318283, 1./2. 1902.
Schweiz	25899, 3./2. 1902.
Canada	79297, 3./2. 1903.
Science Abstracts	1902, 7, 592.
Science et Industrie	1902, 9.
Z f. Elektrochem.	8, 852; 9, 555.

drei Öfen arbeiten kontinuierlich, und von den beiden ersten führt jeder das entstandene Produkt selbsttätig in den nächstfolgenden über, während es aus dem letzten von Zeit zu Zeit abgestochen wird. Alle drei Öfen sind elektrische Öfen; man könnte jedoch ebenso gut an Stelle der beiden ersten Öfen, welche in ihrem Zusammenwirken gewöhnliches Roheisen liefern, einen gewöhnlichen Hohofen aufstellen und dann dessen Produkt im dritten Ofen mit Hilfe der Elektrizität in Stahl oder Flußeisen umwandeln. Ob man zur Gewinnung des Roheisens elektrische Öfen oder Hohöfen nehmen will, ist eine reine Preisfrage, die je nach den örtlichen Preisverhältnissen verschieden zu beantworten sein wird, und die mit der Qualität des Endproduktes wohl kaum etwas zu tun hat. Der dritte Ofen jedoch muß unbedingt ein elektrischer sein, da nur durch einen solchen ein Flußeisen von den hervorragenden Eigenschaften wie sie elektrisch erzeugte Eisensorten überhaupt besitzen, gewonnen werden kann. In neuerer Zeit will Harmet den Prozeß in den beiden ersten Öfen so vervollkommen haben, daß er als dritten Ofen an Stelle eines elektrischen einen gewöhnlichen Frischherd verwenden kann. (Eigene Angabe.)

Der erste Ofen, der Schmelzofen, ist ein Schachtofen mit geneigter Herdsohle, die den geschmolzenen Oxyden einen leichten Abfluß gestatten soll. Die Schmelzung geschieht mit Hilfe der Gase, die aus dem zweiten Ofen, dem Reduktionsofen, entweichen, und die durch einen seitwärts eintretenden, gepreßten Windstrom verbrannt werden. Die Düsen, welche diesen Windstrom liefern, sind so angebracht, daß die Flamme den ganzen Herdraum erfüllt und den unteren Teil des Beschickungskegels vollkommen umspielt. Durch die Ummauerung des Ofenschachtes hindurch sind an zwei übereinander liegenden Stellen Kohlenelektroden eingeführt, und zwar, ringförmig angeordnet, je acht Stück. Mit Hilfe dieser Elektroden wird einerseits die Hitze im Schmelzofen im allgemeinen

reguliert, andererseits soll für den Fall, daß die Reduktionsgase zur Schmelzung nicht genügen, durch Verstärkung des Stromes ein Wärmedefizit gedeckt werden.

Der zweite Ofen, der Reduktionsofen, hat die Form eines stehenden Zylinders. Er wird mit Koks, Holzkohle oder Anthrazit beschickt. Die Sohle ist derart angeordnet, daß die aus dem Schmelzofen kommenden geschmolzenen Erze durch die unteren Schichten des weißglühenden Kohlenmaterials hindurchfließen müssen, ehe sie in den dritten Ofen gelangen, wobei sie eine vollständige Reduktion erfahren. Hierbei findet zugleich die Bildung der Schlacke statt, für welche eine besondere Abstichöffnung vorhanden ist. Die Reduktion erfordert mehr Wärme, als durch die Verbrennung des Kohlenstoffs zu Kohlenoxyd entsteht, und ist deshalb nötig, den entstandenen Wärmeverlust durch den elektrischen Strom auszugleichen.

Zu diesem Zwecke sind in geringer Höhe über der Ofensohle eine oder mehrere Reihen von Elektroden angebracht.

Der dritte Ofen endlich dient der Raffination und

bietet keine besonders bemerkenswerten Momente dar. Sowohl in ihm, wie auch in dem Reduktionsofen ist eine direkte Be- rührung des Metalls mit den Elektroden durch die dazwischenliegende Schlackenschicht vermieden. Harmet glaubt, in jüngster Zeit den Reduktionsofen derart verbessert zu haben, daß die elektrische Raffination eventuell ganz fortfallen und durch einen gewöhnlichen abgekürzten Frischprozeß ersetzt werden kann.

Die benötigte Kraft gibt der Erfinder mit 3600 Pferdekraftstunden für eine Tonne erzeugten Stahles an; die Kosten sollen sich auf 23,5 Franks pro Tonne belaufen — eine kaum glaubliche Zahl! Auf meine Anfrage hat mir Herr Harmet geantwortet, daß (nachdem die Versuche in St. Etienne zufriedenstellend abgeschlossen sind) gegenwärtig eine große Anlage zu Albertville in den französischen Alpen gebaut wird, und daß er mir über die in derselben erzielten

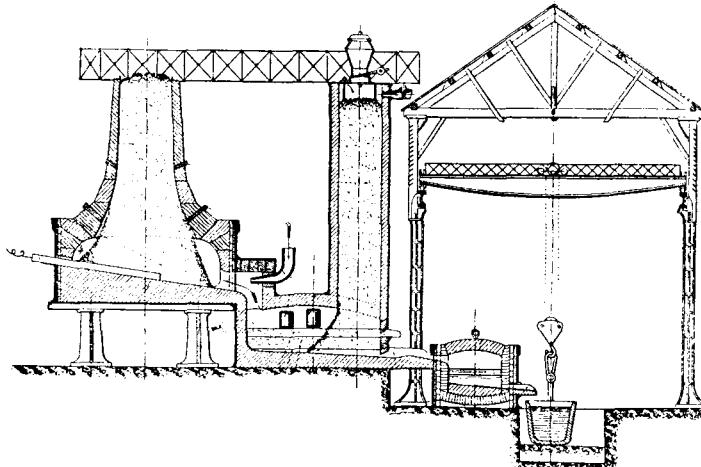


Fig. 7. Anlage von Harmet.

finanziellen und technischen Ergebnisse in Bälde weitere Mitteilungen machen wird.

Prozeß Keller<sup>4)</sup>.

Der Kellersche Prozeß zur elektrischen Stahlbereitung wird von der „Compagnie Electrothermique Keller, Leleux & Co.“ in Kerrousse bei Hennebont im französischen Departement Morbihan ausgeübt. Die Anlage ist mehrere Male abgeändert worden, bis sie zufriedenstellende Resultate ergab. Gegenwärtig besteht dieselbe aus zwei Öfen, deren erster als Schmelz- und Reduktionsofen und deren zweiter als Raffinationsofen dient.

Der erste der beiden Öfen steht etwas erhöht und ist ein Schachtofen, dessen Wände sich von oben nach unten erst allmählich, dann aber kurz über der Sohle plötzlich sehr stark erweitern, so daß Störungen im Niedergleiten des Schmelzgutes nicht stattfinden können. Sowohl in der Mitte des Schachtes wie an der Erweiterungsstelle über der Sohle befindet sich je eine Gruppe von je zwei Paar Elektroden, von denen die obere parallel, die untere hintereinander geschaltet ist. Die Schmelzung sowohl wie die Reduktion finden ausschließlich mit Hilfe der zwischen den beiden Elektrodengruppen spielenden mächtigen Lichtbögen statt. Die Sohle des Schachtofens ist geneigt, und über ihr befinden sich zwei Abstichöffnungen; die an entgegengesetzten Stellen angebracht sind: eine für die Schlacke, eine für das fertige Roheisen. Die Beschickung des Ofens mit Erzen, Kohle und Zuschlägen geschieht durch eine Gicht, die ähnlich wie die der Hohöfen ausgestaltet ist. Während das erste Elektrodenpaar den Schmelzprozeß einleitet, findet zwischen dem zweiten der Reduktionsprozeß statt. Das

<sup>4)</sup> Berg- u. Hüttem. Ztg. 1903, 3, 38; 41, 419.  
L'Eclairage électrique 1902, 41, 45.  
Eisen-Zeitung 1903, 21, 231.  
Electrochemical Industry 1903, 5, 162.  
Elektrochem. Z. 1901, 8, 156; 1902, 9, 20; 1903, 10, 92, 126.  
Electrochemist and Metallurgist 1903, 14, 28.  
L'Electrochimie 1902, 10, 146.  
Eng. and Min. Journ. 75, 524.  
Journal de l'Electrolyse 1901, 131, 1; 1902, 137, 4; 150, 3; 151, 3; 1903, 165, 2; 168, 4.  
Iron and Steel Institute Meeting 8/5. 1903.  
Kalender für Elektrochemiker 1904, 530.  
Kraft und Licht 1903, 7, 28.  
La Mois scientifique et industriel 1903, 43, 14.  
Patente:

D. R. P. 122271, 28/5. 1901.  
Frankreich 312470, 6/7. 1901.  
England 24234, 28/11. 1901.  
Revue Industrielle 1902, 423.  
Science Abstracts, 1902 1, 63.  
Z. f. Elektrochem. 9, 516, 555.

hierbei entstehende Kohlenoxyd wird in eine Kammer gesaugt und dort verbrannt. Die entstehende Wärme wird zum Vertrocknen des Rohmaterials verwendet. Je nach der Natur der Erze kann ein Teil des Kohlenoxyds auch zur Reduktion verwendet werden.

Das abgestochene Roheisen gelangt in den zweiten Ofen, den Raffinationsofen, der sich vollständig auf de Laval-Hérouultschen Prinzipien aufbaut. Es wird zunächst eine möglichst ausgiebige Schlackenbildung zu erzielen gesucht, was man dadurch erreicht, daß man nach der Methode des sogenannten „ore process“ schlackenbildenden Zuschlag und eine geringe Menge des ursprünglichen Erzes zusetzt. In die über dem Metalle stehende Schlackenschicht werden dann vier senkrechte und parallele Elektroden eingetaucht, jedoch nur so weit, daß zwischen ihrem unteren Ende und der Metalloberfläche noch eine Schicht von Schlacke bleibt, so daß also Metall und Elektrode sich nicht berühren. Der Strom nimmt dann denselben Weg, wie beim Hérouultschen Ofen, und es findet durch Verbrennung des Kohlenstoffs und sonstiger Verunreinigungen, sowie durch die Schlackenbildung selbst eine Raffination des Roheisens und die Umwandlung desselben in Stahl statt. Im Raffinierofen können auf einmal 15—20 Tonnen Stahl raffiniert und abgestochen werden.

Über die Kosten seines Verfahrens gibt Keller an, daß zur Herstellung einer Tonne Stahl 2800 Kilowattstunden nötig sind. Rechnet man das Kilowattjahr von 8400 Stunden zu 50 Franks, so ergibt sich einschließlich der Amortisation für die elektrische Energie pro Tonne Stahl ein Betrag von 16,50 Franks. Der Preis der Energie schwankt jedoch nicht minder nach den örtlichen Verhältnissen, wie die Preise für Arbeitskräfte, Erze usw., und er kann demnach pro Tonne Stahl, das Kilowattjahr zu 400 Franks gerechnet, auf 35 Franks steigen. Entsprechend diesen Schwankungen wird auch der Preis für das fertige Produkt sehr verschieden sein, und während dasselbe z. B. in der Anlage zu Kerrousse 90—100 Franks beträgt, würde derselbe Stahl in Chile für 45 Franks zu gewinnen sein.

Die Herstellung einer Anlage in Chile hat Keller Veranlassung zu einer interessanten Studie gegeben. Er kommt auf Grund dieser seiner Berechnungen zu dem Resultate, daß sich für manche Länder überhaupt nur ein elektrisches Verfahren zur Stahlerzeugung eignet, und daß in denselben die Errichtung gewöhnlicher Hochöfen als ausgeschlossen betrachtet werden müsse. Zu diesen Ländern gehören außer Chile hauptsächlich noch

Brasilien, Neu-Seeland usw. In denselben ist die Herstellung nicht nur des Stahls, sondern sogar diejenige des Roheisens wirtschaftlich nur auf elektrischem Wege möglich. Die Herstellungskosten der Tonne feinsten Stahles in Chile würden sich auf 45 Franks pro Tonne belaufen, wobei noch zu beachten ist, daß die Erze aus Neu-Seeland importiert werden müßten. Die Zusammensetzung eines derartigen, zur Stahlgewinnung

Roheisen, sondern lediglich Stahl gewonnen werden, der sich allerdings durch eine ganz außerordentlich hervorragende Qualität auszeichnet, und bei dem, wie hier gleich vorausgeschickt sei, in erster Linie diese Qualität es ist, welche die Rentabilität des Verfahrens herbeiführt. Dasselbe arbeitet nämlich teurer als die bisher besprochenen Verfahren, mit denen es auch in technischer Hinsicht in keinerlei Beziehung steht. Der

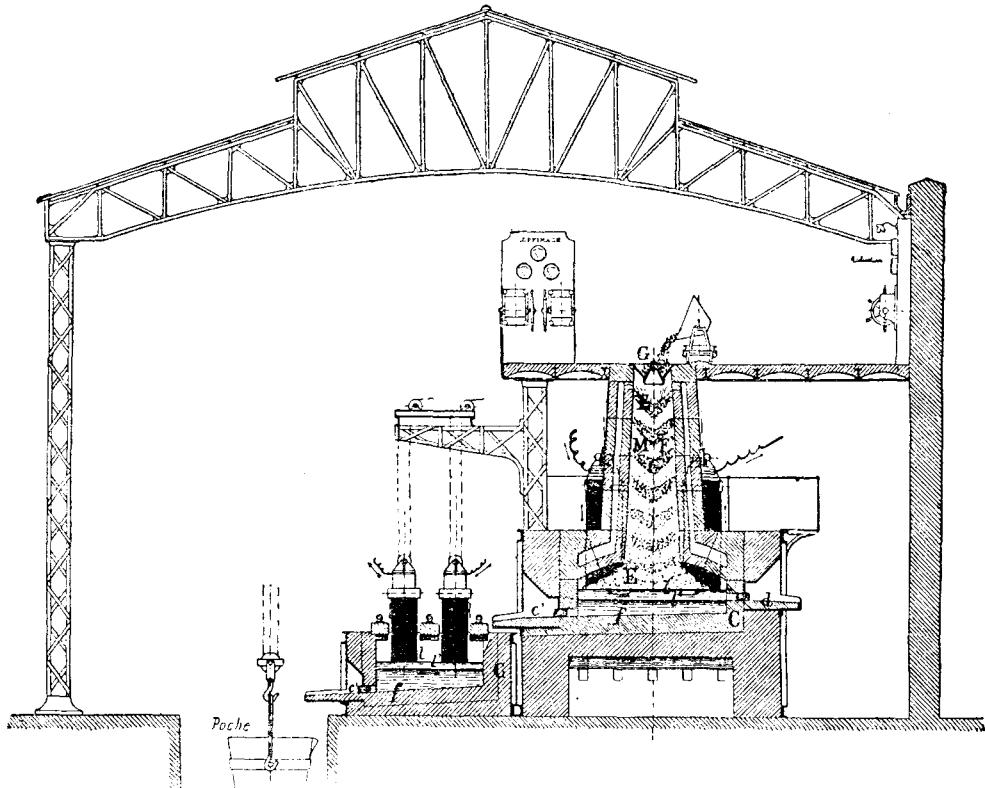


Fig. 8. Anlage von Keller.

außerordentlich geeigneten Neu-Seeländischen Erzes ist die folgende:

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	52,88
FeO	29,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,9
MnO	0,48
MgO	4,0
SiO <sub>2</sub>	3,8
TiO <sub>2</sub>	9,3

Keller bemerkt hierzu noch, daß es ihm durch besondere Ausgestaltung seines Verfahrens gelungen sei, aus diesem Erze die gesamte Titansäure auszuscheiden, so daß der gewonnene Stahl vollkommen titanfrei ist.

#### Prozeß Kjellin<sup>5)</sup>.

Nach diesem, in Gysinge in Schweden im Betriebe befindlichen Prozesse kann kein

- <sup>5)</sup> Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1903, 41, 494.  
 Dingl. Journ. 1902, 49, 784.  
 Electrical World and Engineer 1903, 551.  
 Electrochemical Industry 1903, 5, 162; 10, 576; 11, 376.  
 Elektrochem. Z. 1903, 10, 122.  
 Eng. and Min. Journ. 74, 78; 75, 524.  
 L'Industrie electrochimique, 1903, 10, 122.  
 Electrical Review 1902, 41, 112.  
 Journal de l'Electrolyse 1902, 149, 1; 150, 3; 151, 3; 153, 2; 154, 1.  
 Kalender für Elektrochemiker 1904, 526.  
 Le Mois scientifique et industriel 1903, 43, 7.  
 Patente:  
 D. R. P. 126606, 8.9. 1900.  
 Frankreich 305121, 23.10. 1900.  
 England 18921, 1900 (auf den Namen Benediks).  
 Amerika 682088, 3.9. 1901.  
 Österreich 5049, 1.5. 1901.  
 Polytechnisches Zentralblatt 1903, 13. April, S. 6.  
 Stahl und Eisen 1902, 18, 1022.  
 Z. f. Elektrochem. 8, 710; 9, 517, 555.

Gedanke, der dem Kjellinschen Verfahren zugrunde liegt, ist ein absolut origineller, an kein Vorbild sich anlehrender, und seine Ausgestaltung muß als eine geradezu geniale bezeichnet werden. Es wird hier der Stahl in einem elektrischen Ofen erzeugt, ohne daß Elektroden zur Anwendung kommen.

Das von Kjellin angegebene und vom Direktor Benediks der Gysinge-Werke im Verein mit ersterem durchgearbeitete und zu seiner heutigen Vollendung gebrachte Verfahren benutzt als Rohmaterial Roheisen und als Ofen einen elektrischen Transistor, bei welchem das in Stahl umzuwandelnde Metall einen niedrig gespannten Strom von hoher Intensität aufnimmt, während der primären Wicklung ein hochgespannter Wechselstrom zugeführt wird.

findliche ringförmige Metallbad im Metalle selbst einen Wechselstrom erzeugt. Da das Bad nur in einer Schicht rings um den Kern herum liegt, so ist die Stromkraft in demselben gleich derjenigen, die im Generator erregt wurde, multipliziert mit der Anzahl der Drahtwindungen in der Spule dd. In dem Maße, in welchem die Stromkraft steigt, vermindert sich die Spannung. Auf diese Weise kann man einen Generator für hochgespannten Wechselstrom zur Stahlerzeugung benutzen, ohne besondere Leitungen anlegen zu müssen, und ohne auf die Benutzung von Elektroden angewiesen zu sein, bei denen es besonderer Einrichtungen bedarf, um eine Koblung des Eisens zu vermeiden. Der chemische Prozeß besteht einfach darin, daß durch den tiefgespannten Wechselstrom mit

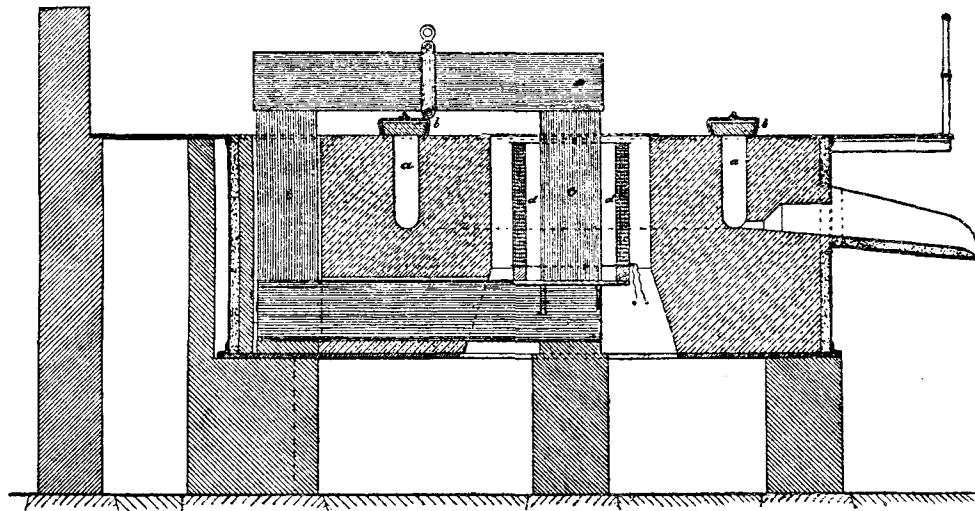


Fig. 9. Ofen Kjellin.

Bei dem Gysinge-Ofen, der seit Februar 1900 im Betrieb ist, bildet die kreisförmige Rinne aa den Ofenraum, dessen Boden und Seiten in Mauerwerk ausgeführt sind. Oben ist der Ofen durch die Deckel bb zugedeckt. In der Mitte des Kreises ist ein quadratischer Kern C angebracht, der aus dünnen weichen Eisenplatten zusammengesetzt und von einer Spule dd aus isoliertem Kupferdraht umschlossen ist. Der Kern geht über den Ofenraum hinaus und bildet ein Rechteck, das im Verhältnis zum Ofenraum sich in derselben Lage befindet, wie ein Gelenk einer Kette zum anderen. Die Drahtspule dd steht mit den Polen eines Wechselstromgenerators in Verbindung.

Solange der Wechselstrom durch die Spule hindurchgeht, entsteht im eisernen Kerne Magnetismus, dessen Kraft und Richtung sich fortwährend ändern, und der durch seine Einwirkung auf das im Ofenraum be-

hoher Stromkraft, der im Ofen selbst entsteht, das Eisen erhitzt wird, so daß der Kohlenstoff desselben verbrennt und eine Umwandlung in Tiegelgußstahl allererster Qualität stattfindet.

Bereits der am 18. März 1900 erzeugte erste Guß erwies die technische Brauchbarkeit des Verfahrens und zeigte die hervorragenden Eigenschaften des gewonnenen Stahls. War somit die technische Frage als gelöst zu betrachten, so bereitete die ökonomische desto größere Schwierigkeiten. Der Ofen faßte nur eine Charge von 80 Kilo, und mit der benutzten Dynamo von 78 Kilowatt waren in 24 Stunden nicht mehr als 270 Kilo Stahlguß zu erhalten. Es wurde deshalb sogleich ein zweiter Ofen mit größerem Eisenkerne gebaut, der im November 1900 fertig wurde. In demselben, der 180 Kilo faßte, und bei welchem die Chargen von 100 Kilo drei bis vier Stunden zur Um-

wandlung in Stahl benötigten, konnten in 24 Stunden 600—700 Kilo Stahl bei 58 Kilowatt effektiver Maschinenleistung geschmolzen werden. Da eine sogleich anzustellende Berechnung ergibt, daß das Verfahren nur bei Herstellung großer Öfen rentabel sein kann, so wurde beschlossen, an Stelle der am 11. August 1901 abgebrannten „Gysinge-Sulfitfabrik“ ein größeres Stahlwerk zu erbauen, bei dem die Betriebskraft durch eine Turbine von 300 Pferdekräften mit direkt angekoppeltem Generator geliefert wird und dessen Ofen 1800 Kilo zu fassen vermag. Die Produktion soll bei Ladung mit kaltem Rohmaterial mindestens 1500 Tonnen jährlich betragen. Zur Einmauerung sollen Quarzziegel verwendet werden; die Spannung des Wechselstromgenerators ist, um den Kupferverbrauch zu vermindern, auf 3000 Volt festgesetzt.

Die Ursache der im Vergleich zu anderen Verfahren höheren Kosten erhellt aus folgender Betrachtung. G. W. Siemens, der sich bereits in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts mit Versuchen zur elektrischen Darstellung von Stahl beschäftigte, berechnet die zur Herstellung von einem Kilogramm geschmolzenen Stahls erforderliche Wärmemenge auf 182 Kalorien, einer theoretischen Ausbeute von 84 Kilo Stahl per 24 Stunden und Pferdekraft entsprechend. Diese Berechnung hat den Fehler, daß sie weder Wärme, die das Gußeisen aus dem Hochofen mitführt, und die nach Leedebur auf 265 Kalorien zu veranschlagen ist, noch die Zapfungstemperatur des Stahles, die etwa 350° höher ist als die des Gußeisens, richtig in Anschlag bringt. Berücksichtigt man diese beiden Daten, so würde die erforderliche Wärmemenge per Kilogramm Stahl (spez. W. = 0,3; Temp. = 1500°)  $265 + 350 \times 0,3 = 370$  Kalorien betragen, so daß man also mit einer Kilowattstunde, die 860 Kalorien entspricht, 2,34 Kilogramm Stahl erschmelzen könnte, resp. nach Abzug des praktisch gefundenen Materialverlustes von 4% 2,2 Kilogramm. Im Gegensatz zu dieser theoretischen Ausbeute beträgt die technische aber nur 1,03 Kilogramm, was 47% der theoretischen entspricht und einem Energieverlust von 87,5 Kilowatt = 53% gleichkommt. Dieser Verlust setzt sich, wie besondere Versuche ergeben haben, in der Weise zusammen, daß 79,25 Kilowatt als thermische Verluste und 8,25 Kilowatt als elektrische und magnetische zu rechnen sind. Diese Zahlen treffen für den Fall zu, daß das Roheisen kalt in den Ofen kommt. Gießt man es geschmolzen ein, so stellen sich die Verhältnisse bedeutend günstiger.

Der große Betrag des thermischen Verlustes läßt es begreiflich erscheinen, warum nur bei Verwendung großer Öfen das Verfahren rentabel sein kann, also von Öfen, deren Ummauerung die Wärme nur langsam an die Umgebung abgibt, und deren abkühlende Wandflächen nicht in einem Mißverhältnis zu der im Ofenraum entwickelten Wärmemenge stehen.

Wenn das Verfahren trotzdem bereits beim zweiten Ofen in Gysinge nicht als unökonomisch bezeichnet werden konnte, so liegt dies, abgesehen vom Elektrizitätspreis, an der hervorragenden Qualität des produzierten Stahles, der sehr preiswert verkauft werden kann. Der erhaltene Stahl ist von überlegener Beschaffenheit und zeichnet sich durch starke Dichtigkeit, Gleichmäßigkeit, Zähigkeit und die Leichtigkeit, mit welcher er in kaltem, ungehärtetem Zustande auch bei sehr hohem Kohlenstoffgehalte bearbeitet werden kann, aus; er wirft sich beim Härteln nicht, noch reißt er. Die Ursache dieser wertvollen Eigenschaften liegt in dem vollständigen Fehlen von Gasen. Der gewöhnliche Tiegelgußstahl ist während des Schmelzens der Berührung mit Feuerungsgasen nicht ausgesetzt, und das Gleiche findet bei der elektrischen Stahlschmelzung statt. Nach dem Gysinge-Verfahren können auch Spezialstähle mit Nickel, Chrom, Mangan oder Wolfram hergestellt werden, die ebenfalls von sehr guter Qualität sind.

Die Gestaltungskosten für eine Tonne Stahl beliefen sich noch bis vor kurzem auf etwa 172 Mark, wobei ein Ofen zugrunde gelegt ist, dem jedesmal etwa eine Tonne entnommen werden kann, und dessen Herstellungskosten ca. 15 000 Kronen betragen. Hierbei ist für allgemeine Unkosten eine Summe von ca. 20 Mark zugrunde gelegt. Wie Herr Kjellin mir mitzuteilen die Freundlichkeit hatte, ist es ihm im Laufe des jüngsten halben Jahres gelungen, die Kosten in bezug auf verschiedene Punkte herabzumindern. So hat er, wie er schreibt, insbesondere große Fortschritte in bezug auf die Einfütterung des Ofens gemacht (die, wie erwähnt, sauer ist, jedoch auch basisch genommen werden kann), so daß der letzte Ofen eine Dauer ununterbrochenen Betriebes von zehn Wochen aufzuweisen hat. Für den Ofen, der in 24 Stunden 4100 kg produziert, betrugen die Reparaturkosten inklusive der Erneuerung des Mauerwerkes 2,35 M pro Tonne produzierten Stahles. Der Abbrand ist von 8% auf 3% heruntergegangen. Die Schmelzungskosten exklusive Material, Kraft, Zinsen und Generalunkosten berechnet Kjellin für den jetzigen Ofen, der ma-

ximal 165 Kilowatt = 225 elektrische Pferdekräfte in Anspruch nimmt, zu ungefähr:

Materialien und Arbeit für

Reparatur . . . . .	M	2,35
Arbeitsl. beim Schmelzen	,	8,40
Coquillen . . . . .	,	1,68
Beleuchtung . . . . .	,	0,22
Diverse . . . . .	,	4,80

Unkosten pro Tonne Stahl-

ingots . . . . . M 17,45.

Einige in Gysinge analysierte Stahlproben lieferten folgende Resultate:

Probe I	II	III
C 1,450 %	1,200 %	0,950 %
Si 0,470 ,	0,740 ,	0,350 ,
Mn 0,490 ,	0,460 ,	0,330 ,
P 0,011 ,	0,013 ,	0,014 ,
S 0,010 ,	0,010 ,	0,015 ,

Prozeß Girod<sup>6)</sup>.

Über den Prozeß ist verhältnismäßig wenig bekannt. Eine Anlage soll bei Courtepin in der Nähe von Freiburg in der Schweiz im Bau begriffen sein. Die Grundlage des Prozesses bildet ein Ofen, der aus einem je nach Bedarf mit Graphit oder feuerfesten Steinen ausgemauerten Tiegel A

besteht, und der durch den Widerstand, den eine um ihn gebettete Masse B, die aus einem Graphitgemenge hergestellt ist, dem Strom darbietet, in Glut versetzt werden soll. Der Strom tritt durch die Elektroden P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, ein, die voneinander isoliert sind. Er ist ähnlich wie eine Bessemerbirne um eine horizontale Achse, die gleichzeitig der Stromzuleitung dient, drehbar. Als ein Vorzug wird hervorgehoben, daß sich die Elektroden niemals abnutzen können, da sie mit dem zu reduzierenden Material nicht in Berührung kommen. Ob das letztere nicht zu stark gekohlt wird, darüber schweigt sich der Er-

finder ebenso wie über verschiedene andere Punkte vollkommen aus. Mit 150 Kilowatt sollen pro Stunde 150—200 kg Stahl zu gewinnen sein. Die Regelung der Temperatur soll keine Schwierigkeiten darbieten.

Prozeß Neuburger-Minet<sup>7)</sup>.

Die vorstehend geschilderten Verfahren eignen sich, wie die am Schlusse dieser Abhandlung anzustellende Betrachtung über die Wirtschaftlichkeit und Ökonomie derselben zeigen wird, in erster Linie nur für solche Länder, welche reich an Wasserkräften und arm an Erzen sind. Alle Autoren, welche diese Verhältnisse in den Kreis ihrer Berechnungen gezogen haben, sind darüber einig, daß auch in an Wasserkräften milder reichen Ländern, wie in Deutschland, die

Darstellung von Stahl auf elektrischem Wege ein aussichtsvoller Zweig der Technik sein wird, wenn man zu derselben die in den Abgasen der Hochöfen zu Gebote stehende Energie nutzbar verwendet. Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, haben die Erfinder ihr Verfahren ausgearbeitet. Die Basis derselben bildet ein

elektrischer Ofen, der so konstruiert ist, daß er eine dreifache Wärmeausnutzung von Gasen und Abgasen der verschiedensten Art gestattet, so daß bei demselben die Kosten der Heizung bei elektrometallurgischen Verfahren auf ein Minimum reduziert werden. Zu dieser ersten Ersparnis läßt sich durch Verwendung der genannten Gase und Abgase zur Elektrizitätserzeugung eine weitere hinzufügen.

Außer zur Darstellung von Stahl und verschiedenen Eisensorten soll der Ofen auch zur Gewinnung von Eisenlegierungen, Chromstahl, Wolframstahl, Manganstahl, Ferrosilicium usw. dienen.

<sup>6)</sup> L'Industrie électrochimique 1903, 9, 63. <sup>7)</sup> Elektrochem. Z. 1902, 9, 139; 10, 106, 121. Journal de l'Elektrolyse 1903, 160, 4; 176, 1. Kraft und Licht 1903, 5, 55. Patente:

Verschiedene.

Z. f. Elektrochem. 8, 457, 830.

Frankreich 329822, 28/2. 1903.

Elektrochem. Z. 1904, 10, 236.

Der Ofen bezieht die gleichzeitige Ausnutzung dreier Wärmequellen: 1. der brennenden oder nicht brennenden Hochofengase; 2. der armen oder reichen brennenden Gase, die von Gasanstalten oder Gaserzeugern geliefert werden; 3. der Elektrizität in der Form des zu behandelnden Stoffes durchfließenden Stromes oder in Form eines Lichtbogens. Der selbe besteht (Fig. 11, Vertikallängsschnitt und Fig. 12, Horizontallängsschnitt) aus einer zentralen Reaktionskammer W, die mit einem Abflußloch T versehen und von den Heizkammern SSSS durch Wände DDD getrennt ist, deren Natur je nach den Reaktionen und dem Reaktionsprodukt verschieden ist; die Heizkammern SSSS nehmen durch die Öffnungen oooo hindurch entweder die Hochofengase durch die Kanäle CC auf oder die reichen oder armen Gase der Kanäle CC, die von einem Gaserzeuger oder einer Gasanstalt geliefert werden, und deren Verbrennung dort erfolgt; sie sind von den zu erhitzen Kammern RRRR durch Wände BBBB aus feuerfestem Ton getrennt, in denen Feuerkanäle U angebracht sind, die durch Luftlöcher V in die Verbrennungskammern SSSS einmünden; die zu erhitzen Kammern RRRR werden von den Hochofengasen passiert, von denen ein Teil in den Feuerkanal CC eintritt, der mit einer den Gaszutritt regulierenden Klappe X (Fig. 12) versehen ist. Dieser Teil muß in SSSS verbrennen; die Hochofengase treten zum Teil intakt aus RR aus und können für gewöhnliche Zwecke oder auch zur Speisung von Gasmotoren verwendet werden.

Man kann mit diesem Ofen alle Temperaturen erzielen, die bei metallurgischen und elektrometallurgischen Verfahren in Betracht kommen, von den beim Ausglühen gewisser Metalle verwandten Temperaturen von 200°

(in diesem Falle benutzt man zum Heizen des Ofens nur die Hochofengase ohne Verbrennung) bis zu den höchsten Temperaturen, wie die zur Darstellung von Eisen und Stahl aus den Erzen erforderlichen; im letzteren Falle werden die Rohsubstanzen vorher auf 1500° erwärmt, und die dann noch erforderlichen Wärmebeträge werden durch die Elektrizität geliefert, deren Verbrauch ebenfalls auf ein Minimum reduziert ist.

Die Anordnung der Elektroden variiert je nach der Natur der Reaktionen und dem für die Produkte erforderlichen Reinheitsgrad. Wenn diese frei von Kohlenstoff sein sollen, so werden die Elektroden in der in Fig. 11 und 12 angegebenen Weise angeordnet, d. h. die Lichtbögen gehen oberhalb und im Mittelpunkt der Wände DDDD der mittleren Wanne über.

Wenn die Produkte einige Beimengungen von Kohlenstoff ertragen können, wie diese von der Abnutzung der Elektroden in der Nähe des Bogens herrühren können, so kann man die Anordnung der Fig. 13 wählen.

Wenn schließlich die Produkte mit einer beliebigen Menge Kohlenstoff in Kontakt kommen können, so wählt man die Anordnung der Fig. 14 und 15; die Kohlelektroden bilden den einen Pol und werden senkrecht im Mittelpunkt der Wanne W angebracht, etwas oberhalb von den zu behandelnden Substanzen; das erhaltene Produkt stellt den andern Pol (am

besten den negativen) dar; auf diese Weise wird der Ofen ein Kathodenofen. Auch das bei verschiedenen der vorhergehenden Verfahren angeführte Zwischenschalten von Schlacke zwischen Elektrode und Metall, wie es zuerst von de Laval angegeben wurde, und wie es für manche Zwecke als vorteilhaft sich erwiesen hat, läßt sich bei diesem Ofen leicht durchführen.

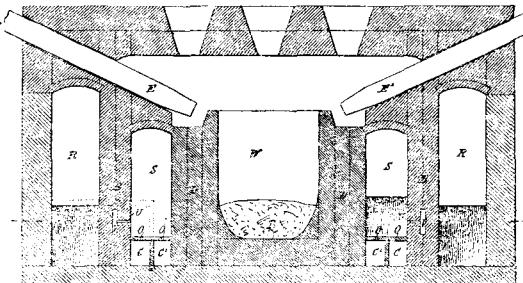


Fig. 11. Ofen Neuburger-Minet.  
(Vertikallängsschnitt.)

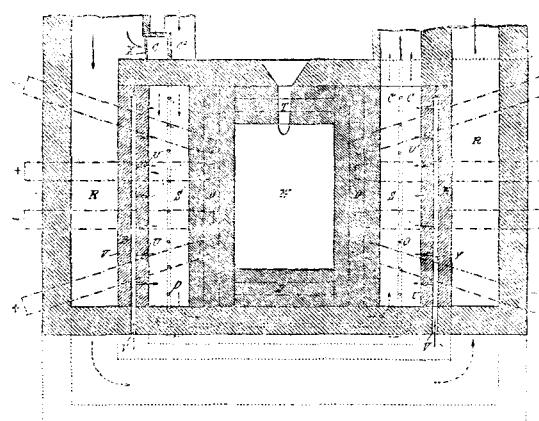


Fig. 12. Ofen Neuburger-Minet.  
(Horizontallängsschnitt.)

Die Natur der Wände variiert je nach der zu behandelnden Substanz und den zu erzielenden Produkten; bei den Methoden, bei denen die Produkte keinen oder nur wenig Kohlenstoff enthalten dürfen, wie bei der Elektrometallurgie des Eisens, wählt man als Grundstoff Kalk, Tonerde oder Magnesia,

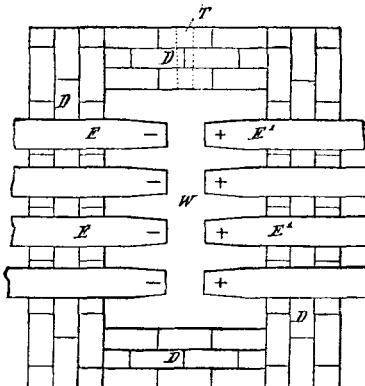


Fig. 13.

eventuell auch je nach der Natur der Materialien eine sauere Ausfütterung.

#### Prozeß Conley<sup>8)</sup>.

Im Anschluß an die vorstehenden seien noch einige amerikanische Verfahren in Kürze beschrieben, die in mancher Hinsicht des

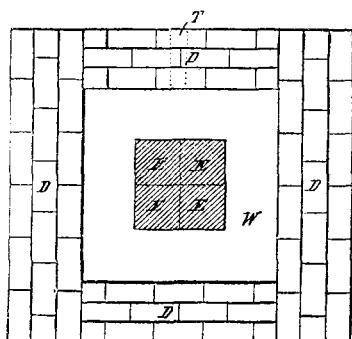


Fig. 14.

Interesses nicht entbehren. Beim Conley'schen Verfahren kommt ein senkrechter

<sup>8)</sup> Electrical World and Engineer 1902, 731.  
Eisen-Zeitung 1903, 21, 231.

Elektrochem. Z. 1903, 10, 82, 126.

Electrochemist and Metallurgist 1902, 2, 16.

L'Electrochimist 1902, 2, 12.

Eng. Min. Journ. 75, 524.

L'Industrie électrochimique 1903, 1, 2.

Journal de l'Electrolyse 1902, 141, 3.

Kalender für Elektrochemiker 1904, 531.

Le Mois scientifique et industriel 1903, 43, 17.

Patente:

Amerika 697810,

730746, 9./6. 1903.

Frankreich 320112, 1/4. 1902.

Science Abstracts 1902, 5, 592.

Z. f. Elektrochem. 9, 555.

Ch. 1904.

Widerstandsofen zur Verwendung, der die Form eines umgekehrten Kegelstumpfes hat. In demselben wird sowohl Roheisen wie Stahl hergestellt. In der Ofenwand befinden sich zwei Kränze von Elektroden aus einem Graphit-Tongemenge, von denen der obere den Schmelzprozeß, der untere den Reduktionsprozeß einleiten soll. Um für den letzteren die Wärme zu konzentrieren, und ein vollständiges Erhitzen des gesamten Schmelzflusses auf die nötige Temperatur durchzuführen, ist der Reduktionsraum so ausgestaltet, daß möglichst wenig Hitze durch Strahlung verloren gehen kann, und daß immer nur verhältnismäßig geringe Mengen des zu reduzierenden Materials in demselben sich befinden. Über die Kosten der Herstellung von 100 Tonnen Stahl nach seiner Methode macht Conley selbst folgende Angaben:

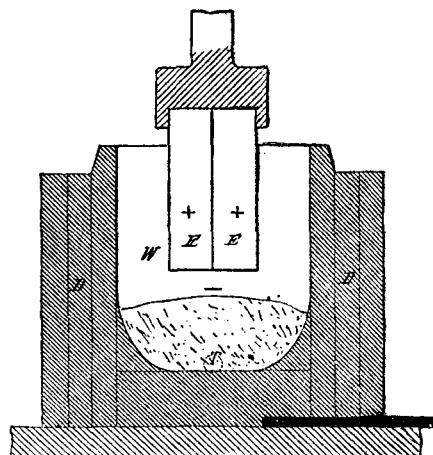


Fig. 15.

5000 PS (75 Fr. per Jahr)	
pro Tag . . . . .	1250 Fr.
30 Tonnen Koks à Tonne	
Fr. 10,-- . . . . .	300 ,
200 Tonnen Erz, 65%,	
à Tonne Fr. 17,50 . .	3500 ,
Reparaturen und Unter-	
haltung . . . . .	250 ,
Arbeitskräfte . . . . .	625 ,
	5925 Fr.

Es berechnet sich demzufolge der Preis der Tonne Stahl auf 59,25 Fr. wobei die in Buffalo üblichen Preise zugrunde gelegt sind.

Conley hat noch einen zweiten Ofen konstruiert, über dessen Anordnung nichts bekannt ist, dessen Hauptvorzug jedoch darin bestehen soll, daß er in einer Stunde betriebsfertig sein kann, und der im Gegensatz zu dem ersterwähnten Ofen, welcher gewöhnlichen Stahl produziert, Tiegelgußstahl feinster Sorte liefert. Die Kostenberechnung für diesen

Ofen und Stahl (24 Tonnen Stahl in 24 Stunden) ergibt (nach Conley) folgendes:

Kraftverbrauch	1250 PS	312,50 Fr.
12 Tonnen Eisenabfälle		
à Tonne 140 Fr.	1680,—	,
12 Tonnen Gußstücke		
à Tonne 80 Fr.	960,—	,
Arbeitskräfte	325,—	,
Unterhaltung	135,—	,
		3412,50 Fr.

Der Preis für eine Tonne feinsten Tiegelgußstahls beträgt demnach bei diesem Verfahren 142,19 Fr. = 113,75 M.

#### Prozeß Ruthenburg.<sup>9)</sup>

Dieser Prozeß ist ganz und gar örtlichen Verhältnissen angepaßt und unterscheidet sich von allen bisher

besprochenen wesentlich. Er soll da in Kraft treten, wosolche feinkörnige oder pulverförmige oder auch leicht zu pulverisende magnetische Erze vorkommen, die im gewöhnlichen Hohofen außerordentlich schwer zu behandeln sind.

Der Ofen selbst besteht aus zwei mit der Spitze nach unten stehenden Hohlkegeln, die mit starken Drahtwicklungen umgeben sind, so daß sie beim Durchsenden des Stromes sich in Elektromagnete umwandeln, welche die magnetischen Erze festhalten und sie nur langsam und in genau regulierbarer Weise nach unten gleiten lassen. Das aus den Spitzen austretende Erz, das vorher mit einer ent-

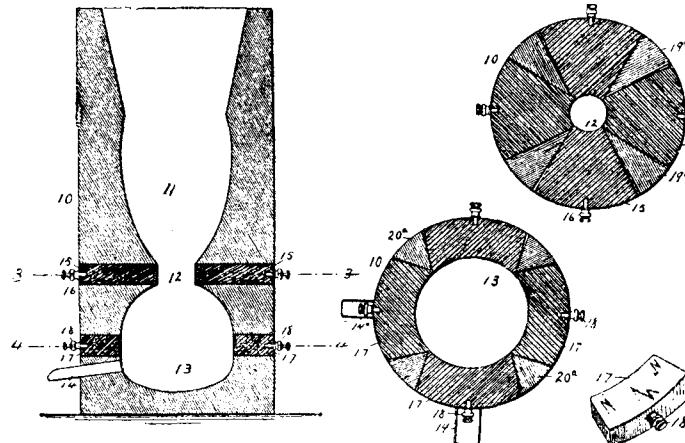


Fig. 16. Ofen Conley mit Details der Elektrodenanordnung an den beiden Elektrodenringen und Ansicht einer Elektrode.

sprechenden Menge Kohle gemischt wurde, fällt dann zwischen zwei sich drehende zylindrische Walzen, zwischen welchen es eine elektrische Brücke bildet und in Glut gerät, wodurch es geschmolzen und reduziert wird. Durch den Reduktionsvorgang entsteht Eisen, das unmagnetisch ist und sofort in eine Grube fließt. Bei einer neueren Abänderung seines Verfahrens (dasselbe hat eine Anzahl von Variationen erlitten) findet zwischen den Walzen nur eine Schmelzung statt, und die Reduktion erfolgt erst in der Grube. Der Kraftbedarf für eine Tonne Erz beträgt etwa 250 Kilowattstunden. Nach den Angaben des Erfinders findet bei diesem Verfahren gleichzeitig eine Entschwefelung und Entphosphorung des Eisens statt.

Die wirtschaftliche Bedeutung<sup>10)</sup> der Verfahren zur Herstellung von Eisen und Stahl auf elektrischem Wege ist von verschiedenen Seiten eingehend gewürdigt worden. Alle, welche sich mit dem Studium dieser Frage beschäftigt haben, sind der Ansicht, daß denselben eine zukunftsreiche

Entwicklung bevorsteht, die freilich je nach den örtlichen Verhältnissen eine verschiedene sein wird. Während es die Anzahl und Kraft der Wasserfälle und die Beschaffenheit der Erze in manchen Ländern gestatten werden, den Hohofen ganz zu umgehen und Roheisen oder Stahl direkt aus den Erzen zu gewinnen, wird in anderen Ländern wiederum nur die Gewinnung von Stahl möglich sein, die sich insbesondere für gewisse Stahlsorten lukrativ wird ausgestalten lassen, besonders dann, wenn zur Stahlbereitung die Energie der Hohofengase in

<sup>9)</sup> Chem.-Ztg. 1903, 88, 1083.

Electrical World and Engineer 1901, 22, 895.  
Electrochemical Industry 1902, 4, 141; 1903, 6, 202.

Elektrochem. Z. 1903, 10, 124, 216.  
Electrochemist and Metallurgist 1902, 3, 12.  
Jahrb. der Elektrochemie 1902, 516.  
J. de l'Electrolyse, 1902, 139, 2; 1903, 164, 1.  
Le Mois scientifique et industriel 1903, 43, 12.  
Patente:

D. R. P. 138659.

Amerika 687505,

England 13867.

Science Abstracts 1902, 7.  
Transactions of the American Electrochemical Society 1903, 4, 19.

<sup>10)</sup> Eisenzeitung 1903, 21, 231.  
Electrochemical Industry 1903, 7, 247; 8, 277.  
Elektrochem. Z. 1901, 8, 16; 1903, 10, 213, 126.  
Elektrotechn. Rundschau 1902/03, 20, 136.  
L'Industrie électrochimique 1902, 1, 4.  
J. de l'Electrolyse, 1903, 174, 4; 175, 6.  
Kalender für Elektrochemiker 1904, 531.  
Le Mois scientifique et industriel 1903, 3, 25.  
Stahl u. Eisen 1901, 433—489.  
Z. f. Elektrotechnik 1903, 47, 656.

Verbindung mit einem, den speziellen Verhältnissen angepaßten Verfahren, resp. Ofen Verwendung findet.

Die vorliegenden Verhältnisse sind erst vor kurzem von Louis Simpson zum Gegenstand einer Studie gemacht worden. Dieser beklagt zunächst, daß für vergleichende Kostenberechnungen eine einheitliche Basis fehlt, da die Angaben, so weit sie zugänglich sind, vielfach Lücken aufweisen. Trotzdem nimmt Simpson für heute schon so viel als erwiesen an, daß da, wo ein elektrischer Hohofenbetrieb nicht ratsam erscheint, der elektrische Betrieb zur Stahlbereitung geeignet sein dürfte, denselben in ökonomischer Hinsicht zu ergänzen. Er nimmt ferner an, daß die Qualität von im elektrischen Ofen erzeugten Stahl gleichmäßig ist, und es scheine fast, als ob dieselbe durchweg höher stände, als die von gewöhnlichem Stahl. Die Vorteile des elektrischen Verfahrens faßt er in folgenden Punkten zusammen:

1. Der auf elektrischem Wege hergestellte Stahl ist gleichmäßiger in seiner Qualität und kompakter.

2. In einem und demselben Werk, auch wenn es nicht groß ist, können verschiedene Qualitäten von Stahl und Stahllegierungen, und zwar mit minimalem Kostenaufwand hergestellt werden.

3. Die Leistungsfähigkeit des Werkes kann leicht gesteigert werden. Der Betrieb kann, ohne daß die Öfen Schaden nehmen, nach Wunsch geschlossen und in jedem Augenblick wieder aufgenommen werden.

4. Es ist nur eine geringe Zahl geschulter Arbeitskräfte nötig.

5. Die Kosten der erforderlichen Kraft werden durch die verminderten Kosten der Öfen aufgewogen.

6. Der Betrieb ist mit weniger Störungen verbunden. Bei Reparaturen braucht derselbe nicht unterbrochen zu werden. Die geringen Kosten der Anlage eines elektrischen Ofens gestatten vielmehr den Bau von Reserveöfen, die in solchen Fällen leicht und schnell in Betrieb genommen werden können.

Auch Goldschmidt hat über die Rentabilität der Verfahren, insbesondere mit bezug auf deutsche Verhältnisse eingehende Berechnungen angestellt. Diese Berechnungen haben den Vorzug, daß sie, da Goldschmidt als Vertreter des deutschen Patentamtes keinerlei Interesse hatte, auf einwandsfreier Basis beruhen. Zunächst bestätigt Goldschmidt das überraschende Ergebnis, daß in Darfo in der Tat die Tonne Stahl zum Preise von etwa 75 M. hergestellt werden

kann. Bei diesem Preise spielen allerdings die reinen italienischen Erze, sowie die in Italien so billigen Arbeitskräfte eine Rolle. Goldschmidt hat sich dann die Mühe gemacht, die Kosten auf deutsche, insbesondere westfälische Verhältnisse umzurechnen, und ist dabei zu dem Ergebnis gekommen, daß die Tonne des nach dem Stassanoschen Verfahren hergestellten Stahles in Westfalen etwa 150—170 M kosten würde. Der Stahl könnte also mit gewöhnlichem Stahl, von dem die Tonne im allgemeinen für weniger als für 100 M hergestellt wird, nicht konkurrieren, wohl aber mit Tiegelgußstahl, insofern er an Qualität diesem entspricht, von dem die Tonne etwa 300 M kostet, und der dann allerdings außerordentlich billig wäre. Er schlägt vor, zu diesem Zwecke gewöhnliches im Hohofen erblasenes Roheisen zu raffinieren.

Im Anschluß an die Goldschmidtschen Ausführungen wiesen Mathesius und Grabau darauf hin, daß sich durch die Einrichtung derartiger Betriebe auch am besten eine rationelle Ausnutzung der Kraftüberschüsse der Hohofengase erzielen lasse.

Die Kellerschen Berechnungen beziehen sich hauptsächlich auf außereuropäische Verhältnisse, und er hebt hervor, daß man auch aus minderwertigen Erzen auf elektrischem Wege Masseln herstellen kann, welche so gut wie die schwedischen sind. Der geringe Kohlenverbrauch gestattet, Kohle bester Qualität zu verwenden, und der heiße Gang ohne Überschuß an Kohle macht es möglich, ultrabasische Schlacke zu erzeugen, die alle Verunreinigungen aufnimmt.

In Übereinstimmung mit den vorstehenden Autoren befindet sich der französische Metallurge Gin, der auf Grund eingehender Studien zu dem Resultate gelangt, daß zwar die elektrometallurgische Behandlung von Eisen-erzen in denjenigen zivilisierten Ländern eine Utopie ist, in denen Steinkohlen produziert werden, und in denen für genügende Transportmittel zu Wasser und zu Lande gesorgt ist. Sieht man jedoch von der direkten Behandlung der Erze ab, und beschränkt man sich auf die Produktion von Stahl mittels des im Hohofen dargestellten

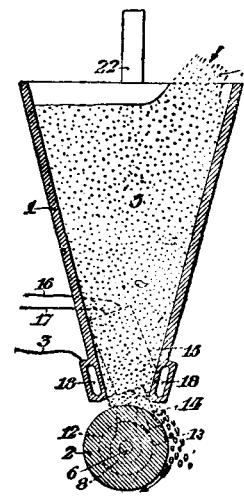


Fig. 17. Ofen Ruthenburg.

Roheisens, so gestalten sich die Aussichten ganz anders. Dann lassen sich die Martinöfen mit Vorteil durch Apparate ersetzen, in denen elektrische Energie verwendet wird. Ganz besonders rationell wird sich aber die Stahlgewinnung auf elektrischem Wege gestalten, und zwar auch in denjenigen Gegenden, wo Steinkohle in Menge produziert wird, wenn man zur Erzeugung der Elektrizität die Abgase der Hohöfen benutzt. GIn sieht in einer derartig ausgestalteten Anlage einen technischen Betrieb von höchster Vollkommenheit. Ein solcher Betrieb würde aus dem gewöhnlichen Hohofen zum Schmelzen, dem Bessemerapparat zur Herstellung minderwertiger Stahlsorten und Einrichtungen zu Verwendung der Hohofengase zur Erzeugung der elektrischen Energie bestehen, welche wiederum in einem besonderen Läuterungsapparat, in dem die feinen Stahlsorten erzeugt würden, ausgenutzt würde. Eine bessere Ausnutzung der in der Steinkohle aufgespeicherten Energie als eine derartige Anlage lässt sich, wie GIn auf Grund seiner Berechnungen darstellt, überhaupt nicht denken.

## ✓ Fortschritte auf dem Gebiete der Terpene und ätherischen Öle.

Von F. ROCHUSSEN.

### I. Teil. Allgemeines.

Die rückläufige Bewegung, die das Erwerbs- und Verkehrsleben Deutschlands etwa um die Jahreswende 1900/1901 ergriff und besonders stark sich in der Eisen- und der Textilindustrie fühlbar machte, hat die chemische Industrie verhältnismäßig wenig berührt. Im großen und ganzen ist sie aus den wirtschaftlichen Erschütterungen der letzten Jahre heil hervorgegangen, ein Umstand, der sich auch in den Umsätzen und den finanziellen Ergebnissen der maßgebenden Fabriken kundgibt und durch folgende, verschiedenen Quellen entnommene Zahlenangaben veranschaulicht wird.

Während in der Industrie der ätherischen Öle und Riechstoffe die Umsätze der Hauptsache nach sich gleich blieben oder eine mäßige Steigerung erfuhr, sind die Preise für einzelne wichtige Artikel, wie Vanillin, Cumarin, Heliotropin, dank einem die Nachfrage weit übersteigenden Angebotes beträchtlich gesunken. Eine vorübergehende starke Aufwärtsbewegung erfuhr in den beiden vergangenen Jahren, über die hier kurz Bericht erstattet werden soll, hauptsächlich Pfefferminzöl und das daraus gewonnene Menthol, die beide plötzlich infolge einer in Amerika inszenierten Hause fast den doppelten, ja noch höheren Wert erreichten und zeitweilig kaum zu beschaffen waren. Ganz neuerdings ist der Preis des Nelkenöls und demgemäß auch des Eugenols ebenfalls gestiegen. Ferner scheint für den Kampfer, dessen Gewinnung, Reinigung und Verkauf in Formosa und (seit dem 1. Oktober 1903) in Alt-Japan Monopol der japanischen Regierung ist, eine Aufwärtsbewegung bevorzustehen, eine Befürchtung, die bei der vielfachen Verwendung des Kampfers in den Gewerben keinesfalls zu unterschätzen ist; betrug doch in den ersten drei Quartalen von 1903 die Kampfereinfuhr nach Deutschland 1141 Tonnen. Naturgemäß würde auch eine Preissteigerung des Kampferöls und damit des als Parfüm für billige Schnierseifen sehr geschätzten Safrols und des Heliotropins zu erwarten sein. Erwähnenswert ist, daß seit dem Erlöschen der Patente zur Darstellung des künstlichen Moschus (Trinitrobutyltoluol und verwandte Körper) der Preis von 1900 M auf ca. 125 M pro kg gefallen ist.

Überblickt man die Fortschritte der beiden letzten Jahre auf dem in Frage stehenden Gebiet, so beanspruchen nach Hesse vorzugsweise zwei Umstände unser Interesse. Seit längerer Zeit ist die Technik bemüht, die Zusammensetzung der natürlich vorkommenden ätherischen Öle systematisch möglichst

	1898	1899	1900	1901	1902	1903 Jan.—Sept.
Zahl der chemischen Betriebe . . . . .	?	6589	6911	7169	7352	?
darin beschäftigten Vollarbeiter . . . . .	?	135350	143119	153001	156488	?
Ausfuhrwerte von Rohstoffen und Fabrikaten der chem. Industrie Deutschlands in 1000 Mark	?	409869	397617	408366	430411	?
Einfuhrwerte derselben . . . . .	?	?	331365	331593	322867	?
Ein- und Ausfuhr ätherischer Öle (außer Terpentin- und Kampferöl).						
Einfuhr, Menge in Tonnen . . . . .	?	416	421	417	409	315
Werte in 1000 M . . . . .	?	5938	5631	5192	6309	?
Ausfuhr, Menge in Tonnen . . . . .	287	351	380	388	425	304
Werte in 1000 M . . . . .	2871	3862	4634	4658	5683	?
Ausfuhr von Parfümerien, wohlriechenden Fetten und Wässern, Seife in Täfelchen						
Menge in Tonnen . . . . .	?	?	?	5903	6571	6262
Werte in 1000 M . . . . .	12972	15415	15048	15678	15570	?