

Die vorbeschriebenen Stäbe und Füße ergeben folgende

### 34 Zusammensetzungen:

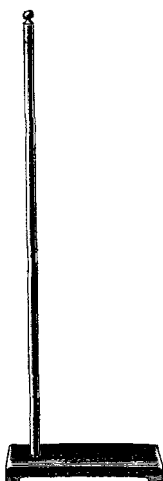


Fig. 4.

Asa—Bsb—Bsbm—Bsc—Bscm  
Csc—Cscm—Csd—Dsc—Dsd—Dse  
Esc—Esd

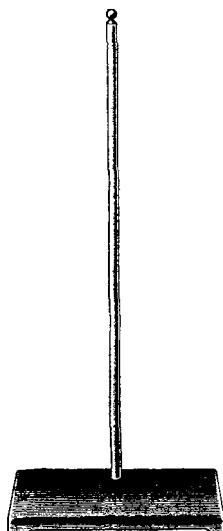


Fig. 5.

Dlc—Dlcm—Dld

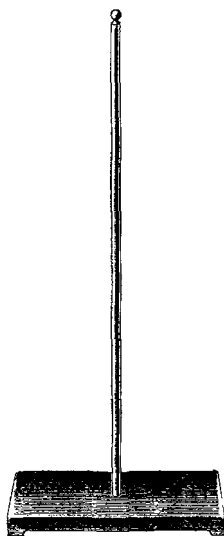


Fig. 6.

Dzc—Dzd—Ezc—Ezd—Eze



Fig. 7.

Fa—Gb—Gbm—Hc  
Hcm—Ic—Id—Ie

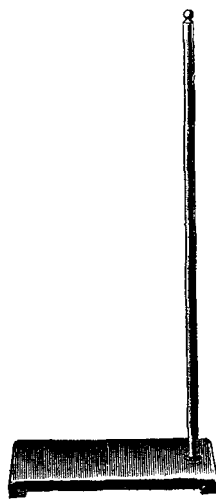


Fig. 8.

Ksbm—Kscm

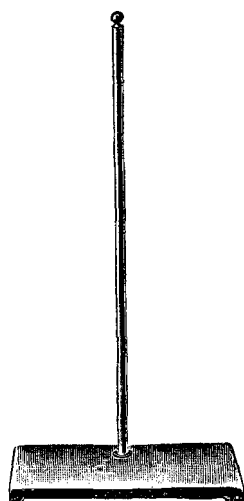


Fig. 9.

Llcm

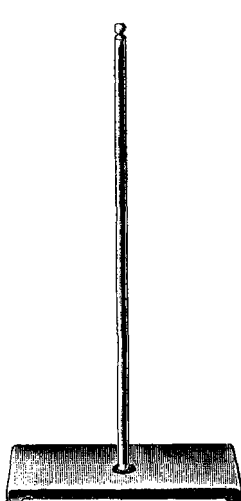


Fig. 10.

Lzcm

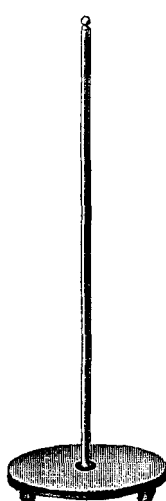


Fig. 11.

Mzcm

1. Ständer für Lampen usw.

auf Platte: Asa.  
auf Dreifuß: Fa.

2. Ständer für Filtrierarbeiten usw.

auf Platte: Bsb—Bsbm.  
auf Dreifuß: Gb—Gbm  
auf Porzellanplatte: Ksbm.

3. Ständer für Büretten usw.

auf Platte: Bsc—Bscm—Dlc—Dlcm  
auf Dreifuß: Hc—Hcm  
auf Porzellanplatte: Kscm—Llcm—Lzcm—Mzcm.

4. Bunsenständer:

auf Platte: Csc—Cscm  
auf Dreifuß: Hc—Hcm.

5. Ständer für lange, leichte Apparaturen.

auf Platte: Csd—Dsd—Dld—Dzd

6. Ständer für große und schwere Apparaturen, Rühr- und Schüttelwerke usw.

auf Platte: Dsc—Dsd—Dsc—Dlc  
Dld—Dzc—Dzd—Esc  
Esd—Esc—Ezc—Ezd—Eze  
auf Dreifuß: Ic—Id—Ie.

Diese Auswahl von Laboratoriumsständen verringert die Zahl der aus den verschiedenen Katalogen festgestellten Größen um mehr als die Hälfte, deckt aber nach Ansicht des Ausschusses jedes Bedürfnis.

Über die vom Ausschuss zurzeit bearbeiteten Ständerteile, wie Ringe, Klemmen usw. wird in weiteren Artikeln berichtet werden.

[A. 49.]

## Über die Fortschritte auf dem Gebiete der Eisenhüttenkunde in den letzten Jahren.

Von Dr. Ing. K. DORNHECKER.

(Schluß von Seite 104.)

Ein Fortschritt auf dem Gebiete des Generatorbaues zur Vergasung auch minderwertiger Brennstoffe ist der Schlackenabstichgenerator, wie er von der Firma Paul Würth, Luxemburg in einer Form ausgeführt wird, die sich an eine schon früher in der Praxis ausgeführte Bauart anlehnt. Der Generator gleicht einem kleinen Hochofen<sup>54)</sup>, mit Schacht, Rast und Gestell von der Höhe eines gewöhnlichen Drehrostgenerators. Im Gestell befinden sich zwei Schlackenabstichlöcher, die Vergasungsluft wird durch 6—8 wassergekühlte Düsen zugeführt. Die Brennstoffaufgabe erfolgt wie gewöhnlich von oben durch einen Fülltrichter mit doppeltem Verschluss. Zur Vergasung gelangt im allgemeinen kleinstückiger Koks von 10—60 mm Körnung unter Zusatz von 10—12% gekörnter Hochofenschlacke. Der Abstich der Schlacke erfolgt ungefähr alle 2 Stunden, wobei auch noch geringe Mengen Roheisen fallen, die sich zu Masseln absetzen. Anfangs ergaben sich im praktischen Betrieb große Schwierigkeiten; erst durch Einführen von Dampf oberhalb der Düsen gelang es, ein regelmäßiges Nachrutschen des Brennstoffes und einen glatten Abstich der Schlacke zu erzielen. Nach Einführung der „Dampfzone“ arbeiten die Würth-Generatoren vollkommen betriebssicher.

Außer dieser Form des Abstichgenerators wird noch von der Georgs-Marienhütte ein solcher in Betrieb gebracht, dessen Durchsatzmenge in 24 Stunden ca. 45 t beträgt, während ein solcher von 100 t Durchsatz 1918 im Bau begriffen war. Auch dieser Generator gleicht einem kleinen Hochofen<sup>55, 56)</sup>. Als Zuschlag zum Brennstoff wird ein Gemisch von Schlacke aus dem Mischer und aus dem Martinofen benutzt. Der Generator arbeitet ohne Dampfzusatz, so daß bei der Vergasung von Koks ein fast ideales Luftgas entsteht, da der Brennstoff keinen nennenswerten Wassergehalt mitführt. Das Gas wird auf der Hütte daher auch „Trockengas“ genannt. Der CO<sub>2</sub>-Gehalt ist sehr gering. Die Zuschläge müssen im Überschuß und nicht in der berechneten Menge zugegeben werden. Versuche, die erzeugten Gase im Martinofen zu verwerten, waren 1918 im Gange und werden wohl sicher zum Ziele führen, wenn die Flammenführung im Martinofen ähnlich wie bei der Verwendung von Koksgas in einer

<sup>54)</sup> Stahl u. Eisen 38, 653 [1918].

<sup>55)</sup> Abb. 11, Stahl u. Eisen 38, 704 [1918].

<sup>56)</sup> Stahl u. Eisen 38, 186 [1918].

der Eigenart des Koksgases entsprechenden Weise durch Änderung des Ofenkopfes Rechnung getragen wird<sup>57)</sup>.

Über die Frage „Luftgas- oder Mischgasgeneratoren“ sind von Gaswerksdirektor H u d l e r interessante Ausführungen gemacht worden, die zeigen, daß bei allen Generatoren der günstigste Effekt bei einem ganz bestimmten Dampfzusatz erreicht wird<sup>58)</sup>.

Der Vergasung des Kokses im Generator stellen sich an sich keine Schwierigkeiten entgegen. Bei der Erzeugung eines Gases, welches die für den Martinbetrieb erforderliche Hitze entwickelt, muß nach S c h w i e r daraufhin gearbeitet werden, einen pyrometrischen Effekt von 2200° bei 25% Luftüberschuß zu erzielen bei einer Vorwärmung des Gases auf 1000° und der Luft auf 2000°. Die Analyse eines Gases, mit welchem dieser Effekt erreichbar ist, hat 30% CO und 15% H<sub>2</sub> ergeben. Es ist erforderlich, daß die Gaserzeuger mit körnigem Koks und mit viel Dampf heiß arbeiten, wenn diese Forderung erreicht werden soll. Besondere Ansprüche an die Festigkeit des Kokses werden hierbei nicht gestellt, so daß dieser Koks in den Kokereien auch aus minderwertigeren, also schlecht backenden Kohlen erzeugt wird. Um die erforderliche Hitze besonders gegen Schluß der Charge mit Sicherheit zu erreichen, wäre außerdem eine Anreicherung des Gases durch Zufügen eines hochwertigen Brennstoffes denkbar, was auf verschiedene Weise leicht durchführbar ist<sup>59)</sup>.

Die Schwierigkeiten, die sich bei Anwendung des Generatorkoksgases im Martinofenbetriebe geben, sind durch bauliche Änderungen in bezug auf das Verhältnis von Luftzugquerschnitt zu Gaszugquerschnitt und durch geänderte Flammenführung zu beheben. Das Koksgeneratorgas brennt mit kurzer, sehr heißer Flamme, so daß die Brenner auch entsprechend eingerichtet werden müssen. Infolge des hohen Wasserstoffgehaltes ist das Gas spezifisch sehr leicht, und es ist daher schwierig, die Flamme auf die ganze Länge des Bades niederzuhalten. Es ist am einfachsten, das Gas durch entsprechende Länge des Gaszuges scharf auf das Bad zu drücken. Nach Erfahrungen aus der Praxis läßt sich jedoch noch mit einem Gase bis zu 15–20% H<sub>2</sub> gut arbeiten. Verwendet man Koksgeneratorgas mit hohem Wasserstoffgehalt in einem Martinofen, ohne daß die Brenner entsprechend geändert werden, so wirkt auch noch folgender Umstand daraufhin, die Flamme frühzeitig vom Bade abzuziehen; der über dem Gaszug liegende Luftzug hat gewöhnlich entsprechend der größeren für die Verbrennung benötigten Luftmenge einen größeren Querschnitt, so daß also auf der abziehenden Seite sich in dem oberen Zug eine dem größeren Querschnitt entsprechende stärkere Zugwirkung bemerkbar macht, welche ein Aufflackern der Flamme im letzten Drittel des Herdes bewirkt. Ferner ist es denkbar, daß, falls die Flamme in zu steilem Winkel zu scharf auf den Metallspiegel aufgeschleudert wird, sie von diesem direkt wieder gegen das Gewölbe zurückgeworfen wird. Koksgeneratorgas verbrennt rascher als Kohlgeneratorgas, was auf das Fehlen der langsamer verbrennenden schweren Kohlenwasserstoffe zurückzuführen ist. Die Verbrennungstemperatur des Koksgeneratorgases ist niedriger, so daß zur Erzielung desselben Wärmeeffektes erfahrungsgemäß ein ca. 1,35 facher größerer Gasverbrauch eintreten muß. Aus all diesen Überlegungen folgt, daß die Brenner bei Verwendung von Koksgeneratorgas eine entsprechende Änderung erfahren müssen, wenn das Arbeiten von Erfolg begleitet sein soll<sup>60)</sup>.

K o k s o f e n g a s wird nach S i m m e r s b a c h<sup>61)</sup> zweckmäßig nicht vorgewärmt, um einen Zerfall von Kohlenwasserstoffen zu vermeiden. Die Ofenbauart erfährt hierdurch die aus Abb. 6<sup>62)</sup> ersichtliche Vereinfachung.

Der Verbrauch an Koksofengas beträgt 300–350 cbm für die Tonne Stahl bei einem Heizwert von 3700–4000 WE/cbm. Die Erzeugungssteigerung betrug in einem Werk bei Chicago bei einem Koksofengasverbrauch von 300 cbm/t Stahl von 4000 WE/cbm Heizwert 15%, in Seraing bei einem Verbrauch von 325 cbm/t Stahl mit einem Heizwert von 3640 WE 25%. Zuweilen wird ein Mischgas aus Koksofen- und Hochofengas zur Martinofenbeheizung angewandt, das etwa den Heizwert eines guten Generatorgases besitzt. Die Regelung der Ofentemperatur kann in diesem Falle nicht nur quantitativ durch die Einstellung der Gasmenge, sondern auch qua-

litativ durch Änderung des Mischungsverhältnisses erfolgen. — Ferner hat man insbesondere in den Vereinigten Staaten versucht, Siemens-Martinöfen mit Teer zu betreiben. Bei einer Anlage der Indiana Steel Co.<sup>63)</sup> in Gary wird der Teer in der flüssigen Form, wie er von der Gewinnungsanlage der Nebenerzeugnisse der Koksofen kommt, verwendet und mittels Dampf zerstäubt. Die Brenner sind ähnlich wie bei Ölfeuerungen. — Auch K o h l e n s t a u b f e u e r u n g e n<sup>64)</sup> sind in der amerikanischen Eisenindustrie bei Martinöfen erfolgreich eingeführt worden. Sie haben den Vorteil,

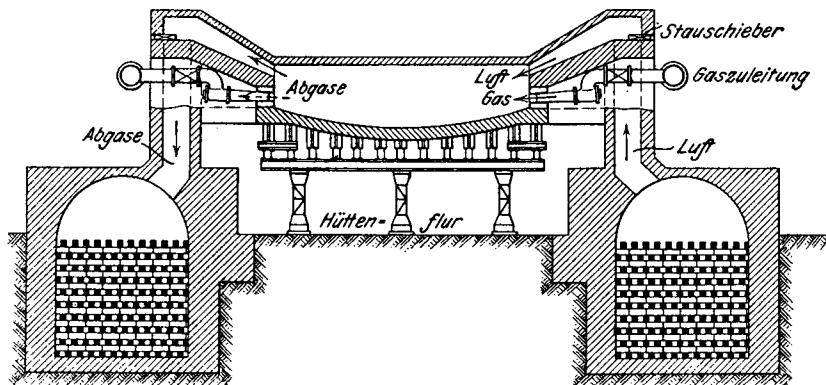


Abb. 6<sup>62)</sup>. Siemens-Martinofen mit Koksofengasbeheizung.

daß der gesamte Heizwert der Kohle ausgenutzt wird, während der Wirkungsgrad beim Generator nur 80% beträgt.

Die neueren Bestrebungen im Martinofenbau zielen dahin, den Martinofen einfacher und haltbarer zu gestalten, mithin die Ofenunterhaltungskosten zu verringern und die Erzeugungsfähigkeit zu erhöhen. Manchen Schritt in diesen Bestrebungen ist man durch neuere Bauarten vorwärts gekommen.

B e r n h a r d t s<sup>65)</sup> Bestreben ging dahin, alle Brennerstellen gut zu kühlen und leicht zugänglich zu machen; er löst den Brenner vom Ofenkörper ab und führt Gas und Luft durch einzelne, vollkommen voneinander getrennte und freiliegende Kanäle dem Herd zu. Durch diese Bauart wird auch die Armierung des Ofens wesentlich vereinfacht.

Die Bauart M a e r z<sup>66)</sup> bewirkt eine erhebliche Vereinfachung des Baues durch gänzlichen Wegfall der hoch ansteigenden schweren Luftzüge. Sie bricht mit dem alten Grundsatz, die Luft nur von oben

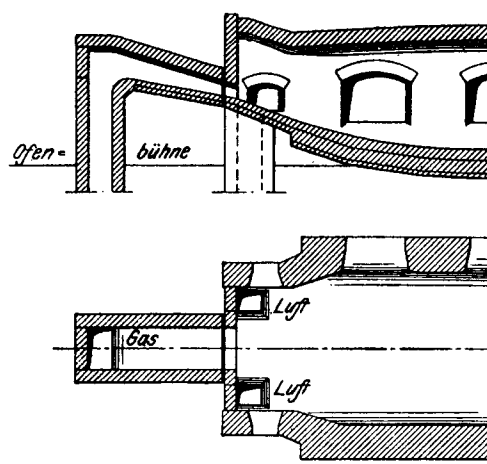


Abb. 7<sup>67)</sup>. Siemens-Martinofen, Bauart Maerz.

dem Gasstrom zuzuführen, und zwar wird die Luft auf dem kürzesten Wege von Wärmespeichern oder Schlackenammern in senkrechten Zügen dem Ofen zugeführt. Die Luftzugmündungen befinden sich vor und zu beiden Seiten der Gaszugmündung (Abb. 7).

Durch diese Bauart wird die größte Zugänglichkeit der Stirnenden des Ofens erreicht, es lassen sich infolgedessen die Reparaturen schnell vornehmen. Die Flamme wird infolge der tiefgelegenen Abzugskanäle besser auf das Bad niedergehalten als früher und damit

<sup>57)</sup> Stahl u. Eisen 38, 1, 649, 703, 725, 765 [1918].

<sup>58)</sup> Stahl u. Eisen 37, 1157 [1917].

<sup>59)</sup> Stahl u. Eisen 37, 1143 [1917].

<sup>60)</sup> Stahl u. Eisen 36, 1245 [1916].

<sup>61)</sup> Stahl u. Eisen 33, 273 [1913].

<sup>62)</sup> Abb. 6, Stahl u. Eisen 33, 275 [1913], Abb. 1 (oberer Teil).

<sup>63)</sup> Stahl u. Eisen 33, 250, 366 [1913].

<sup>64)</sup> Stahl u. Eisen 35, 625 [1915].

<sup>65)</sup> Stahl u. Eisen 33, 311 [1913].

<sup>66)</sup> Stahl u. Eisen 33, 465 [1913].

eine kürzere Chargendauer erzielt. Nach Angaben von R. Becker<sup>67)</sup> betrug die Erzeugungssteigerung eines nach der Bauart Maerz umgebauten Martinofens etwa 24% und die Brennstoffverminderung 20%.

Um dem in den Martinofen eintretenden Gasstrom nach dem Zurückbrennen der Ofenköpfe wieder eine tadellose Führung zu geben, setzt A. Zdanowicz<sup>68)</sup> zur Kopfverlängerung sog. „Körbe“ an. In Abb. 8 mögen die unregelmäßigen Linien 5—6 und 3—2 den Umriß des abgebrannten Kopfes von der gestrichelten ursprünglichen Gestalt angeben. Um die Körbe anzubringen, werden die senkrechten Gaszüge von A bis B von außen aufgebrochen, und der ansteigende Gaskanal C wird bei 1—2—3—4 mittels Wölbens vermauert. Hierauf wird der durch ein Eisengerüst getragene Korb A D<sub>1</sub> D B

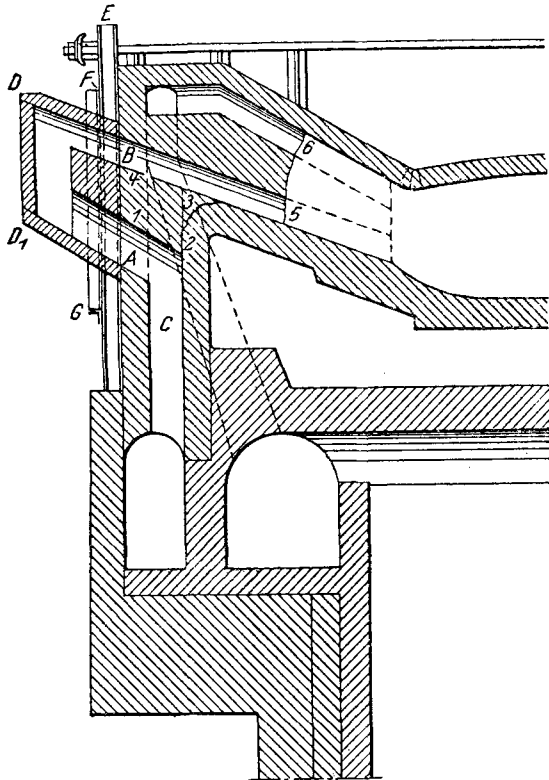


Abb. 8<sup>69)</sup>. Siemens-Martinofenkopf mit Zdanowiczkörben.

angesetzt und mittels einer Mörtelschicht am Kopf abgedichtet. Nach Kniepert<sup>70)</sup> soll die Betriebsunterbrechung zwecks Anbringens von vier Körben höchstens 24 Stunden betragen, und die bei Anwendung Zdanowicz Körbe bewirkte Jahresmehrleistung rund 5%.

Eine für die Praxis sehr brauchbare Neuerung zur Erhöhung der Gewölbehaltbarkeit metallurgischer Öfen ist das „Orth'sche Rippengewölbe“, durch welches speziell beim Martinofenbetrieb eine Erhöhung von 50% der Ofenreise erzielt worden ist. Der Erfolg beruht auf der Anwendung einer Rippenanordnung, welche dem Gewölbe auch noch dann Festigkeit verleiht, wenn ein gewöhnliches Gewölbe am Ende seiner Lebensfähigkeit angelangt ist und bei weiterem Betrieb zusammenstürzen würde.

Das Gewölbe besteht aus feuerfesten Rippen von 455 m/m Höhe in Entfernung von je 600—915 m/m, zwischen welchen die gewöhnlichen Gewölbegurten aus normalen Wölbsteinen von ca. 300 m/m Höhe angeordnet sind. Wenn das Gewölbe nach langem Betrieb stark zurückgebrannt ist, stützen diese Rippen das restliche dünne Gewölbe. Erfahrungsgemäß muß ein gewöhnliches Gewölbe erneuert werden, wenn 30% der Steinhöhe abgeschmolzen ist, während dies beim Rippengewölbe erst bei 60% der Fall ist. So stürzte z. B. ein Rippengewölbe noch nicht zusammen, als die Gurtsteine bereits 20 m/m stark waren<sup>71)</sup>. Die vorgenannte Figur zeigt ein solches stark abgenutztes Gewölbe im Querschnitt.

Es können ferner kleine Gewölbeteile im Betrieb leicht erneuert werden in der Weise, daß Steine gegen die Vorsprünge der Rippen-

gewölbe quer zur Längsachse eingewölbt werden, ohne daß hierbei der Ofen abzukühlen braucht<sup>72)</sup>.

In den letzten Jahren gewinnt die Einführung des Duplexverfahrens in Amerika immer größeren Umfang; während 1906 nur 11 Mill. t Stahl im Martinofen und über 12 Mill. t in der Bessemer Birne hergestellt wurden, ist die Erzeugung im Jahre 1915 im Martinofen auf 23½ Mill. t angewachsen; die Erzeugung an Bessemerstahl beträgt nur 8 Mill. t. Das Duplexverfahren bietet die Möglichkeit, für jede einzelne Phase des Prozesses diejenige Ofenart in Anwendung zu bringen, welche für die augenblickliche chemische Zusammensetzung des Bades am günstigsten arbeitet. Die verschiedenen Arten des Duplexverfahrens sind:

1. Saures Bessemer- und basisches Siemens-Martinverfahren.
2. Basisches Bessemer- und basisches Siemens-Martin-Verfahren.
3. Saures Bessemerverfahren und Elektroöfen.
4. Basisches Bessemerverfahren und Elektroöfen.
5. Basisches Martinverfahren und Elektroöfen.

Die Anwendung des kippbaren Talbotofens hat hierbei weite Verbreitung gefunden. Der flüssige Stahl wird bei Durchführung des Duplexverfahrens aus der ersten Ofenart in die Pfanne abgegossen oder abgestochen und dann in die zweite Ofenart eingegossen, wo er fertig gemacht wird<sup>73)</sup>.

Da die Temperatur der Abgase bei Siemens-Martinöfen 600 bis 700° beträgt, und die Wärmeverluste eines Ofens durch die Abgase etwa 30%, so sucht man diese Wärmemengen zur Dampferzeugung nutzbar zu machen. Die Verwendung von Abhitzekeßeln an Siemens-Martinöfen hat in den Vereinigten Staaten großen Umfang genommen, ist jedoch in Deutschland verhältnismäßig vereinzelt geblieben. Eine Anlage der A.-G. Phoenix in Ruhrort bewirkt zur Überwindung der durch Einschaltung von Keßeln usw. vergrößerten Widerstände das Absaugen der Abgase indirekt durch künstlichen Zug. 12% der Abhitze werden in der Keßelanlage wieder nutzbar gemacht, und der Abgasverlust des Martinofens geht also auf 18% zurück. Schreiber<sup>74)</sup> hält selbst dann die Abhitzekeßel an Siemens-Martinöfen noch für nutzbringend, wenn die Eintrittstemperatur nur 370° beträgt. Die Anlagekosten der Abhitzekeßel sind etwa 25% höher als die der gewöhnlichen mit Kohle geheizten Keßel; die Anlage bedarf ferner wegen Neigung zu Explosionen in den Zügen und Keßeln, sowie Auftreten von Flugstaub aufmerkamer Wertung.

Zur besseren Ausnutzung der Abhitze wird von Pratt auf folgendes aufmerksam gemacht. Die Züge waren bei dem früheren Abhitzekeßel so bemessen, daß möglichst geringe Zugverluste eintreten; es wurde mit natürlichem Kaminzug gearbeitet, damit die Verhältnisse im Ofen nicht ungünstig beeinflusst würden. Infolgedessen war die Zuggeschwindigkeit verhältnismäßig klein. Im Gegensatz hierzu ist nach den Vorschlägen von Pratt der Keßel so zu bemessen, daß die durchgeführte Gasmenge mit abnehmender Temperatur vergrößert wird, indem die Absaugung der Abgase durch Anwendung künstlicher Mittel vergrößert wird. Erhöhte Gasgeschwindigkeit ergibt eine verbesserte Wärmeübertragung. Die Anwendung des künstlichen Zuges wirkt besonders bei Regenerativöfen (spez. Martinöfen) günstig auf die Wärmeausnutzung, indem die Leistung durchschnittlich um 12% gesteigert wurde. Bei den Abhitzekeßeln einer Koksofenbatterie mit einer durchschnittlichen Abhitzetemperatur von 1180° wurde durch Steigerung der Gasgeschwindigkeit um 30% eine Erhöhung der Leistung von mehr als 50% erzielt. Wird keine Erhöhung der Kesselleistung angestrebt, so kann bei Anwendung des künstlichen Zuges eine beträchtliche Verkleinerung des Keßels stattfinden<sup>75)</sup>.

Interessant ist ein Bericht über die Verwertung der Abhitze aus einer Martinofenanlage; wobei es sich um eine 400 PS Keßelanlage handelt. Als Wärmequelle dienen 2 Öfen zu je 20 t, von denen immer einer abwechselnd an den Keßeln angeschlossen ist, wodurch ein ununterbrochener Betrieb ermöglicht wird. Da während der Einschmelzperiode die Abhitze nicht genügend groß ist, um den verlangten Druck im Keßel zu erzielen, wird die Keßelheizung in dieser Zeit durch eine Hilfsfeuerung verstärkt. Der Essenzug wird zweckmäßig durch einen in die Leitung eingebauten Saugventilator geregelt, der durch einen regulierbaren Motor oder durch eine Dampfmaschine angetrieben wird; durch diese Anordnung ist eine Erhöhung der Kesselleistung möglich. In der Anlage werden täglich

<sup>67)</sup> Abb. 7, Stahl u. Eisen **33**, 465 [1913], Abb. 1 und 2.

<sup>68)</sup> Stahl u. Eisen **36**, 25 [1916].

<sup>69)</sup> Abb. 8, Stahl u. Eisen **36**, 26 [1916], Abb. 1.

<sup>70)</sup> Stahl u. Eisen **36**, 25 [1916].

<sup>71)</sup> Abb. 2, Stahl u. Eisen **37**, 265 [1917].

<sup>72)</sup> Stahl u. Eisen **37**, 365 [1917].

<sup>73)</sup> Stahl u. Eisen **38**, 433 [1918].

<sup>74)</sup> Stahl u. Eisen **33**, 45 [1913]; **35**, 1233 [1915].

<sup>75)</sup> Stahl u. Eisen **39**, 390 [1919].

ca. 112000 kg Wasser verdampft, bei einem Kohlenverbrauch in der Hilfsfeuerung von 1—3 t. Der Kessel wird zweckmäßig in der nächsten Nähe des Ofens aufgestellt und zwar so, daß der Eintritt der Abgase an der vorderen Kesselseite erfolgt. Eine ungünstige Wirkung auf den Schmelzbetrieb ist bisher noch nicht festgestellt worden. Der Kessel wird durch die hohe Temperatur der Abgase stark beansprucht und erfordert besondere Wartung. Die Entfernung des Rußes muß täglich dreimal erfolgen; die Heizrohre müssen spätestens alle 6 Wochen einmal ausgeblasen werden<sup>76)</sup>.

An Stelle der früher allgemein üblichen Arbeitsweise mit festem, angewärmtem Ferromangan erzielt man heute die Desoxydation mittels flüssigem Ferromanganzusatz<sup>77)</sup>. Mit wenigen Ausnahmen wird die Desoxydation mit flüssigem Ferromangan in der Weise vorgenommen, daß es während des Ausgießens des Metallbades dem Strahle des letzteren in der Gießpfanne zugesetzt wird. Die Vorzüge der Arbeitsweise mit flüssigem Ferromangan erkannte man frühzeitig; es fehlte jedoch an Öfen und Verfahren, die es gestatteten, Ferromangan wirtschaftlich zu schmelzen und flüssig zu halten. Die Schwierigkeit lag in der niedrigen Verdampfungstemperatur und der großen Neigung des Mangans, beim Umschmelzen zu oxydieren. Erst die elektrischen Öfen eigneten sich zum reduzierenden Schmelzen, die eine Bedingung zur Vermeidung größerer Manganverluste ist. Der erste Ofen, in dem das Ferromanganschmelzen und Warmhalten dauernd in Verbindung mit dem Stahlwerksbetriebe praktisch durchgeführt wurde, war ein Kellerofen in Burbach (1910). Seither sind Héroult-, Girod-, Röchling-Rodenhauser-, Nathusiusöfen usw., sowie insbesondere auch Öfen mit Teer- oder Ölführung im Gebrauch. Der Kraftverbrauch bei elektrischen Öfen beträgt nach Springorum<sup>78)</sup> etwa 800 KW/st für die Tonne eingesetztes Ferromangan. Bei Öfen beträgt der Ölverbrauch nach Angabe desselben etwa 300 kg/t flüssiges Mangan, und die Gesamtschmelzkosten stellen sich auf 25,90 M für die Tonne flüssiges Ferromangan.

Von Davis, dem Vizepräsidenten der American Steel Foundries in Chicago wurde eine Änderung in der bisher üblichen Form der Gießpfanne vorgenommen, wobei er von folgenden Erwägungen ausging: Der Stahl ist in der Pfanne von einer Schlackendecke bedeckt, welche chemisch mit dem Stahl in Reaktion tritt. Der Stahl hat besonders große Neigung, P aus der Schlacke aufzunehmen, während das Si zum Teil in die Schlacke übertritt. Durch diese Reaktion wird der Stahl insofern ungünstig beeinflusst, als er spröde und weniger widerstandsfähig gegen Stoß wird. Das Maß, in welchem diese Reaktion verläuft, ist abhängig von der Berührungsfläche zwischen Stahlbad und Schlackenbad, der Austausch der genannten Elemente wird um so stärker sein, je größer die Berührungsfläche zwischen beiden, je größer die Schlackenmenge, je größer ihr Druck auf den Metallspiegel, und je länger ihre Einwirkungsdauer auf den Stahl ist. Diesem Übelstande soll die neue Pfanne in möglichst weitgehendem Maße abhelfen, was dadurch erreicht wird, daß die Berührungsfläche zwischen Stahl und Schlacke um etwa 50% verringert wird; die Länge der Pfanne wird entsprechend größer. Hierdurch wird zugleich erreicht, daß der ferrostatische Druck auf das flüssige Metall in der Pfanne größer wird, so daß der Auftrieb der suspendierten Schlackenteilchen entsprechend zunimmt. Aus demselben Grunde wird auch die Entleerungsgeschwindigkeit des Pfanneninhaltes beschleunigt. In verschiedener Höhe innerhalb der Schlackenzone sind in der Pfanne Schlackenlöcher D untereinander angeordnet, die vor dem Füllen der Pfanne mit Stopfen aus scharfem Sand und Dolomit verstopft werden. Ist die Pfanne vollgelaufen, so werden diese Stopfen der Reihe nach von oben herab ausgestoßen und so viel Schlacke abgezapft, bis nur noch eine dünne Decke auf dem Stahl liegt, welche als Wärmeschutz dient. Auf diese Weise wird erreicht, daß die Einwirkung der Schlacke auf das Bad denkbar gering wird.

Die Pfanne besteht aus einem Mantel A, aus der Ausmauerung B, einer inneren Schicht aus Magnetit und Dolomit C. Die punktierte Linie in der Abbildung stellt die gebräuchliche Pfannenform dar<sup>79)</sup>.

Die Erzeugung „gesunder“ Rohblöcke, d. h. solcher, die möglichst frei von Lunkern, Gasblasen und starken Saigerungen sind, ist bei der wachsenden Verwendung von Qualitätsmaterial von größter Wichtigkeit, und es hat deshalb an einer Erwägung der Ursachen und an Vorschlägen zur Beseitigung obengenannter Mängel nicht gefehlt. Von neueren Verfahren zur Erzeugung dichter Güsse seien folgende erwähnt:

Das Thermitverfahren von Goldschmidt<sup>80)</sup> wird je nach den Verhältnissen auf verschiedene Weise ausgeführt, und eine neuere Ausführung desselben ist von Canaris<sup>81)</sup> und Biewend in Vorschlag gebracht worden. Das Gießen erfolgt wie bisher in der allgemein üblichen Art, man läßt die Erstarrung so weit fortschreiten, bis sich eine dicke Kruste an den Kokillwänden gebildet hat. Dann stößt man mit Hilfe einer dünnen Eisenstange die je nach dem Blockgewicht verschieden große, mit Thermit gefüllte Eisenblechbüchse bis auf den Boden der Kokille und hält sie dort fest, bis die Thermitreaktion erfolgt ist. Die durch diese Reaktion bewirkte Temperaturerhöhung ist, da nach Goldschmidt<sup>81)</sup> nur etwa  $\frac{1}{2}$  kg Thermit für die Tonne Stahlblock angewandt wird, gering; die Reaktion hat jedoch ein plötzliches starkes Aufwallen zur Folge, nach welchem der Spiegel des Metallbades sinkt. Jetzt wird möglichst sofort nachgegossen, die Kokillendeckel aufgelegt, und der Block sich selbst überlassen. Das starke, nach der Thermitreaktion eintretende Aufwallen vermindert durch die kräftige mechanische Durchmischung die Bildung von Gasblasen und Saigerungen, da die bis zuletzt flüssig gebliebenen unreinen Teile nach dem oberen Blockende mit fortgerissen werden. Der zu diesem Zweck zur Anwendung gelangende Thermit, sog. „Lunkerthermit“, enthält Zusätze, um die sich bildende Schlacke leichtflüssiger zu machen. Nach Angabe von Canaris wird das Verfahren bisher ausschließlich bei nichtsiliciertem Flußeisen angewandt, besonders bei Brammen zur Blechherstellung. Versuche, um es auch bei siliciertem Material anzuwenden, sind bisher ohne Erfolg geblieben. Die Kosten der Behandlung mit Lunkerthermit sollen sich auf 1,23 M für die Tonne Brammen belaufen; das Ausbringen soll um 5% des Einsatzes erhöht werden, und der Ausschuß nur 0,23% des Einsatzes betragen.

Ein Verfahren, das auf dem Flüssighalten des Blockkopfes beruht, ist das Verfahren von Hadfield<sup>82)</sup>. Sofort nach beendetem Gießen wird auf die Oberfläche des flüssigen Metalls als Wärmeschutz und zur Vermeidung von Kohlhung eine Schlackenschicht und hierauf Holzkohle gelegt, auf welche mittels einer Düse Preßluft geblasen wird. Auf diese Weise wird der Blockkopf flüssig erhalten und der Bildung eines Lunkers vorgebeugt. Es werden Kokillen angewandt, deren verjüngtes Ende unten liegt. Dem Verfahren ist besonders in England und in den Vereinigten Staaten Aufmerksamkeit geschenkt worden; nach Angabe des Erfinders sollen etwa 90% der Blöcke dicht werden.

Das Verfahren von B. Talbot<sup>83)</sup> sucht die Erzielung dichter Flußeisenblöcke, besonders Schienenstahlblöcke, auf eine ganz neue Weise zu erreichen. Beim Gießen werden 60 g Aluminium für die Tonne Blockgewicht in der Kokille zugesetzt, wodurch man gasblasenfreie und schwach gesaigerte Blöcke erhält, die jedoch einen Lunker von etwa  $\frac{1}{3}$  der Blocklänge aufweisen. Da Aluminiumzusatz die Erstarrung des Stahles beschleunigt, können die Blöcke etwa  $\frac{1}{2}$  St. nach dem Gießen in die Tiefofen eingesetzt werden. Nachdem die äußere Hülle etwas stärker geworden ist, und die Temperatur sich etwas ausgeglichen hat — diese Zeit beträgt nach Talbot etwa 1 Stunde, hängt jedoch von den verschiedensten Umständen ab —, kommen die Blöcke, deren Inneres noch flüssig ist, ins Blockwalzwerk, wo ihr Querschnitt durch einige Stiche etwas verringert wird. Dann bringt man sie bis zur vollständigen Erstarrung und gleichmäßigen Durchwärmung in die Tiefofen zurück, nach welcher sie zu Vorblöcken weiter- und zu Schienen fertiggewalzt werden. Die auf diese Weise erzeugten Blöcke sind völlig frei von Hohlräumen aller Art, was Talbot an über 100 untersuchten Blöcken nachweisen konnte. Ein Nachteil des Verfahrens liegt darin, daß durch die vorerwähnte Behandlung starke Saigerungen, insbesondere des Kohlenstoffgehalts, und mithin Unterschiede der mechanischen Eigenschaften des Materials auftreten, so daß man bei Talbotblöcken und -schienen drei Zonen: eine äußere Hülle von gewöhnlicher Zusammensetzung, einen kohlenstoffärmeren, weichen Kern und zwischen beiden einen harten, kohlenstoffreicheren Ring deutlich unterscheiden kann. Die Schlagfestigkeit der Talbotschienen soll ebenfalls geringer als die gewöhnlicher Schienen sein.

Neuerdings werden von Talbot zur Erzielung dichter Blöcke auch Pressen verwendet im Gegensatz zu dem Preßverfahren von Whitworth und Harmer. Nur der obere Teil des Blockes kommt unter Druck, wodurch an Kraftaufwand und Einwirkungen

<sup>76)</sup> Stahl u. Eisen **39**, 601 [1919].

<sup>77)</sup> Stahl u. Eisen **34**, 803 [1914]; **35**, 49, 598 [1915].

<sup>78)</sup> Stahl u. Eisen **35**, 598 [1915].

<sup>79)</sup> Stahl u. Eisen **37**, 1189 [1917] Abb. 1.

<sup>80)</sup> Stahl u. Eisen **37**, 1189 [1917].

<sup>81)</sup> Stahl u. Eisen **32**, 303, 1579, 1752 [1912]; **33**, 1893 [1913].

<sup>82)</sup> Amer. Pat. Nr. 933 751; Iron Age **1912**, 296; Stahl u. Eisen **32**, 796, 1751 [1912].

<sup>83)</sup> Stahl u. Eisen **33**, 1893 [1913].

dauer sehr gespart wird. Die Wirkung wird noch dadurch erhöht, daß der obere Teil des Blockes mit einer feuerfesten, wärmeisolierenden Masse umgeben wird. Die Wirkung der Presse kann auch so erfolgen, daß nach Erstarrung der äußeren Hülle ein einseitiger Druck auf den Block ausgeübt wird. Durch dieses Verfahren verringert Talbot den sonst üblichen Verlust durch Abschöpfen der Blöcke auf 4%<sup>84)</sup>.

E. Gathmann<sup>85)</sup> regelt durch eine neuartige Form der Kokillenwandung die Abkühlung des Blockes derart, daß sie in seinem unteren und mittleren Teile sehr schnell, im oberen Teile dagegen langsam verläuft. Der größere Querschnitt der Kokillen liegt oben, was man schon früher als günstig zur Verminderung des Lunkers angesehen hat. Da jedoch das Abstreifen der Kokille vom Block in diesem Falle der umgekehrten Kokillenform sehr umständlich ist, hat Gathmann eine besondere Bauart der Kokillenuntersätze sowie des Stripperkranes angegeben. (Abb. 9.)

Bei dem Verfahren von L. E. Howard<sup>86)</sup> werden die Blöcke kurz nach dem Gießen bei noch flüssigem Kern außerhalb der Kokille in einer besonderen Presse unter einem Druck von 250—500 kg-qcm bis zur vollendeten Erstarrung gepreßt. Das Verfahren hat sich im Dauerbetriebe für kleinere Qualitätsstahlblöcke gut bewährt.

Neuerdings scheint sich ein Verfahren zur Erzielung dichter Blöcke zu bewähren, welches auf Grund eines alten Gedankens ausgeführt worden ist, der darin besteht, daß der Stahl nach dem Vergießen in die Kokille in rüttelnde Bewegung gesetzt wird. Hierdurch wird erreicht, daß das Metall bis zum Erstarren ständig in Bewegung bleibt, und daß die auscheidenden Gasblasen leichter zur Oberfläche steigen können. Die Blöcke erstarren sehr gleichmäßig; es werden sehr dichte Güsse erzielt<sup>87)</sup>.

Wenn sich alle diese Vorschläge dem gesteckten Ziele nähern, so kann jedoch auch heute noch nicht von einem einfachen und nicht zu kostspieligen Verfahren zur Erzielung dichter Blöcke, das auf alle Stahlqualitäten und bei allen Blockgrößen dauernde Anwendung finden könnte, die Rede sein.

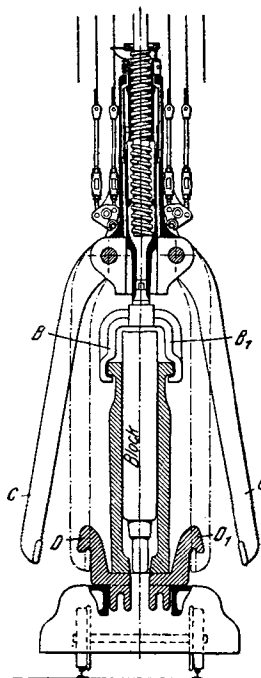


Abb. 9<sup>85)</sup>. Kokillenuntersatz und Stripper nach Gathmann.

Zahlentafel 3.

Land	Héroult	Giroud	Induktionsöfen	Rennerfelt	Andere Bauarten	Insgesamt			
						Jan. 1916	Jan. 1915	Jan. 1913	März 1910
Deutschland und Luxemburg . .	19	6	19	—	9	53	46	54	30
Österreich-Ungarn	10	3	3	—	2	18	18	10	10
Schweiz . . . .	1	2	—	1	—	4	3	2	2
Italien . . . .	4	1	2	—	15	22	22	20	12
Frankreich . . .	11	7	2	1	—	21	17	13	23
England . . . .	20	1	2	4	19	46	16	16	7
Belgien . . . .	2	1	—	—	—	3	3	3	3
Rußland . . . .	3	1	1	4	2	11	9	4	2
Schweden . . . .	2	—	1	20	—	23	18	6	5
Norwegen . . . .	—	—	2	3	1	6	2	3	—
Spanien . . . .	—	—	1	—	1	2	1	1	—
Europa . . . .	72	22	33	33	49	209	155	112	94
Vereinigte Staaten	40	4	3	2	24	73	41	19	10
Canada . . . .	3	—	—	—	5	8	2	3	3
Mexiko . . . .	—	—	1	—	—	1	1	4	3
Amerika . . . .	43	4	4	2	29	82	44	26	16
Andere Länder .	—	—	1	—	11	12	14	1	—
Welt . . . . .	115	26	38	35	89	303	213	139	110

<sup>84)</sup> Stahl u. Eisen 38, 1090 [1918].  
<sup>85)</sup> Stahl u. Eisen 33, 1890 [1913].  
<sup>86)</sup> Abb. 9, Stahl u. Eisen 33, 1893 [1913], Abb. 6.  
<sup>87)</sup> Abb. 1, Stahl u. Eisen 38, 686 [1918].

Die Elektrostahlerzeugung ist in dauerndem Aufschwung begriffen, insbesondere hat der Krieg überall eine außerordentliche Steigerung mit sich gebracht.

Aus der Zusammenstellung in Zahlentafel 3, welche Angaben bis zum Jahre 1916 enthält, geht hervor, daß die Zahl der Elektroöfen stark im Zunehmen begriffen ist. Im Laufe der letzten Jahre hat die Verbreitung der Elektroöfen einen ganz außerordentlichen Aufschwung genommen, jedoch sind Zahlen hierüber bisher noch nicht zu verzeichnen. Aus derselben Tabelle ist zu ersehen, wie sich die Zahl und die Bauart der einzelnen Ofentypen auf die Hauptindustrialänder verteilt.

Am weitesten ist der Héroultofen verbreitet, an zweiter Stelle stehen die Induktionsöfen und an dritter Stelle die Rennerfeltöfen, die in letzter Zeit in Schweden rasche Aufnahme gefunden haben:

Dieser seit 1914 auf den Markt kommende Elektrostahlofen von Rennerfelt<sup>88)</sup> (Abb. 10) hat die Form einer liegenden Trommel, die auf Rollen kippbar gelagert ist, und durch deren Seitenwände je eine wagerechte Elektrode und eine dritte von oben in das Innere des Ofens treten. Die beiden Phasen des in Zweiphasenstrom umgewandelten Drehstroms sind mit den wagerechten Elektroden, der Knotenpunkt mit der Mittelelektrode verbunden. Hierdurch entsteht ein pfeilförmiger, nach unten gerichteter Lichtbogen. Diese Öfen eignen sich zum Schmelzen und Warmhalten von Ferromangan. Nach Sahlin<sup>90)</sup> belaufen sich die Schmelzkosten auf 24,85 M/t.

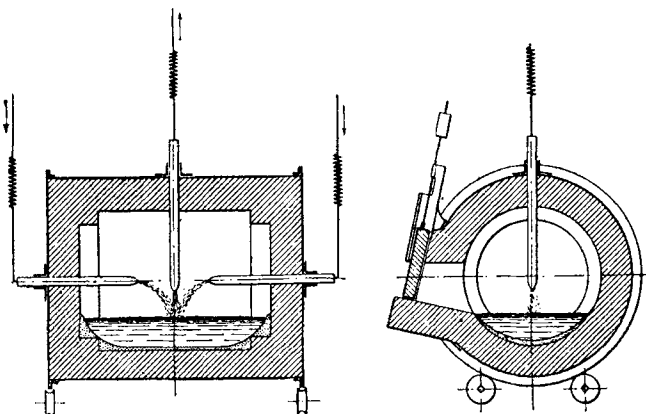


Abb. 10<sup>89)</sup>. Elektrostahlofen von Rennerfelt.

In den letzten Jahren ist die Form des Rennerfeltofens auch für größere Einsätze geändert worden. Zur Erreichung dieses Zweckes kommt ein sog. Multipelsystem in Anwendung, bei welchem mehrere Elektrodensätze in der Längsrichtung des Ofens angeordnet werden. Durch Heben und Senken der Seitenelektroden läßt sich die für die jeweilige metallurgische Arbeit günstigste Stellung des Lichtbogens leicht erzielen. Im Jahre 1916 wurde eine Form des Rennerfeltofens in Amerika auf den Markt gebracht, dessen Herd bei Anwendung eines Elektrodensatzes rund ist, bei Anwendung von zwei oder drei Elektrodensätzen dagegen oval. Während bisher das Bad eine rechtwinklige Oberfläche hatte, wird dasselbe hierdurch kreisrund oder oval. Eine bessere Wärmeausnutzung des Lichtbogens unter Vermeidung kalter Ecken wird dadurch erzielt, daß man den Lichtbogen durch vertikales Verschieben der seitlichen Elektroden in konstanter Entfernung 6—7½ m/m von der Badoberfläche entfernt halten kann. Die Zustellungskosten des Ofens gingen von 11,60 auf 3,20 M je t herunter, die Energieaufnahme wurde auf 600 KW gesteigert<sup>91)</sup>.

Der Elektroofen von Booth-Hall ist ein Lichtbogenofen, bei welchem die Stromzufuhr durch die Decke mittels Elektroden und die Abfuhr des Stromes durch einen im Herd eingebauten Rost erfolgt; die Herdmasse besteht aus gesintertem Magnetit, die Wände aus Dolomitsteinen und das Gewölbe aus Quarzsteinen. Die Haupteigentümlichkeit des Ofens besteht in der Elektrodenanordnung; gearbeitet wird mit 1-, 2- und 3-Phasenwechselstrom. Bei Verwendung von 1-Phasenöfen ist eine Haupt- und eine Nebenelektrode vorgesehen, während in den Herd nur 1 Stahlrost eingebaut ist. Der 2-Phasenofen hat zwei Elektroden und zwei Roste, der 3-Phasenofen drei Elektroden und einen Rost. Bemerkenswert ist, daß neben den Hauptelektroden noch eine Nebenelektrode vorhanden ist, die zu Beginn der Einschmelzperiode in Tätigkeit tritt. Sie drückt nämlich

<sup>88)</sup> Stahl u. Eisen 34, 329 [1914].  
<sup>89)</sup> Abb. 10, Stahl u. Eisen 34, 329 [1914], Abb. 3.  
<sup>90)</sup> Stahl u. Eisen 35, 50 [1915].  
<sup>91)</sup> Stahl u. Eisen 38, 294 [1918].

dann durch ihr eigenes Gewicht auf den Schrott und dient so als direkte Stromzuführung zu demselben. Während dieser Periode ist die Hauptelektrode etwas hoch gezogen, so daß sich zwischen dieser und dem Schrott ein Lichtbogen bilden kann. Hat sich ein genügend großer Metallumpf gebildet, und ist der Boden durch die Wärme leitend geworden, so wird die Hilfselektrode hochgezogen und bleibt dann stromlos im Ofen<sup>92)</sup>.

Eine Abart des Héroult-Ofens ist der Ludlum-Ofen, der von der Ludlum Steel Co. nach eigenem Plan erbaut worden ist. Er dient hauptsächlich zum Einschmelzen von Eisen- und Stahlabfällen, kann aber auch jede beliebige Stahlsorte liefern. Der Ofen hat drei Elektroden in einer Reihe angeordnet; er hat keine senkrechten Wände; er ist allseitig leicht zugänglich gemacht. Die Spannung beträgt je nach Wunsch 90, 95 und 100 Volt. Der ganze Ofen ist kippbar eingerichtet mit abnehmbarem Ofendeckel. Das Mauerwerk, welches verhältnismäßig schwach ist, besteht aus Magnetitstein. Die Neuzustellung des Ofens kann innerhalb 24 Stunden erfolgen<sup>93)</sup>.

Der Grünwald-Dixon-Ofen der Elektrometall A. B. ist ebenfalls ein Lichtbogen-Ofen, und zwar wird der Ofen für kleineren Einsatz mit zwei Elektroden und für größere Fassung (20 t) mit vier Elektroden ausgerüstet. Der Zweielektroden-Ofen wird mit Zweiphasenstrom betrieben, wodurch eine Drehung des Bades und gute Durchmischung hervorgerufen wird. Die Elektroden, durch welche die Zuleitung des Stromes erfolgt, treten durch die Decke ein, während die Ableitung durch den mit Teerdolomit ausgestampften, leitenden Boden erfolgt. Bei den größeren Öfen mit 4 Elektroden geschieht die Elektrizitätszufuhr durch Drehstrom in besonderer Zuleitung; die vier Elektroden und der leitende Boden sind derartig mit der einphasigen Niederspannungswicklung verbunden, daß durch alle Elektroden gleich viel Strom fließt. Der Boden wird so ausgebildet, daß unter dem Stampfdolomit auf den Grundplatten zuerst eine Kohlenmasse aufgebracht wird, in welcher Kupferplatten eingesetzt werden, die den Anschluß für die Zuleitung bilden<sup>94)</sup>.

Abbildung 1<sup>95)</sup> zeigt das Zuleitungsschema des Zweielektroden-Ofens, Abb. 2<sup>96)</sup> die des Vierelektroden-Ofens. Die Abbildungen 3 u. 4 lassen die Gesamtkonstruktion des Ofen erkennen<sup>97)</sup>.

Die Regelung der Elektrodenentfernung von der Badoberfläche oder von dem Schmelzgut erfolgt bei Lichtbogen-Öfen von Hand, wenn es sich um grobe Einstellungen handelt, während für genauere Einstellungen automatische Regler in Anwendung sind. Bis vor dem Ausbruch des Krieges wurde in Deutschland die Erzeugung eines solchen Apparates nicht durchgeführt; in den ersten Kriegsjahren wurde unter dem Druck der Verhältnisse von der Firma Bergmann-Elektrizitätswerke ein brauchbarer Apparat auf den Markt gebracht, der vollkommen Ersatz für den bisher verwandten Thuri-Regler bietet. Die selbsttätige Elektrodenreglereinrichtung wirkt auf die Steuerung der beiden Antriebsmotore ein, unter Verwendung der durch den wechselnden Abstand der Elektroden entstehenden Änderungen in dem elektrischen Verhältnis. Der Apparat ist dann in Ruhe, wenn der Lichtbogenstrom einer bestimmten eingestellten Stromstärke entspricht. Ändert sich die Stärke des Lichtbogens, so tritt entweder durch Gewichts- oder Kontaktwirkung der Regler in Tätigkeit. Genauere Ausführungen sind in dem Aufsatz von Obering. Kunze, Berlin, über diesen Spezialapparat enthalten<sup>97)</sup>.

Die neuzeitliche Entwicklung des Elektro-Ofens geht dahin, denselben nicht nur mit geringem Fassungsvermögen und Ausbringen für die Qualitätsstahlerzeugung zu verwenden, sondern ihn vielmehr unter bedeutender Erhöhung des Einsatzes auch für die Großindustrie zur Verbesserung des Stahles nutzbar zu machen. Diese Absicht ist besonders in den Vereinigten Staaten von Amerika zu bemerken, wo bereits sehr große Mengen Schienenstahl im Elektro-Ofen raffiniert werden. Nur in Ausnahmefällen arbeitet der Elektro-Ofen als Umschmelz- oder Frischapparat wirtschaftlich, so daß er in den meisten Fällen nur als Raffinier-Ofen in Betracht kommt. Man führt infolgedessen die Arbeit des Umschmelzens und Frischens in anderen Ofenarten, z. B. im Martin-Ofen oder Konverter durch und bringt das vorgefrischte Material zum Fertigmachen in den Elektro-Ofen (Induktions- oder Lichtbogen-Ofen) von entsprechend großen Dimensionen bis zu 25 t Inhalt. Es hat sich auf diese Art und Weise im Elektro-stahlbetrieb ein Duplexverfahren und neuerdings ein Triplexver-

fahren herausgebildet. Über letzteres berichtet W. Robinson in einem Vortrag vor dem Am. Iron a. Steel Inst.<sup>98)</sup>. Das Verfahren wird auf dem Süd Chicago-Werk ausgeführt, welches heute die größte Elektrostahlanlage der Welt ist. Sie umfaßt zwei Mischer von 1000 t und 300 t Inhalt, zwei saure 25 t-Bessemerbirnen, 3 zu je 250 t kippbare Martin-Öfen, während die Elektrostahlanlage 3 zu je 25 t Héroult-Öfen umfaßt; vorhanden sind ferner noch zwei ältere zu je 15 t Héroult-Öfen, mit deren Hilfe die Produktion monatlich auf 7000 t gesteigert werden kann. Die Arbeitsweise nach dem Triplexverfahren ist aus der Abbildung<sup>99)</sup> ersichtlich. Man erkennt, wie der in der Bessemerbirne und im Martin-Ofen vorgearbeitete Stahl zum Fertigmachen in den Elektro-Ofen aus der Pfanne mit Hilfe einer Rinne in den Elektro-Ofen eingefüllt wird. Dort wird mit reduzierender Schlacke zur Desoxydation und zur Entschwefelung, die bekanntlich nur im Elektro-Ofen weitgehend durchgeführt werden kann, bei stark gesteigerter Temperatur gearbeitet. Der auf diese Weise erzeugte Elektrostahl ist also nur ein fertig raffiniertes Material, kein elektrisch erschmolzenes. Es ist selbstverständlich, daß ebenso auch mit dem Duplexverfahren auf dem Werk gearbeitet werden kann.

Auch ein umgekehrtes Duplexverfahren ist in Amerika zur Anwendung gekommen<sup>100)</sup>. Da in diesem sauer zugestellten Elektro-Ofen eine Entschwefelung und Entphosphorung unmöglich ist, kann in demselben nur mit tadellosem S- und P-freiem Einsatz gearbeitet werden. Andererseits ist bei saurer Chargenführung eine vollkommene Desoxydation und infolgedessen ein besseres Endprodukt zu erzielen. Um dennoch mit einem schlechten Einsatz zum gleichen Ziele zu kommen, arbeitet die Michigan Steel Casting Co. folgendermaßen: Minderwertiger Einsatz wird im basischen Elektro-Ofen eingeschmolzen, von S und P befreit und teilweise zu einer Charge aus gutem Einsatz, die inzwischen in den sauren Ofen eingeschmolzen ist, zugegossen. Unter der sauren Schlacke wird die Desoxydation dann noch weiter vollendet. Dieses Verfahren hat folgende Vorteile: man kann billige S- und P-haltige Abfälle verwenden, die sich im sauren Ofen nicht verwenden lassen. Man arbeitet im basischen Ofen mit niedriger Temperatur, so daß die basische Züstellung, die gegen hohe Temperatur empfindlich ist, gesont wird, während die zur vollständigen Desoxydation benötigte hohe Endtemperatur, im weniger empfindlichen sauren Ofen zur Anwendung kommt. Als Endprodukt erzielt man ein S- und P-armes, saures Elektromaterial. Der Vorteil der sauren Schlacke besteht darin, daß dieselbe die Luft besser abschließt und den Stahl länger heiß erhält, so daß das Material besser abstehen kann. Man erzielt auf diese Weise einen gasfreien, schlackenfreien heißen Stahl, der besonders für kleine Gußstücke sehr geeignet ist. [A. 1.]

## Die Chemie des Gartens.

Von Dr. Ing. B. WAESER.

(Eingeg. 31./I. 1920.)

Für Gärtner und Gartenfreunde steht die Schädlingsbekämpfung, über die G. Günther<sup>1)</sup> im vorigen Jahre in dieser Zeitschrift berichtet hat, im Vordergrund des Interesses. Die chemische und biologische Forschertätigkeit beginnt auch in Deutschland sich allmählich diesem wichtigen Spezialgebiet zuzuwenden, dessen volkshygienische und volkswirtschaftliche Seiten von Prof. Dr. K a r l E s c h e r i c h<sup>2)</sup> in einer außerordentlich lesenswerten Schrift beleuchtet werden. Sehr wirkungsvoll belegt Prof. Dr. J. W i l h e l m i vom Landesamt für Wasserhygiene in seiner Buchveröffentlichung: „Die angewandte Zoologie als wirtschaftlicher, medizinisch-hygienischer und kultureller Faktor“<sup>3)</sup> den praktischen Nutzen der systematischen Schädlingsbekämpfung durch recht beachtenswerte Zahlen.

Die an der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Augustenberg gehaltenen Vorträge gibt K a r l M ü l l e r unter dem Titel: „Rebschädlinge und ihre neuzeitliche Bekämpfung,“ heraus<sup>4)</sup>. Der Technische Ausschuß für Schädlingsbekämpfung<sup>5)</sup> beim preußischen

<sup>92)</sup> Stahl u. Eisen 37, 70 [1918].

<sup>93)</sup> Stahl u. Eisen 39, 125 [1919].

<sup>94)</sup> Abb. 5, Stahl u. Eisen 39, 507 [1919].

<sup>95)</sup> Abb. 1, Stahl u. Eisen 39, 507 [1919].

<sup>96)</sup> Stahl u. Eisen 38, 90 [1918] 39, 505 [1919].

<sup>97)</sup> Stahl u. Eisen 38, 125, 153, 189, 213 [1918].

<sup>98)</sup> Stahl u. Eisen 39, 41 [1919].

<sup>99)</sup> Abb. 3, Stahl u. Eisen 39, 42 [1919].

<sup>100)</sup> Stahl u. Eisen 38, 294 [1918].

<sup>1)</sup> Angew. Chem. 32, I, 162 [1919].

<sup>2)</sup> Verlag von Werner und Winter G. m. b. H., Frankfurt a. M., Eichardstr. 5—7; 1919.

<sup>3)</sup> Verlag von Jul. Springer, Berlin 1919; 88 Seiten. Geh. 5 M.

<sup>4)</sup> Verlag von G. Braun, Karlsruhe 1918. Mit 2 farb. Tafeln, 1 Karte und 65 Textabb. Geb. 6 M.

<sup>5)</sup> Chem.-Ztg. 43, 283 [1919]. Wichtig ist übrigens auch Raupenleim.