

Zeitschrift für angewandte Chemie.

1904. Heft 4.

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 (bei Ernst Keils Nchf. 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: E. Schmatolla: Über die Vorzüge der Gasfeuerung gegenüber der direkten Feuerung 97; — A. Neuburger: Die Herstellung von Eisen und Stahl auf elektrischem Wege 104; — Referate: Analytische Chemie 112; — Chemie der Nahrungs- und Genußmittel; Elektrochemie 114; — Brennstoffe, feste und gasförmige; Anorganisch-chemische Präparate und Großindustrie; Zuckerindustrie 115; — Kautschuk, Guttapercha, Zelluloid; Ätherische Öle und Riechstoffe; Farbenchemie 116.

Wirtschaftlich-gewerblicher Teil: Die Entwicklung der Braunkohlenindustrie in den letzten 20 Jahren 117; — Chicago 119; — Wien 121; — Rom, Buenos-Aires 122; — Handelsnotizen; Personal-Notizen; Patentliste 123; — Neue Bücher 126.

Vereinsnachrichten: Sitzungsberichte der Bezirksvereine 126; — Mitgliederverzeichnis 127.

H. Baubigny u. P. Rivals, Einw. von Borsäure auf Jodide; — Anwendung z. Trennung des Jods von Chlor u. Brom 112.
Braunkohlenindustrie 117.
E. Campagne, Best. d. Vanadins 112.
O. Droz, Rübenwäsche 115.
F. E. Elmore, Elektrolytischer Apparat 114.
F. Emich, Best. v. Gasdichten bei hohen Temperaturen 112.
Farbenfabriken vormals Bayer & Co., Darst. von Pseudojon unter Ausschuß von Wasser 116.
— Blaue, halogenhaltige Farbstoffe d. Antraceneriehe 116.
Farbw. vorm. Meister, Lucius & Brüning, Reduktion von bromsubstituiertem Indigo 116.
L. Frank, Praktische Anwendung d. Sublimation 114.
B. Glasmann, s. A. Rösler.
G. Goldschmidt u. O. Hönigschmid, Quantitative Methoxyl- u. Methylimidbestimmung 113.
P. Grossmann, Teer- und Ammoniak-Ablaufkasten 115.

Hönigschmid, siehe Goldschmidt.

H. Moissan, Best. d. Argons in der Luft 112.

A. Neuburger, Eisen und Stahl auf elektr. Wege 104.

W. Palmaer, Düngemittel aus Mineralphosphaten 115.

Th. Pfeiffer, Best. v. Nitratstickstoff neben organ. Stickstoff 114.

E. v. Raumer, Eisen und Mangan in Wasserleitungswasser 114.

Rivals s. Baubigny.

A. Rösler u. B. Glasmann, Jodometrische Methode z. Best. von Benzidin u. Tolidin 113.

E. Schmatolla, Vorzüge der Gasfeuerung gegenüb. d. direkten Feuerung 97.

M. J. Stritar, Methoxyl- u. Glycerinbestimmung 113.

N. Teclu, Neue quantitative Methode 112.

Verein. Gummiwaren-Fabriken Harburg-Wien, Plastische Massen aus Kasein 116.

M. Vogtherr, Ein neuer Kjeldahlapparat 112.

Über die Vorzüge der Gasfeuerung gegenüber der direkten Feuerung.

Vortrag gehalten vom dipl. Hütten-Ingenieur

ERNST SCHMATOLLA, BERLIN

im Märkischen Bezirksverein deutscher Chemiker

In der Hüttenindustrie, im besonderen in der Eisenhütten- und Stahlindustrie, hat bekanntlich die Gasfeuerung die direkte Befuerung, wo es sich um kontinuierlich befeuerte Öfen handelt, fast vollständig verdrängt — ein Beweis dafür, daß die Gasfeuerung gegenüber der direkten Befuerung sehr ins Gewicht fallende Vorzüge haben muß.

Nach der Hüttenindustrie ist es wohl die Chemische Industrie, welche am ehesten die Vorzüge der Generatorgasfeuerung erkannt hat, und in welche diese Befuegungsart immer mehr eingeführt wird. Trotzdem gibt es in der Chemischen Industrie noch sehr viele Betriebe, welche dort in altgewohnter Weise noch direkte Feuerungen anwenden, wo ihnen die Einführung der Gasfeuerung sehr wesentliche Vorteile und große Ersparnisse bringen würde.

Um den Unterschied zwischen der direkten Feuerung und der Gasfeuerung und den Vorzug der Gasfeuerung vor der ersteren zu erörtern, wähle ich zunächst ein Beispiel aus der Kohlensäurefabrikation.

Bekanntlich wird Kohlensäure in vielen Betrieben noch dadurch hergestellt, daß man Kohlenstoff in Form von Koks zur Verbrennung bringt und dadurch ein Kohlen-säure enthaltendes Rohgas erzeugt, aus welchem man die Kohlensäure, bzw. einen Teil derselben durch Pottaschelauge absorbiert. Die Pottaschelauge nimmt bekanntlich Kohlen-säure ziemlich begierig auf, und so entsteht dadurch doppeltkohlensaures Kali; aus diesem wird die reine Kohlensäure durch Auskochen in einem Kessel hergestellt, welcher mit dem zur Verbrennung gebrachten Koks beheizt wird. Es entweicht reine Kohlensäure, welche gekühlt, getrocknet und schließlich komprimiert wird.

Früher bediente man sich zur Verbrennung des Kokses und zum Auskochen der Bicarbonatlauge einer Feuerungs-, oder Kesselanlage, welche ganz ähnlich konstruiert war, wie ein gewöhnlicher Cornwallkessel mit eingebautem Planrost.

Eine derartige Vorrichtung ist in Fig. 1 veranschaulicht. Die Feuerung ist, wie bereits gesagt, in das Flammrohr f des Kessels

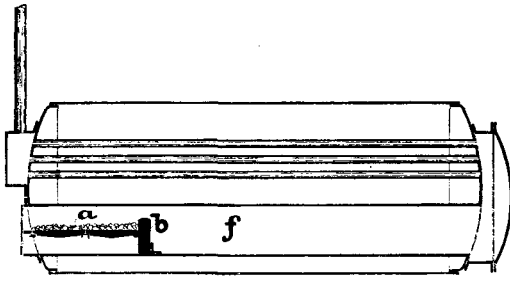


Fig. 1.

eingebaut. Sie besteht im wesentlichen aus einem gewöhnlichen Planroste a mit dahinter befindlicher Feuerbrücke b. Vorn ist die

gestellten Rohgase durchschnittlich nicht mehr als 13 % Kohlensäure, häufig nur 11 % und weniger. Hat man es mit einem schwefelhaltigen Koks zu tun, was fast immer der Fall ist, so kommt als schwerwiegender Übelstand die Bildung von Schwefelwasserstoff hinzu, welcher sich selbst bei sorgfältigster Bedienung schwer vermeiden läßt. Denn der Schwefelwasserstoff kann bei einer solchen Feuerung nicht zur vollkommenen Verbrennung gebracht werden, weil die Gase schon oberhalb des Rostes die kalten Kesselwände berühren. Der Schwefelwasserstoff ist aber durch einfache Waschungen nicht zu entfernen, er macht sich schließlich in der verflüssigten Kohlensäure durch seinen unangenehmen Geruch bemerkbar.

Die erwähnten Übelstände lassen sich dadurch mit Sicherheit beseitigen, daß man

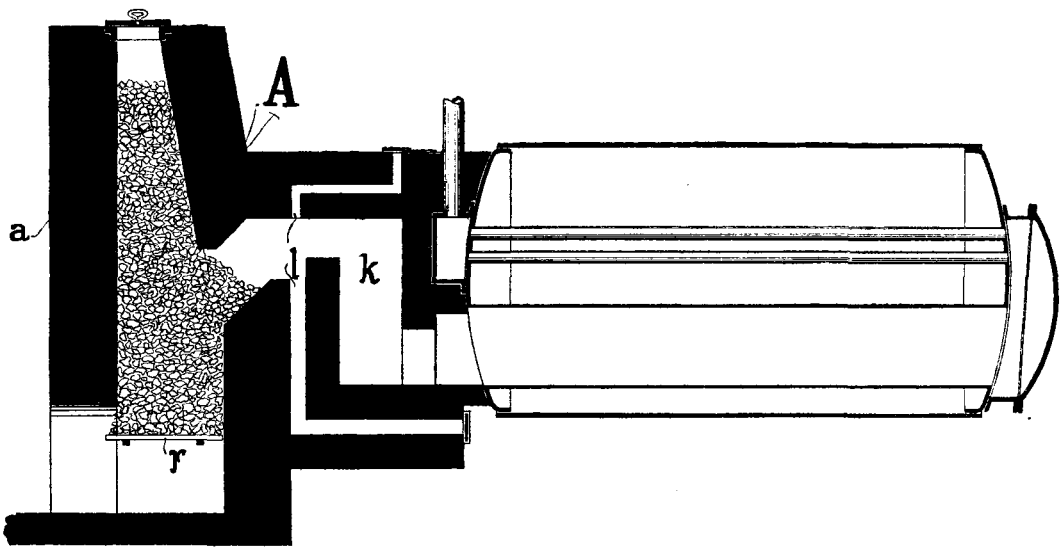


Fig. 2.

Feuerung durch die Kesseltür zugänglich. Die Beschickung ist die bekannte. Der Koks wird bei geöffneter Feuertür eingeworfen, so daß er eine möglichst gleichmäßige Schicht über dem Planroste bildet. Die Verbrennungsluft wird im wesentlichen von unten zugeleitet. Durch Verbrennung des Kokses bildet sich Kohlensäure, welcher sich der Stickstoff der Luft zugesellt.

Es ist ohne weiteres klar, daß eine derartige Feuerung, wenn man einigermaßen reichhaltige Rohgase erhalten will, welche nicht viel Kohlenoxydgas enthalten, sehr vorsichtig bedient werden muß. In jedem Falle ist man gezwungen, mit einem erheblichen Sauerstoffüberschuß zu arbeiten, um keinen Kohlenstoffverlust durch Bildung von Kohlenoxydgas zu erhalten. Es enthalten daher die mit einer derartigen Feuerung her-

gestellte Rohgase durchschnittlich nicht mehr als 13 % Kohlensäure, häufig nur 11 % und weniger.

Wie dies in einfachster Weise bewirkt werden kann, habe ich durch Figur 2 zu veranschaulichen gesucht. Die Figur zeigt einen als Generatorfeuerung ausgebildeten Koksverbrennungssofen, an den in Fig. 1 veranschaulichten Kessel angebaut. Der Koksverbrennungssofen ist nunmehr ein Füllsofen a mit langem Füllschachte, in welchem der Koks, indem er allmählich niedergeht, vorgewärmt wird, so daß er in glühendem Zustande in den eigentlichen Vergasungsraum eintritt. Am unteren Ende des Schachtes befindet sich ein Rost r, durch welchen die Verbrennungsluft von unten eintritt.

Der Abzugskanal, bezw. die Abzugskanäle für die durch die Vergasung des Kokses entstehenden Gase befinden sich jetzt in einem

gewissen Abstände oberhalb des Rostes; dieser Abstand kann etwa 1 m betragen. Kurz oberhalb des Rostes findet der Prozeß der vollkommenen Verbrennung statt, bei welchem sich Kohlensäure bildet. Die Produkte dieser vollkommenen Verbrennung steigen -- mit verdünntem Sauerstoff gemischt -- in hochglühendem Zustande empor und versetzen auch die oberen Koksschichten in Glut. In den oberen glühenden Koksschichten findet aber keine vollkommene Verbrennung mehr statt, da der Sauerstoff der Luft schon in geringer Höhe über dem Roste verbraucht ist. Es findet nunmehr nur noch der Prozeß der unvollkommenen Verbrennung statt, bei welchem sich Kohlenoxydgas bildet.

Neben dem Prozeß der unvollkommenen Verbrennung vollzieht sich der Prozeß der Reduktion, bei welchem die oberhalb des Rostes durch vollkommene Verbrennung gebildete Kohlensäure durch den glühenden Kohlenstoff wieder zu Kohlenoxydgas reduziert wird. Der Schwefel verbrennt teils zu schwefliger Säure, teils setzt er sich mit dem in der Luft und im Koks enthaltenen Wasser zu Schwefelwasserstoff um.

Die in dem Schachtofen entwickelten Gase werden nunmehr nicht direkt zum Kessel geleitet, sondern sie treten erst in eine zwischen dem Kessel und dem Schachtofen angeordnete, verhältnismäßig weite Kammer ein, welche man wohl mit Recht als die Verbrennungskammer bezeichnen kann. Zwischen der Verbrennungskammer und dem Schachtofen befinden sich Luftschlitze I, durch welche zu den aus dem Generator kommenden Feuer gasen vorgewärmte Luft geleitet wird. Diese Luft mischt sich mit den Generatorgasen, und die Gase gelangen in der Verbrennungskammer zur vollkommenen Verbrennung. Der Verbrennungsprozeß wird in der Kammer, in welcher hohe Glut herrscht, natürlich durch kalte Wandungen usw. nicht gestört.

Man wird entgegenhalten können, daß durch die Anordnung der Verbrennungskammer ein Wärmeverlust bedingt sein muß. Dem ist aber nicht so; denn man kann den durch Ausstrahlung der Verbrennungskammer und des Generators bedingten Wärmeverlust dadurch auf ein Minimum reduzieren, daß man hinter dem Chamottefutter des Ofens und der Verbrennungskammer Luftschlitze anordnet, durch welche die zur Verbrennung des Generatorgases notwendige Sekundärluft hindurchgeleitet wird. Die Sekundärluft nimmt in diesen Schlitzen die von dem Chamottefutter abgeleitete Wärme auf und führt diese der Verbrennungskammer wieder zu, wobei sie hoch vorgewärmt wird. Durch die Erhitzung der Sekundärluft wird in be-

kannter Weise der Verbrennungsprozeß gefördert, durch die weit vollkommenere Verbrennung werden die durch die Vorfeuerung bedingten Verluste vollständig aufgewogen, und man hat den wesentlichen Vorteil gegenüber der direkten Feuerung, daß man einen Überschuß von Sekundärluft oder unverbrannten Gasen fast vollkommen vermeiden kann.

Ich habe wiederholt Gelegenheit gehabt, derartige Verbrennungsöfen auszuführen und dabei Verbrennungsgase von mindestens 18% Kohlensäure erzielt. Der höchste Kohlensäuregehalt, den man theoretisch erzielen kann, ist bekanntlich ca. 20%. Je reicher die Rohgase sind, desto günstiger ist naturgemäß die Absorption. Der Schwefelwasserstoff gelangt in der glühenden Verbrennungskammer mit Sicherheit zur vollkommenen Verbrennung und kann weder die Lauge noch das Gas beeinträchtigen. Die Vorteile, welche hier die Generatorgasfeuerung bietet, liegen also klar auf der Hand.

Um weitere Vorteile der Generatorgasfeuerung vor Augen zu führen, will ich nunmehr ein anderes, ebenfalls sehr instruktives Beispiel wählen.

Bekanntlich sind in vielen Betrieben der chemischen Industrie Schachtöfen zum Brennen von Kalk und Magnesit teils zur Herstellung von kaustischem Kalk, oder kaustischer Magnesia, teils zur Entwicklung kohlensäurereicher Gase gebräuchlich. Zu diesem Zwecke werden noch immer in den meisten Betrieben, wie vor vielen Jahren die sogenannten belgischen Schachtöfen angewendet, bei welchen das zu brennende Material, also der Kalkstein, zusammen, oder abwechselnd, schichtenweise mit dem Brennmaterial, als welches ausschließlich Koks angewendet wird, in den Brennschacht aufgegeben wird. Wir haben es also mit einem Füllschachtofen zu tun, in welchem sich der Brennstoff, was ohne weiteres klar ist, unter ähnlichen Bedingungen befindet, wie in einem Generatorschachte. Auch hier muß die Verbrennungsluft, welche am unteren Ende in den Schacht eintritt, starke Schichten von glühendem Kohlenstoff passieren. Ebenso wie im Generator sich Kohlenoxydgas bildet, so wird auch bei einem derartigen Schachtofen Neigung zur Bildung von Kohlenoxydgas vorhanden sein.

Es ist auch vielfach festgestellt worden, daß die aus solchen Öfen abgesaugten Gase häufig Kohlenoxydgas enthalten.

Man kann wohl durch geschickten Betrieb eines solchen Ofens den Kohlenoxydgasgehalt durch starke Luftansaugung auf ein geringes Maß herabsetzen. Man kommt dabei aber wieder der Gefahr nahe, daß man

in den Gasen einen Überschuß an Luft erhält, wodurch die Rohgase ebenfalls beträchtlich verdünnt werden.

Der Ofen hat noch den einen Nachteil, daß der Verbrennungsprozeß sich in demselben nicht auf eine eng begrenzte Zone konzentriert, sondern auf eine lange Strecke und einen weiten Raum ausdehnt, so daß man bei derartigen Öfen sehr häufig — trotz der direkten Berührung der Steine mit dem glühenden Koks — ungar gebrannte Steine erhält. Andererseits liegt auch die Gefahr nahe, daß der Kalkstein überbrannt wird, und daß die Schlacke, welche sich bei Verbrennung des Koks bildet, sowohl den Kalk als auch das Chamottefutter angreift.

Daraus erklärt sich der wiederholt bei solchen Öfen auftretende Übelstand, daß selbst ein ganz basisches Chamottefutter zerfressen wird. Man glaubte vielfach, daß der Kalk diese Wirkung ausübt; in Wirklichkeit wird dies meist durch die einen sauren Charakter besitzende Schlacke die sich bei der Verbrennung mancher Koksarten entwickelt, bedingt.

Schließlich muß noch besonders betont werden, daß man derartige Öfen überhaupt nicht mit roher Kohle beschicken kann, sondern lediglich mit Koks, so daß man also an einen verhältnis-

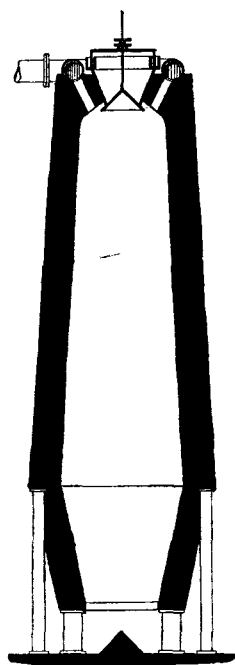


Fig. 3.

mäßig teuren Brennstoff gebunden ist, welchen man häufig aus weiter Ferne unter hohen Transportkosten herbeischaffen muß.

Alle diese Übelstände lassen sich dadurch auf das vollkommenste beseitigen, daß man den Schachtofen mit einer Generatorfeuerung versieht. Eine derartige Anordnung ist in Figur 4 schematisch veranschaulicht.

Wohl bestehen noch an sehr vielen Stellen Vorurteile gegen die Schachtofen mit Generatorfeuerung; es ist wohl auch wiederholt vorgekommen, daß Schachtofen mit Generatorfeuerung entweder infolge falscher Konstruktion oder infolge unverständiger Behandlung kein günstiges Resultat ergeben haben. Tatsächlich ist aber schon vielfach der Beweis erbracht worden, daß die Generatorfeuerung sich für Schachtofen zum Brennen von Kalk

vorzüglich eignet und sehr gewichtige Vorteile besitzt.

Figur 4 zeigt einen Schachtofen mit Generatorfeuerung, welchen man sich in einfacher Weise durch Umbau aus dem in Figur 3 veranschaulichten belgischen Ofen denken kann.

Der Schachtofen mit Generatorfeuerung unterscheidet sich von dem belgischen Ofen im wesentlichen nur dadurch, daß an dem Schachtofen A, welcher zum Brennen des Kalkes dient, ein Generator B angebaut ist, und daß oberhalb des Generators rings um den Schachtofen ein Ringkanal r angeordnet ist, welcher einerseits mit dem Generator, andererseits durch radiale Kanäle k mit dem

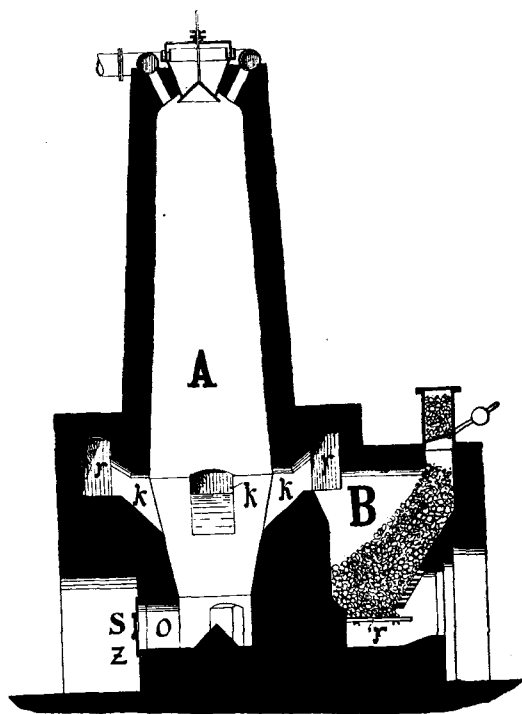


Fig. 4.

Schachte in Verbindung steht. — An dem unteren Ende des Schachtes sind Ziehtüren angeordnet, an welchen regulierbare Luftschieber angebracht sind.

Die Bedienung dieses Ofens unterscheidet sich von dem belgischen Ofen im wesentlichen dadurch, daß nur der Kalkstein in den Schacht A aufgegeben wird, und daß der Brennstoff ebenfalls für sich in den Generatorschacht B gefüllt wird, wobei sowohl der Schacht, als auch der Generator stets gefüllt gehalten wird. Das Generatorgas, welches sich in dem Generator gebildet hat, tritt durch den Ringkanal r durch die radialen Kanäle k in den Schacht ein. Die zur Verbrennung des Generatorgases notwendige Se-

kundärluft wird durch die Luftschieber s der Ziehtüren z in geregelter Menge zugeleitet und steigt zwischen dem gebrannten Kalk empor, kühlt diesen ab, indem sie sich dabei stark vorwärmt. Sie trifft in hoch erhitztem Zustande in der zwischen den Gaseintrittsöffnungen k befindlichen Zone mit dem Generatorgas zusammen und bringt dieses zur vollkommenen Verbrennung.

Es ist ohne weiteres klar, daß dabei der Verbrennungsprozeß auf einen verhältnismäßig engen Raum des Schachtes konzentriert wird, und daß man eine fast vollkommene Verbrennung erzielen kann, sofern nur einmal die Schieber richtig eingestellt sind. Die Abhitze wird in dem Vorwärmeschacht zur Vorwärmung des niedergehenden Kalksteines auf das vollkommenste ausgenutzt.

Die Vorteile, welche diese Befeuungsart bietet, müssen namentlich für den Chemiker, welcher die Vorgänge, die in einem derartigen Ofen stattfinden, wohl versteht, auf der Hand liegen. Diese Vorteile mögen in folgendem kurz zusammengefaßt werden:

Man ist bei dem Schachtofen mit Generatorfeuerung nicht an Koks gebunden, sondern kann auch rohen Brennstoff verwenden, da die Nebenbestandteile, Teer, Schwefel etc. zur vollkommenen Verbrennung gebracht werden, und die vollkommen verbrannten Verunreinigungen sich leicht aus den Gasen auswaschen lassen. Man ist also in Gegenden, wo billige Verbrennstoffe vorhanden sind, nicht gezwungen, Koks aus weiten Gegenden zu importieren.

Ein sehr wichtiger Vorteil ist der, daß der Kalk nicht mehr durch Schlacke und Asche verunreinigt wird.

Es ergibt sich ferner ohne weiteres, daß man wie bei dem zuerst gewählten Beispiel durch einfache Regulierung mittels der angebrachten Schieber sowohl einen Überschuß an Sauerstoff, als auch ein Entweichen von unverbranntem Kohlenoxyd mit Sicherheit vermeiden und Gase von fast 35 % Kohlen säuregehalt erzielen kann.

Der Brennstoffverbrauch ist nachgewiesenermaßen nicht höher wie beim belgischen Ofen; man kann mit Recht behaupten, daß man in den meisten Fällen durch Einführung der Gasfeuerung erheblich an Brennstoff spart. Verfasser hat selbst Gelegenheit gehabt, einen nach Art des belgischen Ofens konstruierten Schachtofen in einen solchen mit Generatorfeuerung umzubauen, und es ist von dem Inhaber bestätigt worden, daß derselbe dadurch weit bessere Resultate erzielt hat. Die Produktion ist, trotzdem der Brennschacht verengt wurde, eine größere geworden. Während der Besitzer früher

häufig ungaren Kalk erhielt, war der Kalk nach dem Umbau stets gleichmäßig gebrannt. Der Besitzer des Ofens drückte sein Urteil durch folgende Worte aus:

„Während ich früher das Kalkbrennen als eine Last betrachtete, ist es mir jetzt wirklich zur Freude geworden“.

Es dürfte dies wohl ein kleiner Beweis aus der Praxis für die Vorzüge der Gasfeuerung sein.

Weitere Vorzüge, welche die Gasfeuerung gegenüber der direkten Feuerung besitzt, ergeben sich aus folgendem:

In vielen Betrieben der chemischen Industrie werden Stoffe in eisernen, bezw. stählernen Retorten oder dergl. gegläht. Die Figur 5 zeigt einen direkt befeuerten Ofen, in welchen eine eiserne Retorte a eingebaut ist. An den Ofen ist eine direkte Feuerung F angebaut. Es ist ohne weiteres klar, daß es schwierig ist, in einem solchen Ofen mit der direkten Feuerung Temperaturschwan-

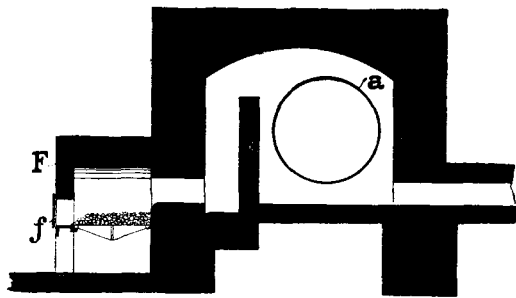


Fig. 5.

kungen zu vermeiden. Jedesmal, wenn die Feuertür f geöffnet wird, strömt kalte Luft ein. Die direkte Feuerung macht es schwer, die Feuergase in einer gleichen Zusammensetzung zu halten. Man wird bald mit einem Überschuß unverbrannter Gase, bald mit einem Überschuß von Sauerstoff arbeiten, und es ist zweifellos, daß dadurch die Retorte stark angegriffen wird. Die vom Mauerwerk aufgenommene und ausgestrahlte Wärme geht nutzlos verloren, die Feuergase ziehen mit hoher Temperatur meist unbenutzt zur Esse, und es läßt sich nachweisen, daß die Verluste, welche dadurch entstehen, 50 % und mehr betragen.

An der Unzweckmäßigkeit derartiger Ofen scheiterte in erster Linie beispielsweise die früher an mehreren Stellen ausgeführte Fabrikation von Kohlensäure aus Magnesit mittels gußeiserner Retorten. Der Brennstoffverbrauch war bei solchen Ofen zu hoch, und namentlich war der Retortenverschleiß sehr bedeutend, da infolge der ungleichmäßigen teuren Befeuung die Retorten schnell ver-

brannten und häufig ausgewechselt werden mußten. Mehrere Fabriken, die früher in Deutschland bestanden, haben in erster Linie wegen der Unzweckmässigkeit solcher Öfen das Verfahren einstellen müssen. Nachdem aber die Gasfeuerung mehr in Aufnahme gekommen ist, und man diese auch zur Beheizung derartiger Öfen angewendet hat, stellte es sich heraus, daß auch dieses sogenannte Magnesitretortenverfahren durchaus ökonomisch sein kann.

Die Figur 6 zeigt denselben Ofen, der auf der vorher vorgeführten Zeichnung veranschaulicht ist, mit einer Generatorgasfeuerung ausgerüstet. Die Vorteile, welche die Generatorgasfeuerung nunmehr bietet, sind sofort ersichtlich. Das Generatorgas gebraucht bekanntlich zu seiner Verbrennung

schlitz *e* anzuordnen, durch welche man einen Teil der Sekundärluft zu der eigentlichen Verbrennungskammer leitet. Die Sekundärluft nimmt die vom Mauerwerk abgeleitete und die ausgestrahlte Wärme auf und führt sie dem Ofen wieder zu.

Der Wärmeverlust durch die abziehenden Feuergase läßt sich ebenfalls in einfacher Weise dadurch fast auf ein Minimum verringern, daß man zwischen dem Ofen *O* und dem Schornstein *E* einen Rekuperator, d. i. einen Gegenstromluftvorwärmer anbaut, oder einbaut. Ein solcher Rekuperator einfachster Art *R* ist bei dem in der Figur veranschaulichten Ofen dargestellt. Derselbe besteht im wesentlichen aus Röhren, welche in nach der Esse führende Feuerkanäle *k* eingebaut sind. Diese Röhren werden von den ab-

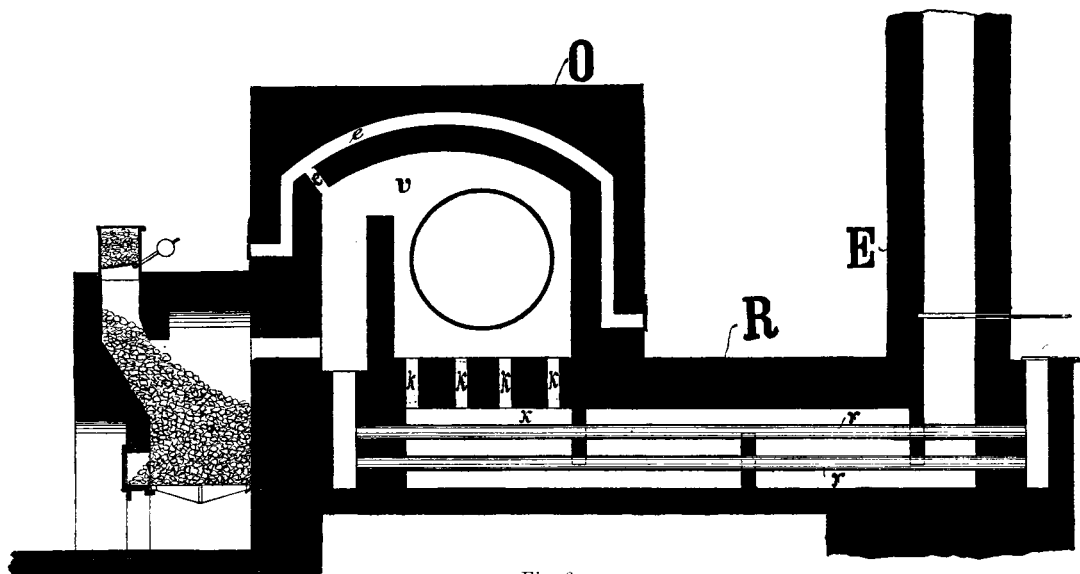


Fig. 6.

Luft, die man Sekundärluft nennt, und je heißer diese Luft den Gasen zugeführt wird, um so vollkommener vollführt sich der Verbrennungsprozeß. Nun bietet uns die Vorwärmung der Sekundärluft, deren Menge erheblich größer ist wie die des Generatorgases, ein vorzügliches Mittel, um die bei der direkten Feuerung sonst verloren gehende Wärme fast vollkommen auszunutzen, und zwar kann man sowohl die von dem Ofen ausgestrahlte, als auch die von den abziehenden Feuergasen mitgeführte Wärme nutzbar machen und zum Ofen zurückführen.

Um den Wärmeverlust durch Ausstrahlung und Ableitung durch das Mauerwerk zu verhindern, braucht man nur hinter dem feuerfesten Futter des Verbrennungsraumes *v*, und des eigentlichen Ofens einen diesen möglichst vollständig umschließenden Luft-

ziehenden Feuergasen umspült, und die Wärme wird von der durch die Röhren zur Verbrennungskammer durchgeleitete Sekundärluft aufgenommen und dem Ofen wieder zugeführt.

Eine weitere Ersparnis an Brennstoff ist dadurch bedingt, daß bei einem Generator die Kappe und die Seitenwandungen desselben weit weniger Wärme ausstrahlen als die bei der angebauten direkten Feuerung, bei welcher ein größerer Teil der entwickelten Wärme schon in der Feuerung nutzlos verloren gehen wird.

Eine derartige Beheizung von Retorten dürfte in vielen Zweigen der chemischen Industrie angebracht sein; beispielsweise für die Holzverkokung. Selbstredend sind die Vorteile fast dieselben auch bei der Beheizung von Chamottetretorten und Chamottemuffeln.

Eminente Vorteile bietet die Gasfeuerung gegenüber der direkten Feuerung, auch da, wo es sich darum handelt, mittels geringwertiger Brennstoffe, wie z. B. Braunkohle, Lignit, Torf und dergl. lange heiße oder stufenweise heißer werdende Flammen zu erzeugen. Es soll dies am Hand von Fig. 7, welche einen mit einer Braunkohlengeneratormfeuerung ausgerüsteten Glaubersalzmuffelofen nach einer Ausführung des Verfassers im Längsschnitt darstellt, veranschaulicht werden.

Bisher wurden derartige Öfen bekanntlich meist mit direkter Feuerung unter Verwendung von Steinkohle in der Weise beheizt, daß man die Flamme erst über der Muffel M entlang führte und dann unter der Muffel hin- und herstreichen ließ. Die Hauptlitze wurde dabei über dem Gewölbe der Muffel erzeugt, was an und für sich schon als ein Fehler bezeichnet werden kann, da es zweifellos zweckmäßiger ist, die zur Zersetzung erforderliche Wärme zu den auf der Sohle des Muffelherdes lagernden Salzen von unten zu-

Der auf der Zeichnung dargestellte Generator bietet den Vorzug, daß in demselben stets eine gleichbleibende Brennstoffschicht herrscht, und die Asche in sehr einfacher Weise entfernt werden kann. Von dem Generator G aus wird das Generatorgas durch einen Kanal C zu dem eigentlichen Ofen geleitet. Die Verbrennung des Generatorgases erfolgt bei diesem Ofen stufenweise durch stark vorgewärmte Sekundärluft. Die Vorwärmung der Sekundärluft geschieht vorzugsweise in einem an den Ofen angebauten Rekuperator R, in welchem die sonst nach der Esse unbenutzt verloren gehende Wärme der Rauchgase zur Vorwärmung der Sekundärluft nutzbar gemacht wird.

Die von dem Muffelofen nach der Esse ziehenden Feuergase treten bei diesem Ofen, nachdem sie die Sohle der Muffel beheizt haben, in einen Rauchsammler S und gelangen erst von diesem aus durch die Re-
kuperatorröhren nach dem Essenkanal E. In dem die Rohre umgebenden Raume R wird

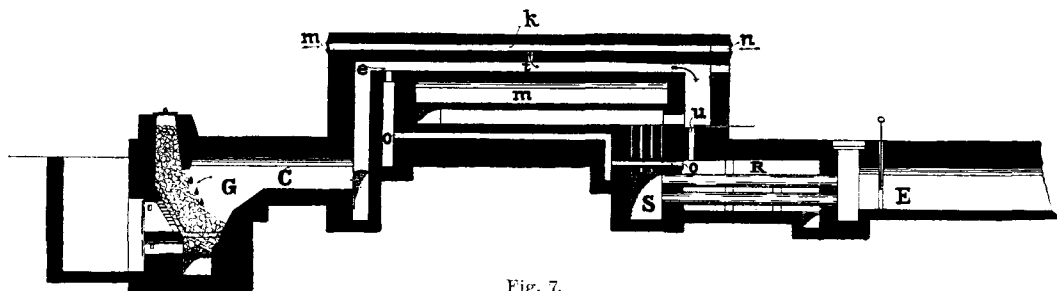


Fig. 7.

zuführen. Die über dem Muffelgewölbe entweichende Wärme ging bei einer derartigen direkten Befuerung meist durch Ausstrahlung nach oben nutzlos verloren. Ein sehr großer Teil der Wärme ging auch durch Ableitung nach der Esse verloren.

Die dieser Befuerung anhaftenden Übelstände lassen sich bei Anwendung der Generatorgasfeuerung vermeiden, und obendrein kann man zur Beheizung derartiger Öfen mit Vorteil billige Brennstoffe, wie beispielsweise Braunkohle, Lignit, Torf und dergl. heranziehen. Es ist dies namentlich für Fabriken von Wichtigkeit, in deren Nähe Braunkohlengruben, große Torflager etc. vorkommen, während die Steinkohle sich auch unter Berücksichtigung der verschiedenen Brennwerte wegen der hohen Transportkosten sehr erheblich teurer stellt als die Braunkohle und dergl.

Der in Fig. 7 veranschaulichte Glauber-salzofen ist mit einer Braunkohlengenerator-feuerung nach dem System des Verfassers ausgerüstet.

die zur Verbrennung des Generatorgases erforderliche Sekundärluft eingeleitet. Ein Teil derselben gelangt durch Kanäle o zur ersten Verbrennungsstelle e. An dieser Stelle wird jedoch nur so viel Sekundärluft zugeführt als notwendig ist, um das Generatorgas zu entflammen, so daß man etwa eine dunkelrote Flamme erreicht.

Eine weitere Menge Sekundärluft, welche aber bei weitem noch nicht zur vollkommenen Verbrennung des Generatorgases ausreicht, wird bei i etwa über der Mitte des Muffelgewölbes zugeführt. Diese Sekundärluft wird durch die von den oberen Feuerzügen nach oben ausgestrahlte Wärme in den Kanälen k vorgewärmt. Diese Luft tritt an beiden Enden des Ofens bei m n in genau geregelten Mengen ein und vermischt sich in hocherhitztem Zustande mit dem Generatorgas bei i.

Dadurch wird eine weitere Belebung der Flamme erzielt, welche jedoch zweckmäßig über die dunkle Rotglut nicht gesteigert wird. Die Hauptmenge der Sekundärluft,

welche zur vollkommenen Verbrennung des Generatorgases erforderlich ist, wird bei diesem Ofen erst bei u zugeführt. Dadurch erhält man unter der Muffelsohle eine scharfe Flamme von hoher Temperatur, und kann die Muffel dort am stärksten beheizen, wo die stärkste Wärmezufuhr notwendig ist.

Es ist ohne weiteres klar, daß man durch die stufenweise Zuführung der Sekundärluft, welche sich in der Praxis sehr gut durchführen läßt, sehr lange Flammen mit gleichbleibendem oder mit gesteigertem Hitzegrade erzielen kann. Zweifellos kann man derartige Effekte mit der direkten Feuerung, namentlich mittels geringwertiger Brennstoffe, niemals erzielen. Die Generatorfeuerung bietet also auch in derartigen Fällen nicht nur einen, sondern viele sehr erhebliche Vorteile.

✓ Die Herstellung von Eisen und Stahl auf elektrischem Wege.

VON ALBERT NEUBURGER, Berlin.

Die Versuche, Eisen und Stahl auf elektrischem Wege herzustellen, sind, trotzdem sie bereits in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts ihren Anfang nahmen und seitdem ununterbrochen fortgesetzt wurden, bis vor etwa drei Jahren im ganzen und großen ziemlich erfolglos verlaufen. In den Bestrebungen, eine Elektrometallurgie des Eisens zu schaffen, bedeutet das Jahr 1900 einen Wendepunkt. Im Verlaufe desselben sind verschiedene Anlagen in Betrieb gesetzt worden, welche mit überraschend guten Ergebnissen arbeiten: Nicht nur ist das von ihnen erzielte Produkt ein außerordentlich reines, es hat auch, je nach den örtlichen Verhältnissen noch den weiteren Vorzug einer mehr oder minder großen, ja teilweise sogar überraschenden Billigkeit. Es kommen also auch hier die Vorzüge, welche die elektrophysikalischen und elektrochemischen Methoden vor den rein chemischen im allgemeinen auszeichnen, voll zur Geltung.

Die Verfahren, welche dazu dienen, Eisen und Stahl, sowie verschiedene Eisenlegierungen auf elektrischem Wege zu gewinnen, sind fast durchweg ziemlich einfache. Wenn es trotzdem solange währte, bis sie so weit durchgebildet waren, daß nach ihnen ein erfolgreiches Arbeiten möglich war, so liegt der Grund hierzu in einem schwerwiegenden Fehler, den fast alle Erfinder der vor dem Jahre 1900 liegenden Epoche machten, und der stets die Gewinnung eines sehr unreinen und sehr teuren Produktes herbeiführte. Dieser Fehler bestand darin, daß die aus den Erzen ausgeschmolzenen Produkte zu lange zwischen

den Elektroden belassen wurden: hierdurch wurden einerseits der elektrische Widerstand und mit ihm natürlich die Kosten des Verfahrens erhöht; andererseits aber hatte das fertige Eisen Zeit, von den Elektroden Kohlenstoff aufzulösen und sich damit anzureichern. Da es kein Mittel gab, die Quantität des gelösten Kohlenstoffs irgendwie zu regulieren, so war auch eine Beeinflussung der Qualität des Produktes unmöglich und ein rationelles Arbeiten nach allen diesen Verfahren ausgeschlossen. Erst als man die Ursache des Fehlers richtig erkannte, änderte sich mit einem Schlage die ganze Sachlage. Alle jetzt im Betriebe befindlichen Verfahren arbeiten nach dem Prinzip, das gewonnene Eisen oder seine Legierungen, sowie, je nach der Art des Verfahrens, auch die Schlacke möglichst rasch aus dem Bereiche der Elektroden zu entfernen: es wird so eine geringe Stromintensität und damit große Billigkeit und andererseits ein Produkt erzielt, das sich durch seinen geringen Gehalt an Kohlenstoff auszeichnet.

Seit dem Jahre 1900 hat die Elektrometallurgie des Eisens rasche Fortschritte gemacht. Es sind bis jetzt in Europa etwa sieben Anlagen, die Eisen und Stahl auf elektrischem Wege gewinnen, im Betriebe. Eine Anzahl weiterer befindet sich in Amerika (zwei davon in Chile, einem Lande, das infolge seiner Erz- und Wasserverhältnisse ganz besonders zur Ausbeutung elektrometallurgischer Verfahren geeignet ist), so daß auf der ganzen Erde gegenwärtig etwa ein Dutzend Betriebe existieren dürften, die nach elektrischen Verfahren arbeiten. Mehrere derartige Betriebe sind im Bau begriffen.

Die Pioniere der Elektrometallurgie des Eisens und Stahls sind Ernesto Stassano in Rom und Dr. ing. h. c. Héroult, welcher letzterer den 12. Dezember 1900 als den Geburtstag der elektrischen Eisendarstellung bezeichnet, da er an diesem Tage den ersten Waggon elektrisch erblasenen Stahles absandte. Fast um die gleiche Zeit erhielt auch Stassano das erste zufriedenstellende Produkt. In Gysinge wurde jedoch bereits am 18. März 1900 elektrischer Stahl erhalten.

Prozeß Stassano¹⁾.

Unter allen Verfahren erregt dasjenige von Stassano durch die Art, wie es sein Erfinder durcharbeitete, in erster Linie Interesse. Dasselbe ist so durchgebildet, daß Stassano in seinem elektrischen Ofen Stahlsorten von vorher genau zu bestimmender Zusammensetzung zu erzeugen vermag. Als Ausgangsmaterial dienen hierbei die in Ober-