

# Zeitschrift für angewandte Chemie.

1903. Heft 36.

## Über einen Gasflammofen für Laboratorien.

Von K. Friedrich.

(Mitteilung aus dem Metallurgischen Laboratorium  
der kgl. Bergakademie Freiberg).

Die in den metallurgischen Laboratorien vorkommenden Röstarbeiten werden in Muffelöfen, die Schmelzarbeiten in diesen oder in Windöfen ausgeführt. Hierbei dienen zur Aufnahme der Beschickung Scherben oder Tiegel und Tuten. Bei dieser Arbeitsweise nun kommt das Material mit den Feuergasen nicht direkt in Berührung. Dies entspricht aber in den seltensten Fällen den Verhältnissen, wie sie bei den Arbeiten im großen obwalten. Nur notgedrungen greift man da zum Muffel- oder Tiegelofen. Wenn es die Beschaffenheit der Beschickung und der verfolgte Zweck nur irgend erlauben, zieht man immer den Flamm- oder Schachtofen vor. Und von diesen beiden Ofenarten wiederum ist es wohl die erstgenannte, welche sich gegenwärtig im Hüttenwesen der weitesten Verbreitung und ausgedehntesten Verwendung erfreut.

Bei Gelegenheit von Untersuchungen, welche man im hiesigen Laboratorium anzustellen beabsichtigte, machte sich nun der Mangel an einem Ofen fühlbar, in welchem man mehrere Kilogramme Material unter Innehaltung von ähnlichen Flammenverhältnissen, wie sie beim Flammofenprozeß im großen herrschen, durchzusetzen im stande wäre. Dieser vielleicht auch schon von anderer Seite empfundene Mangel veranlaßte mich, einen kleinen Gasflammofen zu konstruieren, und da die mit demselben angestellten Versuche über Erwarten günstige Resultate geliefert haben, so möchte ich mit einer Mitteilung über die Einrichtung und Leistungsfähigkeit des neuen Ofens nicht länger zurückhalten.

Auf einer mit einer Öffnung für den Herd *B* versehenen, ca. 8 mm starken, auf 4 Säulen *a* ruhenden, eisernen Grundplatte *b* von der aus Fig. 1 ersichtlichen Form erhebt sich ein mit Chamotte ausgefüttertes, mit einem turmartig das Ganze überragenden Anbau *E* versehenes, unten und oben offenes Gehäuse *A* von 4 mm starkem Eisenblech, welches seitlich an verschiedenen Stellen durchbrochen ist. Durch die beiden gegen einander konver-

gierenden Kanäle *c<sub>1</sub> c<sub>2</sub>* erfolgt die Zuführung der Heizgase. Die Abgase verlassen den Ofen durch den auf derselben Seite befindlichen Kanal *d*. Die Feuergase nehmen somit den durch die Pfeile (Fig. 1) ange deuteten Weg, und stellt sich die Flamme als Kehr- oder Wendeflamme dar. Nur auf diese Weise konnte man es erreichen, daß trotz der geringen Dimensionen des Ofens die Feuergase einen zur vollen Flammenentwicklung genügend langen Weg durchlaufen, bevor sie den Herd wieder verlassen. Außerdem wird dadurch, daß die Gase an einer Wand (gegenüber *d*) sich stoßen und von beiden Brennern aus einem gemeinsamen Abzuge zingedrängt werden, eine innigere Mischung von Luft und Gas und damit eine ziemlich vollständige Verbrennung und die Erreichung einer hohen Temperatur gewährleistet. Die beiden Öffnungen *e<sub>1</sub> e<sub>2</sub>* sind Arbeitsöffnungen. Sie können durch die Chamottesteine *f<sub>1</sub> f<sub>2</sub>* verschlossen werden, welche ihrerseits zur Beobachtung des Ofeninnern kleinere mit Glas oder Glimmer *g<sub>1</sub> g<sub>2</sub>* abgedeckte Schaulöcher *h<sub>1</sub> h<sub>2</sub>* besitzen. Sodann sind seitlich von den Kanälen *c<sub>1</sub> c<sub>2</sub>* zwei gegen den Herd zu schräg von oben nach unten gerichtete Öffnungen *i<sub>1</sub> i<sub>2</sub>* ausgespart, durch welche man bei Bedarf Oberwind auf das Metall- oder Schlackenbad leiten kann. Endlich ist noch das Stichloch *k* mit dem sich daran anschließenden Stichgerinne *l* zu erwähnen.

Nur in loser Verbindung mit dem Ofenmassiv befindet sich der Herd *B*. Er wird durch die in der Grundplatte *b* ausgesparte Öffnung von unten in das Gehäuse *A* eingeführt und durch 4 vorgescho bene, an der Grundplatte befestigte Riegel *m* in seiner Stellung festgehalten. Durch kleine Keile *n*, welche man zwischen Riegel und Herdboden treibt, oder aber besser noch durch Schrauben läßt sich dann der Herd heben und senken und die Höhe des Herdraumes innerhalb gewisser Grenzen ganz nach Wunsch regulieren. Um freiliegende Eisenteile des Herdes vor der direkten Berührung mit der Flamme zu schützen und Wärmeverlusten vorzubeugen, werden die zwischen Herd und Gemäuer vorhandenen Fugen mit Chamotte verschmiert.

Was nun den Herd selbst anbetrifft, so ist über seine Einrichtung und Form folgendes zu erwähnen. Der Umstand, daß der Herd

auswechselbar ist, bringt den großen Vorteil mit sich, daß man für jede neue Arbeit einen besonderen Herd einsetzen und die verschiedensten Herdmaterialien zur Anwendung bringen kann. Der Herd kann entweder durch eine auf einer Eisenplatte ruhende stärkere Chamotteplatte dargestellt werden — und dürfte sich diese Einrichtung empfehlen, wenn man sich die Mühe des Herdschlagens ersparen will, — oder aber er besteht aus einem eisernen Gerippe, welches man mit der gewünschten Herdmasse, wie Chamotte, Mergel u. s. w., ausstampft oder mit Zement ausgießt. Hierbei ist natürlich dafür

ausgespart und die Glättgassen  $r_1 r_2$  eingeschnitten werden. Während des Treibens muß dann natürlich das Stichloch  $k$  verschlossen bleiben. Hat man zwei Herde zur Verfügung, so kann der eine frisch geschlagen und getrocknet werden, während der andere im Gebrauche ist. Um beim Durchgehen des Herdes das Schmelzgut auffangen zu können, empfiehlt es sich noch, etwa in halber Höhe der Säulen  $a$  ein Eisenblech mit ringsum aufgebogenen Rändern anzubringen, welches unterhalb  $q_1 q_2$  mit Ausschnitten für die Gefäße, welche zur Aufnahme der Glätte dienen sollen, versehen ist.

Als Hauptvorteil bei der beschriebenen Einrichtung dürfte wohl der Umstand zu bezeichnen sein, daß der Herd auswechselbar ist und man, wie bereits erwähnt wurde, in der Lage ist, für jede besondere Arbeit einen besonderen Herd und jedes beliebige Herdmaterial zu verwenden. Ein weiterer, nicht gering anzuschlagender Vorteil liegt aber auch noch darin, daß der Herd leicht zugänglich und der Herdboden jederzeit vollständig zu übersehen ist. Schadhafte Stellen können sofort erkannt und beseitigt werden.

Nach oben wird der Schmelzraum durch einen mit Griff versehenen abhebbaren Deckel  $C$  abgeschlossen, und besteht derselbe aus einem innen mit Krampen  $s$  besetzten Eisenblech mantel, welcher mit Cha-

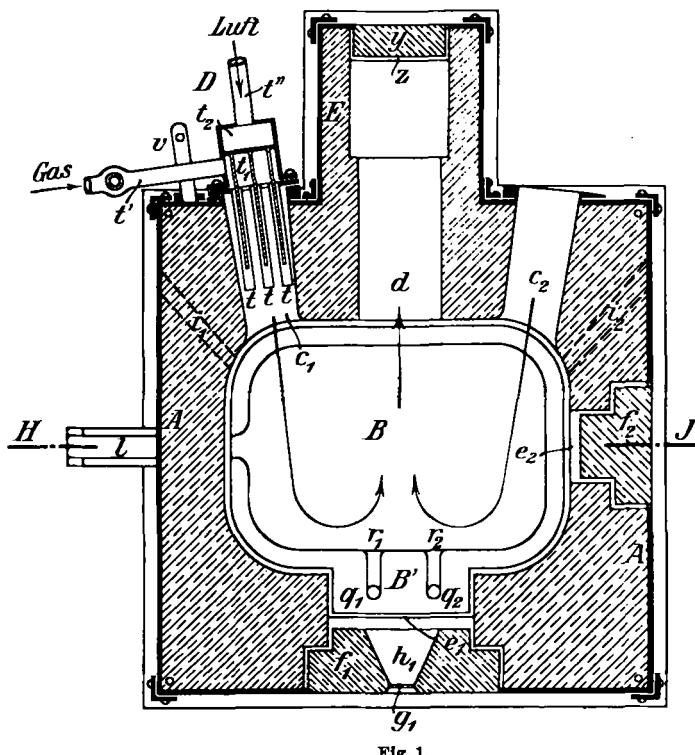


Fig. 1.

Sorge zu tragen, daß der Abstich durch  $k$  bez.  $l$  erfolgen kann. Fig. 2 zeigt im Schnitt einen Herd, welcher ganz nach Art des Testringes eines englischen Treibeofens eingerichtet ist<sup>1)</sup>. In diesem Falle besteht der Herd aus einem Kranz  $o$  von 4 mm starkem Bandeisen, und wird sein Boden durch 7 Querbänder  $p$ , welche an den Kranz angenietet sind, gebildet. Besonders mit Rücksicht darauf, daß in dem Ofen getrieben werden soll, wurde nun auch die aus Fig. 1 ersichtliche Form des Herdes gewählt. In dem ebenfalls mit Herdmasse ausgefüllten kleineren Ansatz  $B'$  können nämlich ohne Beeinträchtigung der Fassungskraft des Herdes die Glätlöcher  $q_1 q_2$

mit Chamotte ausgestampft ist. Da auch das Gewölbe ebenso wie der Herd ohne Mühe zu entfernen ist, so lassen sich Reparaturen im Innern des Ofens rasch und mit Leichtigkeit vornehmen.

Der Ofen wird betrieben mit Leuchtgas unter Zuhilfenahme von Gebläseluft. Die Zuführung der Heizgase geschieht durch die Kanäle  $c_1$   $c_2$  und zwar ist für jeden Kanal je ein Brenner  $D$  vorgesehen (in den Fig. 1 und 2 ist der Einfachheit wegen nur je ein Brenner eingezzeichnet). Die ersten Versuche wurden ausgeführt mit mehrstrahligen Brennerdüsen Gas und Luft aus einem gemeinsamen Gas- bez. Luftpunkt zugeführt werden. Mit Rücksicht aber darauf, daß der neue Ofen einer möglichst vielseitigen Verwendung fähig sein sollte, haben diese Brenner eine besondere Einrich-

<sup>1)</sup> Vergl. Schnabel, Handbuch der Metallhüttenkunde 1. Band, II. Auflage 1901. Fig. 499, 500.

tung erhalten, über welche hier folgendes mitgeteilt werden mag.

Während sonst für jeden Brenner nur je eine Gas- und eine Luftkammer vorhanden ist, weist bei dem neuen Ofen jeder mit 7 Einzeldüsen versehene Brenner je zwei solcher, von einander getrennter, verschiedenen großer Gas- bez. Luftabteilungen auf. Von den größeren in Fig. 1 sichtbaren Kammern  $t_1$  und  $t_2$  werden die 5 oberen mit  $t$  bezeichneten Düsen mit Gas bez. Luft gespeist, während die zwei unteren Düsen  $u$  (Fig. 2) mit den kleineren nicht sichtbaren Kammern in Verbindung stehen. Da nun jede der beiden Gas- bez. Luftzuleitungen  $t' u'$  bez.  $t'' u''$  mit einem besonderen Hahn versehen ist, so stellt sich jeder einzelne Brenner des Ofens gewissermaßen wiederum als eine Vereinigung von zwei Brennern und zwar einem oberen größeren und einem unteren kleineren dar.

Die Vorteile dieser Einrichtung sind unverkennbar. Zunächst einmal hat man es in der Hand, über die Beschickung eine rein reduzierende oder rein oxydierende Atmosphäre zu leiten. Im ersten Falle lässt man durch die unteren Düsen  $u$  nur Gas, im zweiten Falle nur Luft eintreten, während der obere größere Brenner die erforderliche Wärme liefert. Arbeitet man nur mit dem oberen Brenner und stellt den unteren ganz ab, so zieht sich die Flamme am Gewölbe hin, ohne mit dem Schmelzgut direkt in Berührung zu kommen. Dann walten Verhältnisse ob, wie sie im großen dem „Heizverfahren mit freier Flammenentfaltung“

zu Grunde liegen. Und gerade für solche Versuche dürfte sich der Ofen sehr gut eignen, insofern man die Flammenführung ganz in der Hand hat. Legt man z. B. auf die Sohle der Kanäle  $c_1 c_2$  bez.  $d$  kleine Chamottekeile, so wird die Flamme mehr ans Gewölbe gedrückt. Soll dieselbe aber weniger hoch über der Beschickung hinstreichen, so braucht man nur im Kanal  $d$  bei  $d'$  eine Chamotteplatte einzusetzen. Außerdem lassen sich auch noch die Brenner selbst mehr oder weniger nach oben oder unten richten. Schließlich kann man auch den Herd, wie bereits erwähnt wurde, höher oder tiefer stellen. Sodann ist man in der Lage, die Schmelzung in jeder

beliebigen Atmosphäre auszuführen. Man braucht dann nur die betreffenden Gase, wie z. B. Kohlensäure, Kohlenoxyd u. s. w., durch die Düsen des unteren Brenners oder vielleicht vorteilhafter noch durch die Oberwindlöcher  $i_1 i_2$  einzuleiten. Für manche Zwecke dürfte es auch wünschenswert erscheinen, zur Erzielung einer möglichst hohen Temperatur wenigstens einen Teil der Luft durch reinen Sauerstoff zu ersetzen, und kann man dann denselben durch die Luftkammer dem Brenner

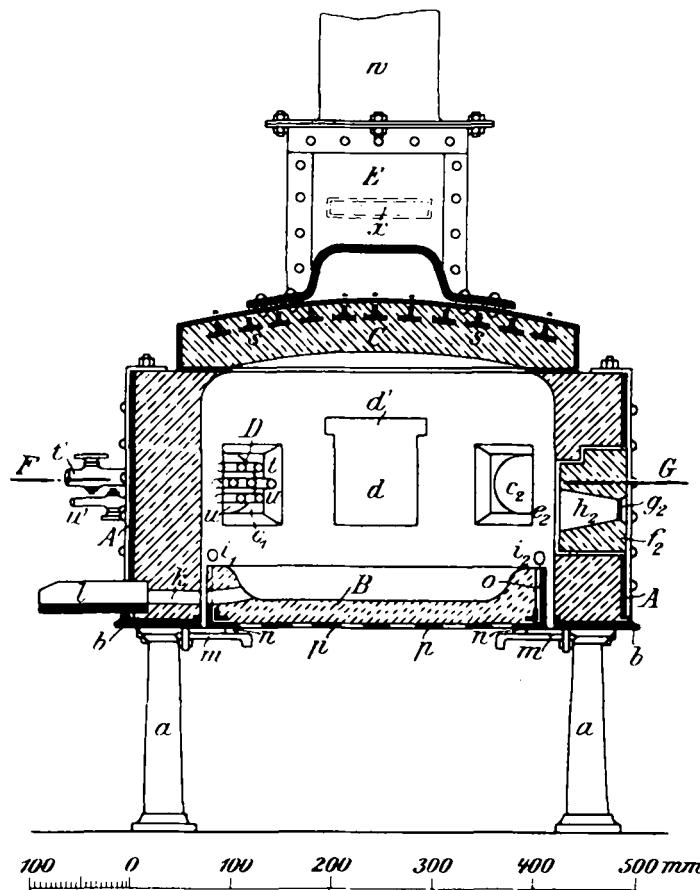


Fig. 2.

zuführen. Schließlich bleibt es natürlich auch nicht unbenommen, mit dem oberen und unteren Brenner zu gleicher Zeit, also mit Vollfeuer, zu arbeiten, wobei man wiederum durch Zuführung von mehr oder weniger Luft eine oxydierende oder reduzierende Flamme erzeugen kann.

Aus dem Mitgeteilten dürfte hervorgehen, daß man mit den Brennern von der beschriebenen Einrichtung bezüglich der Flammenart und Flammenführung wohl alle denkbaren Kombinationen ausführen kann.

Die Brenner werden am Ofen durch Schellen  $v$  befestigt, wobei man noch die Möglichkeit hat, die Brenner je nach Bedarf

mehr oder weniger weit in den Ofen einzuführen und, wie bereits erwähnt wurde, weiter nach oben oder unten zu richten. Trotzdem der Abhitzekanal sich in unmittelbarer Nähe der beiden Brenner befindet, so sind dieselben doch bei stundenlang andauernden Versuchen, wobei im Ofeninnern Temperaturen bis über 1400° herrschten, so kühl geblieben, daß man sie bequem noch mit der Hand anfassen konnte, weshalb auch keine Bedenken vorliegen, den Anschluß an die Gas- und Luftleitung durch Gummischläuche zu bewirken.

Die Abhitze endlich wird nach dem Verlassen des Herdes bei *d* zunächst durch einen von Chamottesteinen gebildeten, mit Eisenblech eingefaßten Kanal *E*, welcher den eigentlichen Ofen turmartig überragt (Fig. 2), geführt, um dann durch ein gewöhnliches Eisenblechrohr *w* in die Esse einzutreten. Zur Regulierung des Zuges ist in dem mit Chamotte ausgefüllten Teile des Abzugskanals ein Chamotteschieber *x* eingesetzt, während für Reinigungsarbeiten und Reparaturen gerade gegenüber dem Arbeitstor *e<sub>1</sub>* und in der Verlängerung von *d* eine mit einem Stein *y* verschließbare Öffnung *z* ausgespart ist.

Bezüglich aller sonstigen Einzelheiten verweise ich auf die dem Texte beigegebenen Zeichnungen.

Was nun die Leistungsfähigkeit des Ofens anbetrifft, so will ich mich hier nur auf die nötigsten Angaben beschränken, zumal sich bald Gelegenheit bieten dürfte, über Versuche, welche in dem Ofen angestellt wurden, eingehender zu berichten.

Bei den nachstehend beschriebenen Versuchen wurde der Ofen mit Leuchtgas unter Anwendung von Preßluft betrieben. Die letztere wurde von einem Zylindergebläse geliefert, welches seinerseits wieder den Antrieb von einem  $\frac{1}{2}$ -pferdigen Gasmotor erhielt. Der Überdruck in der Luftleitung betrug bis zu ca. 200 mm Quecksilbersäule.

Die ersten Temperaturmessungen wurden mit Hilfe von Segerkegeln ausgeführt und wollte man hierbei ermitteln, an welcher Stelle des Ofens die größte Wärmeentwicklung stattfindet. Zu diesem Zwecke stellte man an verschiedenen Punkten des Herdes und im Fuchschanal Segerkegel von verschiedener Schmelzbarkeit auf. Hierdurch wurde nun zweifellos konstatiert, daß die höchste Temperatur im Herde, und zwar ca. 5 cm vom Fuchs entfernt, in der Richtung nach *e<sub>1</sub>* zu herrscht.

Nunmehr konnte man zu genaueren Temperaturmessungen übergehen. Dieselben wurden mit dem Le Chatelierpyrometer angestellt,

wobei man das mit einem Schutzrohr aus Porzellan versehene Element in den Ofen durch die Stichöffnung *k* einführte, und zwar so, daß die Eintauchtiefe des Elements etwas über 20 cm betrug. Von den Zahlen der verschiedenen Versuchsreihen sollen hier nur diejenigen einer einzigen Platz finden. 10 Minuten nach Beginn des Heizens wurde die Temperatur der Flamme gemessen zu 1195°. Die Ablesungen erfolgten nun in Zwischenräumen von je weiteren 10 Minuten und fand man hierbei folgende Temperaturen: 1195°, 1262°, 1300°, 1325°, 1351°, 1372°, 1381°, 1400, 1412°, 1420°.

Berücksichtigt man, daß bei der mitgeteilten Versuchsreihe die Temperatur noch im Steigen begriffen war, und daß ferner in vielen Fällen durch die beim Schmelzprozeß sich abspielenden chemischen Vorgänge nicht unbedeutende Wärmemengen entwickelt werden, so kann man annehmen, daß man im Herdraum im Verlaufe von 2 bis 3 Stunden ohne Schwierigkeit Temperaturen bis zu 1500° erreichen wird. Ersetzt man die Preßluft bez. einen Teil derselben durch Sauerstoffgas, so wird man noch weit höhere Temperaturen erzielen können.

Was nun den Gasverbrauch anbetrifft, so benötigte man bei der obigen Versuchsreihe, also in der Anheizperiode, abzüglich der zum Betriebe des Gasmotors erforderlichen Gasmenge pro Stunde 7—8 cbm, während sich der Gasbedarf nach erfolgtem Anheizen bei regelrechtem Betriebe auf etwa 4—5 cbm reduzierte. Es ist begründete Aussicht vorhanden, daß dieser Gasverbrauch noch auf ein geringeres Maß beschränkt werden wird.

Neuerdings nämlich hat die Firma Karl Issem in Berlin die im vorstehenden beschriebenen mehrstrahligen Brenner durch Brenner eigener Konstruktion ersetzt, wobei aber die Eigenart der Brenner gewahrt blieb, indem auch hier, wie früher angegeben, je zwei Brenner zu einem einzigen vereinigt wurden, und zwar wiederum so, daß der kleinere unten und der größere oben sich befindet. Zur Zuführung von Sauerstoffgas wurde bei den unteren Brennern in die Luftpistole noch eine besondere kleine Düse eingesetzt. Nähere Angaben über die mit diesen Brennern erreichten Temperaturen und den Gasverbrauch stehen noch aus.

Ich möchte nicht unterlassen, an vorstehende Zeilen noch einige Bemerkungen über die Verwendbarkeit des neuen Ofens anzuknüpfen.

Die eigenartige Konstruktion der Brenner im Verein mit der sonstigen Einrichtung des Ofens stellt denselben eine vielseitige Verwendung in Aussicht. So dürfte er sich für

die Ausführung einer großen Reihe von Schmelz- und Röstversuchen sehr gut eignen. Zunächst einmal gestatten die Dimensionen des Ofens selbst bei unterbrochenem Betriebe größere Mengen durchzusetzen, als dies bisher in den sonst üblichen Probiergefäßen möglich war. In vielen Fällen aber dürfte es sogar angängig sein, kontinuierlich zu arbeiten, und läßt sich dann das Durchsetzquantum noch ganz bedeutend erhöhen. Sodann werden in dem Ofen Temperaturen erreicht, welche man in einem größeren Muffelofen niemals erzielen kann. Der Hauptvorteil aber liegt darin, daß man im Laboratorium mit Hilfe dieses Ofens Versuche anstellen kann unter ganz ähnlichen Feuer- und Flammenverhältnissen, wie sie im großen herrschen. Wie also der beschriebene Ofen in metallurgischen Laboratorien für Versuchszwecke vielfach recht brauchbar sein dürfte, so stellt er aber auch zugleich ein neues Lehrmittel dar, insofern sich in demselben Verfahren, welche im großen Maßstabe auf den Hüttenwerken in Anwendung stehen, im kleinen im Laboratorium den Studierenden vorführen lassen. Wie Versuche schon ergeben haben, eignet er sich ganz vorzüglich zur Demonstration des Bleiraffiner- und Treibeprozesses, und es dürfte sich unschwer eine Anzahl weiterer Prozesse finden lassen, welche mit Hilfe des beschriebenen Gasflammofens zur Vorführung gebracht werden können<sup>2)</sup>.

### Über die Anwendung des künstlichen Zuges und des zerstäubten Wassers anstatt des Dampfes beim Bleikammerprozesse.

Von F. Benker und E. Hartmann.

Der chemische Verlauf des Bleikammerprozesses ist in den letzten Jahren gründlich erforscht worden; namentlich sind es die bahnbrechenden Untersuchungen von Hurter, von Lunge und Naef, welche die hierbei in Frage kommenden Reaktionen nach jeder Richtung klar gestellt haben und welche durch ihre Anregung das Bleikammerverfahren allmählich zu einer hohen Stufe der Vollendung geführt haben. In Deutschland, Österreich-Ungarn und in fast allen übrigen Industrieländern bedurfte es hierzu allerdings noch eines besonderen Anstoßes, und zwar ist dieser durch die verschiedenen Kontaktverfahren gegeben worden, welche dem alten Bleikammerprozesse eine große Konkurrenz

<sup>2)</sup> Den Bau und Vertrieb des Ofens hat die Firma Karl Issem, Fabrik für Industrie- und Laboratoriöfen, in Berlin-Reinickendorf übernommen.

bereiten und welche den Schwefelsäuretechniker zwangen, das Bleikammerverfahren zu einem ganz wesentlich rentableren zu gestalten, wenn es dieser neuen Konkurrenz gegenüber überhaupt noch Stand halten sollte. In Amerika und Frankreich war man uns nach dieser Richtung schon seit Jahren und lange vor Bekanntwerden der Kontaktverfahren weit überlegen und kann man ohne Übertreibung sagen, daß namentlich letzteres Land noch heute in seinen Anlagen damit an der Spitze marschiert.

Die Verbesserungen, welche der Fabrikation dieses wichtigsten Industriezweiges der chemischen Großindustrie in den letzten Jahren bei uns hinzugefügt sind, gehören zum Teil der Mechanik an; dieselben laufen in ihrer Mehrzahl darauf hinaus, für den Bleikammerprozeß eine möglichst große Gleichmäßigkeit zu erzielen, womit die Rentabilität des ganzen Prozesses auf das engste verknüpft ist. Diese Gleichmäßigkeit gewährt uns aber, wie überall in der Industrie, nur die Maschine. Man ist darum auch beim Bleikammerprozesse bemüht gewesen, die Mechanik, soweit es in diesem Falle möglich und zulässig ist, anzuwenden, und so entstanden die mechanischen Pyritöfen, die automatischen Säureheber und als eine der wichtigsten Neuerungen die zwangsweise Zugführung durch den Ventilator.

Es ist jedem Schwefelsäuretechniker bekannt, daß der Gang des Bleikammerprozesses in hervorragender Weise durch den Zug beeinflußt wird, welcher in dem Kammersystem herrscht, und es sind die Bestrebungen seit Jahren darauf gerichtet, diese Zugverhältnisse zu möglichst regelmäßigen zu gestalten. Es entstanden auf diese Weise die verschiedensten Regulierungsvorrichtungen, und zwar vom einfachen Schieber und von der Laterne mit Stöpseln im Abzugsrohre der Endgase bis zum automatischen Regulator in mehr oder weniger brauchbarer Konstruktion. Alle diese Einrichtungen dienten dazu, die Schwankungen des Schornsteins oder des Abzugsrohres hinter dem Gay-Lussacturme auszugleichen. Diese Schwankungen hängen aber nicht nur von Wind und Wetter, sondern auch von den mehr oder weniger schwankenden Wärmequellen ab, welche dem Schornsteine zugeführt werden; sie machen eine ständige Regulierung der Kiesöfen, des Dampfes, der Salpetersäurezufuhr, kurz eine ständige ängstliche Überwachung des ganzen Prozesses zur Bedingung.

Die Bestrebungen, sich von diesen Schwankungen unabhängig zu machen, gingen daher weiter und namentlich suchte man beim Bleikammerprozesse, analog demjenigen verschie-