

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 Bleiraffinier- und Treibeprozesses, und es dürfte sich unschwer eine Anzahl weiterer Prozesse finden lassen, welche mit Hilfe des beschriebenen Gasflammodens zur Vorführung gebracht werden können²⁾.

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 Vollen- dung geführt haben. In Deutschland, Öster- reich-Ungarn und in fast allen übrigen In- dustrieländern bedurfte es hierzu allerdings noch eines besonderen Anstoßes, und zwar ist dieser durch die verschiedenen Kontakt- verfahren gegeben worden, welche dem alten Bleikammerprozesse eine große Konkurrenz

bereiten und welche den Schwefelsäure- techniker zwingen, das Bleikammerverfahren zu einem ganz wesentlich rentabeleren 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 Über- treibung sagen, daß namentlich letzteres Land noch heute in seinen Anlagen damit an der Spitze marschiert.

Die Verbesserungen, welche der Fabrika- tion 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 Gleich- mäßigkeit zu erzielen, womit die Rentabilität des ganzen Prozesses auf das engste ver- knüpft 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 ent- standen die mechanischen Pyritöfen, die auto- matischen Säureheber und als eine der wich- tigsten Neuerungen die zwangsweise Zug- führung durch den Ventilator.

Es ist jedem Schwefelsäuretechniker be- kannt, daß der Gang des Bleikammerprozesses in hervorragender Weise durch den Zug be- einflußt 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 verschieden- sten 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 Schwan- kungen des Schornsteins oder des Abzugs- rohres hinter dem Gay-Lussacturme auszu- gleichen. Diese Schwankungen hängen aber nicht nur von Wind und Wetter, sondern auch von den mehr oder weniger schwanken- den Wärmequellen ab, welche dem Schorn- steine 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 Schwan- kungen unabhängig zu machen, gingen daher weiter und namentlich suchte man beim Blei- kammerprozesse, analog demjenigen verschie-

²⁾ Den Bau und Vertrieb des Ofens hat die Firma Karl Issem, Fabrik für Industrie- und Labo- ratorienöfen, in Berlin-Reinickendorf übernommen.

dener Kontaktverfahren, von der Anwendung des Schornsteines abzukommen, da derselbe ein über ein gewisses Maß hinaus unzuverlässiger, in seiner Leistung wenig steigerbarer und vor allem schwer regulierbarer Apparat ist.

Man wendete anstatt des Schornsteins zunächst Körtingsche Injektoren aus Hartblei an; jedoch wurden diese Apparate ziemlich schnell abgenützt und dann hatten dieselben den Nachteil, daß sie bei Anordnung zwischen Gloverturm und erster Bleikammer leicht einen Überschuß von Dampf in den Kammern verursachten an einer Stelle, wo ohnedies durch den Gloverturm schon genügend Dampf vorhanden war. Beim Einbau des Injektors hinten und in dem Austrittsrohr aus dem Gay-Lussacturm ging dagegen der ganze Dampf verloren, was das Verfahren zu teuer gestaltete.

In der Fabrik von Matthiessen & Hegeler in La Salle (Illinois) scheinen die Ventilatoren zuerst in großem Umfange angewendet worden zu sein, und zwar waren diese ersten Ventilatoren aus Eisen konstruiert und mit Hartblei überzogen. Hegeler stellte dieselben zwischen dem Gloverturm und der ersten Kammer sowie auch zwischen dem Gay-Lussacturm und dem Kamin auf. Der Gedanke jedoch, den Ventilator im Bleikammerprozesse zur Fortbewegung der Gase zu benutzen, rührt von einem Deutschen her: bereits im Jahre 1878 hat Hagen auf der Halsbrücker Hütte bei Freiberg in Sachsen für diesen Zweck einen Rootschen Ventilator angewendet und ist darum diesem das große Verdienst zuzuschreiben, auf welchem die großen Fortschritte des modernen Bleikammerprozesses basiert sind, auf die wir weiter unten näher eingehen werden.

Von La Salle hat sich der Ventilator in den Vereinigten Staaten dann schnell für die Bleikammern weiter verbreitet, und zwar in der Hauptsache durch den hervorragenden Schwefelsäuretechniker F. J. Falding in New-York und dürfte es in Amerika kaum noch eine Schwefelsäurefabrik geben, welche ohne Ventilatoren arbeitet.

Es ist vielfach noch die Ansicht verbreitet, daß der Ventilator einen stärkeren Zug hervorrufen soll, als man ihn bisher anzuwenden pflegte. Das ist nicht sein eigentlicher Zweck: der Ventilator soll in erster Linie den Schwefelsäureapparat zu einem leicht regulierbaren und unter allen Umständen regelmäßig funktionierenden gestalten; in zweiter Linie bildet er aber auch ein in seiner Leistung steigerbares Zugmittel, was der Schornstein, wie gesagt, nicht oder doch nur in beschränktem Maße ist,

und durch die letztere, mit dem Ventilator zu erzielende Wirkung ist man dann in der Lage, ein größeres Gasquantum in der Zeiteinheit durch den Apparat gehen zu lassen und damit eine höhere Leistung zu erzielen.

Es ist nun eine Meinungsverschiedenheit darüber, wo der richtige Platz des Kammerventilators sei und ob es zweckmäßiger ist, denselben vorn und zwischen dem Gloverturm und der ersten Bleikammer zu placieren, oder, wie wir es bei unseren Anlagen stets zu tun pflegen, hinten und am Ende des Systems. Im ersteren Falle werden die Gase in den Kammern einen Druck aufweisen, während in letzterem Falle eine Reduktion des Druckes eintritt. Unseres Erachtens ist diese Frage bezüglich der Aufstellung des Apparates ganz gleichgültig, soweit es sich dabei um den Effekt und die Rentabilität des Ventilators handelt. Das Entscheidende bei dieser Frage ist, dem Ventilator einen Platz anzuweisen, wo derselbe bei leichter und zweckentsprechender Konstruktion mit geringstem Kraftaufwande und mit geringer Umdrehungszahl dauernd den Einflüssen der Gase widersteht, und das ist zweifelsohne am Ende des Systems und hinter den Gay-Lussactürmen, denn hier sind die Gase kalt und trocken.

Da aber die in Amerika übliche Aufstellung vorn und zwischen dem Glover und der ersten Kammer, durch welche infolge des Widerstandes der Gay-Lussactürme ein gewisser Druck in den Kammern erzeugt wird, eine praktische Bestätigung in einer großen Anzahl von Fabriken gefunden hat, so müssen wir etwas näher auf diese Frage eingehen. Was ist in diesem Falle unter Druck zu verstehen? Selbstverständlich können die Bleikammern bei ihrer ganzen Konstruktion nicht unter einen irgend wie erheblichen Druck gesetzt werden, sondern es handelt sich nur um Druckdifferenzen der Gase von wenigen Millimetern Wassersäule. Nun befolgt der Ventilator, wie wir nochmals betonen möchten, in erster Linie den Zweck der Herbeiführung eines regelmäßigen Zuges, nicht aber eine Änderung der Druck- und Zugverhältnisse des Systems; er gestaltet nur das, was bisher schwankend und unregelmäßig und vor allem schwer regulierbar war, regelmäßig und in seiner Leistung steigerbar.

Rüsten wir danach ein Bleikammersystem, welches in seinem mittleren Teile unter atmosphärischem Drucke arbeitet, mit Schwankungen von 2 mm Druck oder Zug je nach den atmosphärischen Schwankungen und dem jeweiligen Stande der Röstöfen, mit einem Ventilator vorn aus, also zwischen dem

Glover und der ersten Kammer, so wird bei konstantem Austritt der Gase auch der Druck während 24 Stunden und stets konstant bleiben, ohne die Schwankungen von 2 mm zu zeigen, welche wir ohne den Ventilator hatten, da diese eben durch den Apparat aufgehoben und beseitigt sind. Setzen wir nun den Ventilator an das Ende des Systems und regulieren wir denselben derart, daß er das Gasvolumen befördert, welches an dem Austritt des Gay-Lussacturmes vorhanden ist, so ist das Resultat genau dasselbe; in beiden Fällen ist das Volumen der Gase, welches durch den Ventilator geht, genau das gleiche, indem wir auch in diesem Falle die vorherigen Schwankungen beseitigt haben. Nun ist mit der Einschaltung eines Ventilators in ein Bleikammersystem aber stets eine Erhöhung der Leistung des letzteren verknüpft, und zwar durch das erhöhte Volumen der angesaugten Gase. Wenn daher ein Schwefelsäureapparat bei normalem Drucke mit einem Ventilator ausgerüstet wird, welcher in der Lage ist, das angesaugte Gasvolumen gegen früher zu verdoppeln, so bleibt der Druck respektive der Zug in den Kammern nicht derselbe; wenn der Ventilator vorn placiert ist, so wird ein Wasserdruck von, sagen wir, 2 mm konstatiert werden, und zwar durch den Widerstand, den die Gase durch den Gay-Lussacturm finden, während bei der Anordnung des Ventilators hinten eine Druckreduktion um 2 mm obwalten mag, hervorgerufen durch den Widerstand des Glovers. Welchen Wert und welchen Einfluß kann aber diese minimale Differenz von zusammen 4 mm in Bezug auf das Gasgewicht in den Kammern haben, wenn wir bedenken, daß der Druck der atmosphärischen Luft 2500 mal so groß ist? Dazu schwankt letzterer häufig an einem Tage um $\frac{1}{50}$! Chargiert der Ofenarbeiter, anstatt der ihm vorgeschriebenen 100 kg Pyrit, deren 99 oder 101 kg, wie es gewiß sehr häufig vorkommt, so macht das bereits eine Differenz von $\frac{1}{100}$ in dem Volumen der Kammergase, welche also 25 mal größer ist als die, welche durch die verschiedene Aufstellungsart des Ventilators hervorgerufen wird.

Es dürfte danach einleuchtend sein, daß es ganz gleichgültig ist, ob man mit Zug oder Druck bei den Kammern arbeitet und ob man den Ventilator danach vorn oder hinten aufstellt: man sollte sich bezüglich der letzteren Frage nur ausschließlich von dem oben angeführten Gesichtspunkte leiten lassen, diesem Apparat einen Platz anzuweisen, wo derselbe bei geringer Tourenzahl und geringem Kraftverbrauch und in leichter zweckentsprechender Konstruktion dauernd

den Einflüssen der Gase widersteht und das ist, wie gesagt, hinten und am Ende des Systems.

Der eine von uns (F. Benker) dürfte zuerst die Ventilatoren an dieser Stelle in größerem Umfange durchgeführt haben, und arbeiten die Mehrzahl der französischen und viele italienischen und spanischen Fabriken schon eine Reihe von Jahren mit diesen durch denselben getroffenen Anordnungen mit bestem Erfolge, denen dann im Laufe des letzten Jahres viele Fabriken Deutschlands, Österreich-Ungarns und anderer Industrieländer folgten, während Großbritannien in dieser Beziehung wohl noch am weitesten zurückgeblieben ist.

Zur Aufstellung des Ventilators bemerken wir folgendes:

Sind bei einem Bleikammersysteme zwei Gay-Lussactürme vorhanden, wie es bei den meisten modernen Fabriken der Fall ist, so stellen wir den Apparat zwischen diese beiden Türme; bei nur einem vorhandenen Gay-Lussacturm zwischen diesen und die letzte Kammer oder auch hinter den Gay-Lussacturm. In diesem Falle empfiehlt es sich, hinter dem Austritt aus dem Ventilator noch einen Lunge-Rohrmannschen Platten-turm aufzustellen, der schließlich die letzten Spuren von Säuredämpfen kondensiert, welche bei nur einem Gay-Lussacturm stets aus dem Austritt des letzteren entweichen. Die letzten Gase lassen wir aus dem Gay-Lussacturm direkt ins Freie entweichen oder aber sie werden einem Schornstein zugeführt, welcher sie in Höhen führt, wo sie nicht mehr unangenehm wirken können.

Das Verdienst, dem von uns angewendeten Ventilator eine durchaus solide, zweckmäßige und dabei wohlfeile Konstruktion gegeben zu haben, kommt dem Ingenieur Herrn Paul Kestner in Lille zu. Sein Apparat besteht aus Hartblei, ist äußerst kräftig gebaut und macht nur 300 — 700 Umdrehungen per Minute, je nach dem Gasvolumen, welches derselbe ansaugen soll. Der Apparat gebraucht nur $\frac{1}{2}$ —1 Pferdekraft und saugt per Stunde ca. 1000 bis 8000 Kubikmeter an. Der Antrieb erfolgt entweder durch eine kleine Dampfmaschine oder durch einen Elektromotor, den wir in verschiedenen Fabriken direkt mit dem Ventilator gekuppelt haben. Diese Antriebe dienen dann gleichzeitig für die kleine Speisepumpe, welche wir für unsere Einrichtungen der Wasserzerstäubung benötigen und auf welche wir weiter unten zurückkommen. Von den von uns bislang aufgestellten 70 bis 80 Kestnerschen Ventilatoren funktionieren sehr viele 4—5 Jahre ohne irgend welche Reparaturen.

Wir gehen dann zum zweiten Teile unserer heutigen Betrachtung, der Wasserzerstäubung über, denn nur in Verbindung dieser beiden Anordnungen, dem Ventilatorenbetrieb und dem Ersatz des bisher üblichen Wasserdampfes durch zerstäubtes kaltes Wasser, sind die Fortschritte des modernen Bleikammerprozesses zu erreichen, die ihm bis dahin den Kampf mit dem Kontaktverfahren in vielen Fällen ermöglichen.

Wie wir vorstehend ausführten, bietet der Ventilator ein Mittel, das Gasvolumen in den Bleikammern zu vermehren und folglich auch die Produktion derselben zu erhöhen. Da nun die Reaktionen innerhalb der Kammern bei vermehrter Gaszufuhr naturgemäß stärkere werden, während der Wärmeverlust, welcher nur durch die Ausstrahlung der Kammerwände vor sich geht, fast konstant bleibt, so würde sich daraus eine wesentliche Erhöhung der Kammertemperaturen, infolgedessen ein außerordentlicher Verbrauch an Salpeter und eine rapide Abnutzung des Kammerbleies ergeben.

Die Bestrebungen, eine Kühlung der Kammern und damit der Gase zu erzielen, sind ebenfalls nicht neu und verweisen wir bezüglich dieser so wichtigen Frage wiederum auf die klassischen Arbeiten von Lunge, der alle für uns in Frage kommenden Folgerungen aus der Theorie schon im Jahre 1889 in so glänzender und überzeugender Weise gezogen hat. Es entstand aus diesen Bestrebungen das Aufstellen der Bleikammern im Freien oder in ganz leicht konstruierten Gebäuden in Holzkonstruktion; die Anordnung von Kammergängen aus Latten, durch deren Zwischenräume die kühlere Luft an den Kammerwänden hinauf streichen konnte; die Ausstattung der Kammergebäude mit Dachreitern, die Berieselung der Kammerdecken und Wände mit kaltem Wasser, die Burgemeisterschen Kühlschächte, die Lunge-Rohrmannschen Plattentürme, das Meyersche Kühlsystem. Keiner dieser Wege hat aber so zufriedenstellende Resultate ergeben, wie der Ersatz des in die Kammern eingeführten Dampfes durch zerstäubtes kaltes Wasser, welches Verfahren überdies eine beträchtliche Ersparnis an Kohlen ergibt.

Nach Lunges Ausführungen werden bei jedem Molekül schwefliger Säure (64 g), welches in $\text{H}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ (der ungefähren Zusammensetzung der Kammersäure) übergeführt wird, 65 500 Wärmeeinheiten frei. Die 64 g Schwefeldioxyd verlangen zur Bildung von Kammersäure von angegebener Zusammensetzung 72 g Wasser. Nehmen wir nun an, daß die Säure in der ersten Kammer mit 60° C. kondensiert wird, so gibt jedes

Gramm Dampf, welches mit ca. 120° in die Kammer eingeführt wird, 606,5 ($0,305 \times 120$) — 60 oder 583 Wärmeeinheiten. Die gesamte Wärme beträgt demnach:

1. Zur Bildung der Säure 65 500 Wärmeeinheit.
2. Durch Kondensation des Dampfes: 583×72 41 976 —

Zusammen: 107 476 Wärmeeinheit.

Wenn nun das gesamte, für die Reaktion erforderliche Wasser als solches und mit 15° C. eingeführt wird, so würde sich die Rechnung wie folgt stellen:

1. Zur Bildung der Säure 65 500 Wärmeeinheit.
 2. Durch das Wasser absorbiert, um dasselbe von 15 auf 60° zu erwärmen, 72×45 3 240 —
- bleibt: 62 260 Wärmeeinheit.

Die Differenz in den beiden Fällen beträgt demnach 45 216 Wärmeeinheiten, d. h. es sind dem Schwefelsäureprozesse in letzterem Falle 45 216 Wärmeeinheiten weniger zugeführt, als im ersten Falle, wo man nur Dampf einführt. Es ist danach einleuchtend, daß diese Art der Arbeit mit kaltem Wasser und unter einer derartigen Reduktion der Temperaturen der Reaktionen einen großen Vorteil bietet, um die Intensität der letzteren und damit die Leistung in einem gegebenen Kammerraum zu erhöhen. Tatsächlich erzeugt man nun im vorderen Teile eines gut eingerichteten Schwefelsäureapparates eine stärkere Säure, als wir oben annahmen, und wird dadurch der vorstehend berechnete Effekt in etwas modifiziert und ferner gestalten sich die diesbezüglichen Verhältnisse in der heißen Jahreszeit anders, als im Winter. Auch ist es in manchen Fällen nicht möglich, den gesamten, für den Kammerprozeß erforderlichen Dampf durch zerstäubtes Wasser zu ersetzen und namentlich in den Wintermonaten ist nicht nur in der letzten Kammer, sondern auch in den vorderen in gewissen Fällen eine Zufuhr von Dampf erforderlich, um zu verhindern, daß die Temperaturen unter ein gewisses Minimum heruntergehen. Wir halten dieses zulässige Minimum, bei welchem der Ersatz des Dampfes durch zerstäubtes Wasser noch vorteilhaft ist, für 60—65° C., d. h. die Differenz zwischen Kammertemperatur und äußerer Lufttemperatur darf nicht wesentlich unter dieser Grenze bleiben. Bei schwachem Betriebe des Schwefelsäureapparates, wie er bis zum vorigen Jahre in fast allen kontinentalen Fabriken mit Ausnahme der oben aufgeführten Länder üblich war und wie wir ihn jetzt noch in sehr vielen Fabriken vorfinden, kann daher nur wenig zerstäubtes Wasser in Anwendung kommen. Es dürfte aber nach unseren vor-

stehenden Ausführungen im Interesse jedes Fabrikanten liegen, seinen Betrieb möglichst intensiv zu gestalten, um sich dadurch die Vorteile zu sichern, welche die Wasserzerstäubung durch die Kohlenersparnis, durch die Schonung des Kammerbleis, durch den verringerten Salpeterbedarf und durch die erhöhte Leistung in so einfacher Weise bietet.

Die ersten diesbezüglichen Versuche, den Dampf durch zerstäubtes Wasser zu ersetzen, scheinen von Sprengel i. J. 1873 und zwar in England gemacht worden zu sein, jedoch benutzte Sprengel zur Zerstäubung wiederum Dampf; er konnte also mit seiner Einrichtung keine wesentlichen Reduktionen der Temperaturen erzielen und vor allem kosteten die Kohlen zur Erzeugung des erforderlichen Zerstäubungsdampfes wiederum Geld. Es folgten dann von kontinentalen Fabriken diejenige in Griesheim und die Aussiger Fabrik, welche ein ähnliches Verfahren anzuwenden scheinen, wie wir es jetzt benutzen.

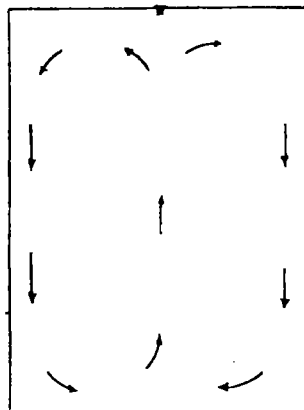
Es sind bei der Anwendung des zerstäubten kalten Wassers verschiedene Gesichtspunkte zu berücksichtigen, welche in der Konstruktion der hierzu zu verwendenden Apparate, in der geeignetsten Stelle zur Einführung des Wassers und in der Prüfung der Frage bestehen, ob die Kammern in ihrer gebräuchlichen Form für diese Arbeitsart geeignet sind und wie diese Form am vorteilhaftesten umzugestalten ist, um den größten Effekt zu erzielen.

Der Mitverfasser dieses Aufsatzes Benker ist bei seinen Erwägungen bezüglich der Bewegung der Gase in einem Bleikammer-system von der Abrahamschen Theorie ausgegangen, welche auch von Lunge anerkannt und in gewissem Sinne bestätigt wird und wonach dieselben bei ihrer Bewegung vom Eintritt bis zum Austritt auf jeder Fläche der Kammer senkrecht zu ihrer Achse zirkulieren und zwar an den Seitenwänden infolge der starken äußeren Abkühlung in fallender und in der Mitte in aufsteigender Richtung, wie das die nebenstehende Figur 1 veranschaulicht. Es ist dieses dieselbe Zirkulation, welche in jedem eine heiße Flüssigkeit enthaltenden Behälter auftritt, dessen Außenwände in direkter Berührung mit der äußeren kälteren Luft stehen.

Diese Zirkulationskurven der Gase hat Benker für den vorliegenden Zweck in der Weise ausgenützt, daß er die Zerstäuber in der Längsachse der Kammerdecken anordnet: der durch dieselben eingeblasene feine Wassernebel verdampft nicht sofort, sondern es haben die kleinen Tröpfchen vielmehr eine Neigung zum Herabfallen. Die hier nach obigen Ausführungen und nach Fig. 1 herr-

schende aufsteigende Richtung der Gase läßt diese Tröpfchen aber nicht zu Boden fallen, sondern hält dieselben in der Schwebe, so daß sie, ehe sie den Boden der Kammer erreicht haben, vollkommen verdampft sind.

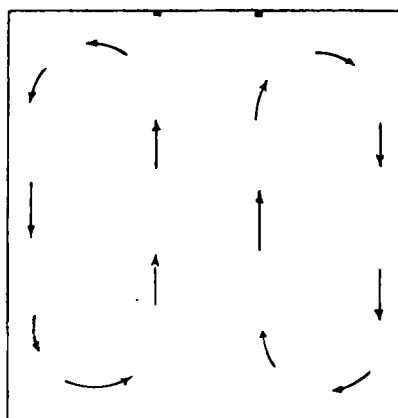
FIG. 1.



Dieser so erzeugte Wasserdampf, welcher also den Gasen einen großen Teil ihrer Wärme entnimmt, folgt dann der obigen Kreisbewegung der Gase und bildet einen vollkommenen Ersatz für den sonst üblichen Wasserdampf, nur daß er eben 617 Wärmeinheiten per Gramm absorbiert und daß er im Gegensatz zum Dampf gar nichts oder sehr wenig kostet.

Die Abrahamsche Theorie dürfte nun in dieser Weise nur in schmalen und hohen

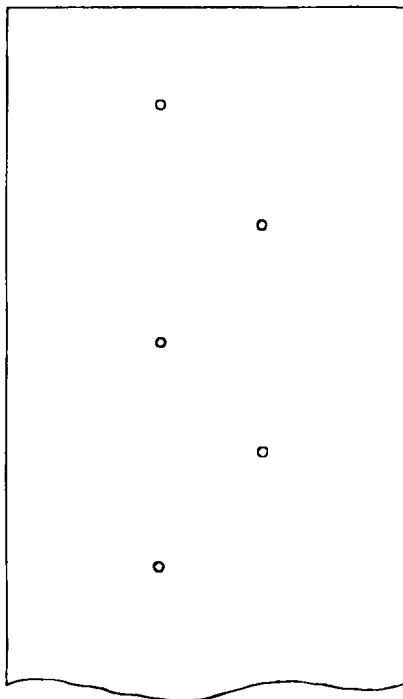
FIG. 2.



Kammern auszunützen sein. In mehr weiten wie hohen Kammern, wie man dieselben noch vorwiegend antrifft, werden sich die in Fig. 1 angedeuteten mittleren Zirkulationskreise nicht berühren, sondern es wird sich durch die ganze Länge der Kammern und in deren Mittelachse ein verhältnismäßig wenig von Gasen berührter Raum bilden, wie wir das in Fig. 2 veranschaulicht haben. Würden wir nun die Zerstäuber in der Mittel-

linie einer derartig gestalteten Kammer anbringen, so wird die Verdampfung des Wassernebels eine sehr unvollkommene sein, ja, es könnte der Fall eintreten, daß sich die Wassertropfen als solche in der Bodensäure niederschlagen, ohne in die Reaktion einzutreten, was selbstverständlich ein großer Fehler wäre. — Bei derartig gestalteten Kammern bringen wir die Zerstäuber in ungefähr $2\frac{1}{2}$ —3 m Abstand von jeder der beiden Längswände an, sodaß die zerstäubten Wassernebel den aufsteigenden Gasströmungen der beiden Kurven begegnen müssen und durch dieselben verdampft werden, wie wir das in Fig. 2a angedeutet haben. — Es geht hieraus hervor, daß es rationell ist, eine Kammer möglichst schmal und verhältnismäßig hoch zu konstruieren, und halten wir einen Querschnitt von 6—6,5 m Breite bei 10 m Höhe für den rationellsten.

Fig. 2a.



Wir gehen dann zur Form des verwendeten Wasserzerstäubers über sowie zu den sonst erforderlichen sehr einfachen Apparaten.

Unser Apparat ist aus einer Legierung von Platin und Iridium konstruiert, welche sich nicht abnutzen kann. Derselbe ist mit einer unendlich feinen Durchgangsöffnung versehen, aus welcher das Wasser ausströmt und gegen einen kleinen Platinteller anprallt, welcher es zu Nebel zerstäubt. Der Apparat arbeitet also in horizontaler Richtung, wie das Fig. 3 veranschaulicht. Um jede Verstopfung der feinen Durchgangsöffnung zu

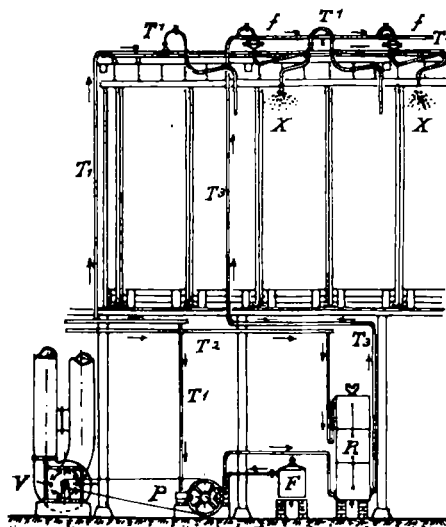
vermeiden, wird in die Hauptwasserleitung ein Schwammfilter eingeschaltet und überdies erhält jeder Zerstäuber noch ein besonderes kleines Deckenfilter. Die Zerstäuber selbst werden an längeren $\frac{1}{2}$ " Bleirohren montiert, sodaß man dieselben jederzeit leicht und schnell herausziehen und reinigen kann. Das

Fig. 3.



wie wir bereits oben erwähnten, gewöhnlich durch dieselbe Maschine betrieben wird, die den Ventilator antreibt, befördert das Wasser nach seiner Filtration in den sogenannten Wasser wird dem kleinen Apparate mit einem Druck von 3—4 Atmosphären zugeführt. Eine kleine Speisepumpe, welche,

Fig. 4.



- V. Ventilator.
- F. Schwammfilter.
- R. Druckreservoir.
- P. Pumpe.
- f. f. Filter.
- xx Zerstäuber.
- T₁ Dampfleitung.
- T₂ Comprimierte Luft.
- T₃ Wasserrohr.

Wasserdruckkessel, welcher mit Manometer, Wasserstandsgläsern und Sicherheitsventilen versehen ist. Der obere Teil dieses Druckkessels ist vermittels einer Leitung mit Hahn mit dem Reservoir für Druckluft oder direkt mit der Luftpumpe verbunden. Der Druck wird durch die Abgabe der Pumpe erzeugt, welche letztere ständig läuft. Die Verbindung mit dem Druckluftreservoir bezweckt, die Luft zu ersetzen, welche durch das

Wasser immer etwas absorbiert wird, und dann erleidet man auch etwas mechanische Verluste. Das Verbindungshähnchen zwischen Druckkessel und Luftreservoir wird nur selten geöffnet: in einer Fabrik in Orléans beispielsweise nur einmal während einer ganzen Woche. Fig. 4 zeigt die schematische Anordnung unserer Wasserzerstäuber und auch die Aufstellung des Ventilators.

1000 kg Kammersäure gebrauchen ca. 500 kg Wasserdampf. Wenn diese 500 kg Wasserdampf in angegebener Weise durch zerstäubtes Wasser ersetzt werden, so sind diejenigen Kohlen, welche dieses Wasser in Dampf verwandeln mußten, erspart, was ca. 75—100 kg ausmacht. Aus den oben angeführten Gründen ist es in gewissen Fällen und namentlich bei schwächerem Betriebe des Schwefelsäureapparates nicht wohl möglich, sämtlichen Dampf durch zerstäubtes Wasser zu ersetzen, und erleidet daher diese Zahl gewisse Modifikationen für jeden einzelnen Fall.

Wir haben mit den vorstehend beschriebenen Einrichtungen Leistungen bis zu $8\frac{1}{2}$ bis $8\frac{3}{4}$ kg Kammersäure von 53° Bé. pro cbm Kammerraum und innerhalb 24 Stunden erzielt mit einem Salpeteraufwand von nur 0,7—1 Proz. auf 100 kg erzeugter Säure und unter einer Ersparnis von Kohlen von ca. 40—50 Proz.

Wir lassen nachstehend einige Resultate folgen:

In einem Werke in der Nachbarschaft von Rom, dessen Schwefelsäureapparat ca. 2000 cbm Inhalt hat, wurden per Tag 15000 kg 53° Bé. Säure mit einem Salpeteraufwand von ca. 1 Proz. dargestellt, d. i. 7,5 kg per Kubikmeter und innerhalb 24 Stunden. Wenn man die im Sommer hohen Temperaturen gerade dieses Teils von Italien erwägt und ferner berücksichtigt, daß ein sehr minderwertiger Pyrit von nur 29,3 Proz. Schwefel und mit ca. 3 Proz. Kupfer verarbeitet wurde, so ist dieses Resultat als ein sehr günstiges zu bezeichnen.

In einer bedeutenden Fabrik am Mittelrhein, welche mehrere Systeme von etwa 4000 cbm Inhalt besitzt, wurden vor Einführung des Ventilators und der Wasserzerstäubung ca. 7800 kg 50-proz. Pyrit per System und innerhalb 24 Stunden durchgesetzt, was ca. 3,9 kg pro Kubikmeter Kammerraum ausmacht. Nach Einführung des Ventilators und der Wasserzerstäubung steigerte sich diese Leistung auf ein Pyritquantum von 13800 kg, oder es wurden 6,5 kg Kammersäure von 53° Bé. pro Kubikmeter erzeugt; es wurde also eine Vermehrung der Pro-

duktion um ca. 76 Proz. erzielt. Seitdem sind die Resultate dieses Werkes noch mehr verbessert worden. Die durch die Wasserzerstäubung erzielte Ersparnis an Brennmaterialien beträgt ca. 5 tons per Tag bei einer Leistung von rund 140 tons Kammersäure von 53° Bé. Der Salpeterverbrauch dieser Fabrik beträgt bei diesem intensiven Betriebe ca. 0,7 Proz. per 100 kg erzeugte Säure.

In einer Fabrik in Österreich erzielten wir bei einem Systeme von rund 5000 cbm Kammerinhalt, in welchem bis dahin etwa 16000 kg Kammersäure von 53° Bé. erzeugt wurden, ohne Vergrößerung der Röstanlage eine Erhöhung auf rund 24000 kg, also eine Mehrleistung von 50 Proz. Da infolge der lokalen Verhältnisse eine Ausdehnung der Ofenanlage nicht möglich war, so war damit auch die Mehrleistung begrenzt.

In einer anderen österreichischen Fabrik erreichten wir unter Verringerung des Salpeterverbrauchs eine Mehrleistung um 75 Proz.

In einer Fabrik am Unterrhein, welche ihren Kammerraum bereits in sehr günstiger Weise ausnützte, erzielten wir bei mehreren Systemen bei genau derselben Röstanlage, welche sich ebenfalls wegen der lokalen Verhältnisse nicht ausdehnen ließ, durch Ventilator und Wasserzerstäubung eine Mehrleistung von 25 Proz.

In einem Kammersystem in Mittelfrankreich und von ca. 3000 cbm Kammerinhalt wurden früher 10 tons 53° Säure innerhalb 24 Stunden erreicht; durch unsere Einrichtungen wurde diese Leistung auf 17 tons erhöht.

In einer anderen Fabrik am Mittelrhein, welche auf eine Leistung von 7000 tons Säure von 60° Bé. projektiert war, hat sich die Leistung durch nachträgliche Aufstellung der Ventilatoren und durch Einführung der Wasserzerstäubung auf ca. 12000 tons 60° Säure per Jahr erhöht, also um ca. 70 Proz.

In einer Fabrik in der Lombardei von 2700 cbm Kammerinhalt wurden im Jahre 1900 innerhalb 24 Stunden 4000 kg kupferhaltiger Feinkies mit 44—46 Proz. Schwefel und ca. $1\frac{1}{4}$ Proz. Kupfer abgeröstet; die tägliche Produktion betrug ca. 8000—9000 kg 50 — 52° Bé. Säure mit einem Salpeterverbrauch von ca. 100 kg. Es wurden also 2,96 bis 3,33 kg pro Kubikmeter Kammerraum innerhalb 24 Stunden erzielt. Durch Ventilator und Wasserzerstäubung und durch veränderte Arbeitsweise in der Beschickung der Feinkiesöfen, welche in ihrer ursprünglichen Anzahl von 10 noch um zwei verringert wurden, wurde eine Kiescharge von 8160 kg Feinkies in 24 Stunden abgeröstet, also per Abteilung 1020 kg. Der Schwefelgehalt in den Ab-

bränden betrug 1,5—1—8 Proz. Schwefel, die tägliche Produktion ca. 16300 kg Kammer-säure; der Salpeterverbrauch hingegen nur 80—90 kg. Es wurde also in diesem System eine Erhöhung der Leistung um ca. 90 Proz. mit wesentlicher Reduktion des Salpeterbedarfs und bei tadelloser Abröstung erreicht.

Es würde zu weit führen, noch weitere der zahlreichen Resultate, welche sämtlich gleich günstig lauten, aufzuführen. Im allgemeinen können wir nach diesen Ergebnissen konstatieren, daß durch die Ausrüstung eines Kammer-systems mit Ventilator und mit der Wasserzerstäubung ohne Vergrößerung der Röstanlagen Mehrleistungen von 15 bis 30 Proz. erzielt werden. Um weitere Erhöhungen der Produktion zu erreichen, ist in den meisten Fällen eine Ausdehnung der Röstanlage erforderlich; in solchen Fällen sind wir auf eine Vermehrung der Produktion um 50—80 Proz., in vielen Fällen auf eine Verdoppelung der früheren Leistungen gekommen: Leistungen, welche man in Deutschland und in der Mehrzahl der übrigen Industrieländer bis dahin für unmöglich hielt.

Die Resultate, welche sich danach für den Bleikammerprozeß aus der intensiven Arbeit mit künstlichem Zuge und aus der Kühlung mit zerstäubtem Wasser ergeben, sind in folgenden Punkten zusammen zu fassen:

1. Ein wesentlich regelmäßigerer und von dem guten Willen und der Aufmerksamkeit des Arbeiters unabhängigerer Betrieb.
2. Eine Erhöhung der Leistung von 15 Proz. bis zur Verdoppelung ohne Erhöhung des Salpeterverbrauches.

Es ist hier darauf hinzuweisen, daß für diejenigen Fabriken, für welche die Vermehrung einer Produktion nicht vorliegt, die Einführung der beschriebenen Arbeitsweise den großen Vorteil bietet, daß die Ausschaltung von ungefähr der Hälfte des bestehenden Kammerraumes ermöglicht wird, um dabei die gleiche bisherige Produktion zu erzielen. Es ergibt sich hieraus neben der Ersparnis an Kohlen und Salpeter auch noch eine Ersparnis in den allgemeinen Unkosten, in der Abnutzung des Kammerbleies, in der leichteren Überwachung und Regulierbarkeit des Prozesses und ferner ist man in der angenehmen Lage, jederzeit eine Vermehrung der Produktion ohne Errichtung einer neuen Anlage vornehmen zu können. In vielen dieser Fabriken wird es überdies möglich sein, die Pyritöfen so zu verbinden, daß die noch in Betrieb befindlichen Bleikammern von den Öfen derjenigen Kammern versorgt

werden, welche ausgeschaltet worden sind, und als Resultat dieser auf diese Art möglichen Kombination wird eine beachtenswerte Erleichterung in den Reparaturen erzielt werden.

3. Eine ansehnliche Ersparnis an Brennmaterialien.
4. Eine Schonung des Bleis trotz vermehrter Produktion. Selbst bei Verdoppelung der Leistungen liegen in vielen Fällen die Kammer-temperaturen wesentlich tiefer, als es früher bei schwachem Betriebe der Fall war.
5. Eine sehr wesentliche Verringerung der Selbstkosten der erzeugten Säure in Bezug auf die Amortisations- und Verzinsungsquoten des in dem Kammer-system angelegten Kapitals.

Wir möchten zum Schlusse unseres heutigen Aufsatzes nochmals auf die Konkurrenz zwischen dem Bleikammerprozeß und zwischen dem Kontaktverfahren zurückkommen und unser Urteil dahin zusammenfassen, daß ein modern ausgestattetes, mit den berührten Einrichtungen versehenes Bleikammer-system in allen denjenigen Fällen den verschiedenen Kontaktverfahren erfolgreich begegnen kann, wo es sich um die Erzeugung von schwächeren Säuren, namentlich von Kammer-säure handelt; wir halten diese Konkurrenz in gewissen Fällen aber auch dann für möglich, wenn eine Schwefelsäure-fabrik nicht nur Kammer-säure und Säure von 60° Bé., sondern auch gewöhnliche Handels-säure mit 92 Proz. Monohydrat darstellt.

Wie wir bereits oben anführten, kann man in Neuanlagen nach dem Bleikammerprozeß Leistungen bis zu 8¼ kg Kammer-säure von 53° Bé. per Kubikmeter und innerhalb 24 Stunden erzielen, d. i. eine Verdoppelung und mehr gegen früher: es ist also bei diesem Intensivbetriebe annähernd der halbe Kammer-raum gegen früher erforderlich und damit werden die Hauptkosten, diejenigen für das Blei und für das Gebäude, annähernd auf die Hälfte reduziert, womit eine sehr beträchtliche Reduzierung der Amortisations- und Verzinsungsquoten des in der Anlage investierten Kapitals und damit eine gleich beträchtliche Reduzierung der Selbstkosten der erzeugten Schwefelsäure erzielt wird. Hierzu kommen dann ferner die nicht unwesentlichen Betriebsersparnisse, die aus den oben besprochenen Hilfsmitteln dem Bleikammerprozeß erwachsen, und ferner zahlreiche sonstige Verbesserungen in den Konstruktionen der Öfen, der Türme, der Hilfsapparate, unter denen wir die mechanischen Röstöfen, den Lunge-Rohrmannschen Plattenturm, die Emulseure, die Potutschen Salpeterzerstäuber, die Schwefligsäureinjektoren nur

namentlich aufführen und die sämtlich in mehr oder weniger großem Umfange dazu beitragen, die Selbstkosten der erzeugten Säure herabzusetzen und damit die Rentabilität des Bleikammerprozesses zu heben.

Endlich ist es auch durch die Kesslerischen und Benkerschen Konzentrationsanlagen gelungen, einen tatsächlich vollkommenen Ersatz für die Platinapparate zu finden, Anlagen, deren Anschaffungskosten in gar keinem Verhältnisse zu denjenigen von Platinapparaten stehen und die es wie der Benkersche Apparat ermöglichen, selbst die höchstkonzentriertesten Säuren und bis zu 98 $\frac{1}{2}$ Proz. Monohydrat hinauf zu niedrigen Selbstkosten herzustellen.

Es liegt nicht in dem Rahmen dieses Aufsatzes, diese Apparate näher zu berühren; wir haben dieses einem späteren Aufsatz vorbehalten. Auch liegt es nicht in unserer Absicht, die Vergleiche zwischen dem modernen Bleikammerprozesse und den verschiedenen Kontaktverfahren rechnerisch zu behandeln, zumal dieses bereits im vorigen Jahre von anderer Seite versucht wurde. Im übrigen dürfte die Beurteilung dieser Frage ohne genaueste Kenntnis der verschiedenen Kontaktverfahren auch kaum möglich und noch verfrüht sein, da die meisten Inhaber von Kontaktverfahren sich über die wichtige Frage der Amortisierung noch nicht klar sein können, weil die Mehrzahl der Verfahren erst zu kurze Zeit arbeitet.

Es unterliegt aber wohl schon heute keinem Zweifel, daß der Bleikammerprozeß dauernd seine vorherrschende Stellung behaupten wird, wenn auf den beschrittenen Wegen weiter gearbeitet wird, Wege und Verbesserungen, die sämtlich darauf hinaus laufen, die Kosten der Anlage und des Betriebes in allen Einzelheiten einzuschränken und damit die Leistungen im Verhältnis zu den Anlagekosten zu erhöhen. Auf diesem Wege haben uns die vorstehend beschriebenen Einrichtungen des künstlichen Zuges und des Ersatzes des Wasserdampfes durch zerstäubtes Wasser schon einen guten Schritt voran gebracht.

Der Nachweis einer Erhitzung der Milch.

Von Korps-Stabsapotheker **Utz**, Vorstand der chemischen Abteilung der hygienisch-chemischen Untersuchungsstation II. Armee korps, Würzburg.

Unter obigem Titel hat Siegfeld in dieser Zeitschrift 1903, XVI, 32. Heft, S. 764 — 773, eine Arbeit veröffentlicht, welche mich veranlaßt, einige seiner dortselbst gemachten Angaben richtig zu stellen bzw. zu ergänzen.

Was die Unzuverlässigkeit der Reaktion mit Guajak tinktur anbelangt, so war ich nach

Breteau¹⁾ der erste²⁾, der auf Grund ausführlicher Versuche die Angaben hierüber bestätigen konnte. Später³⁾ habe ich nochmals über die gleiche Reaktion berichtet und zwar mit besonderer Berücksichtigung der von Weber vorgeschlagenen Modifikation der Arnoldschen Guajakprobe; hierbei habe ich die Webersche Modifikation als einen Fortschritt bezeichnet, allerdings gleichzeitig auch hinzugefügt, daß es als ein Nachteil zu bezeichnen sei, daß die (Webersche) Reaktion meistens nicht sofort, sondern erst nach einigen Minuten auftritt; bei allen übrigen bis jetzt bekannten Verfahren tritt die Reaktion dagegen sofort nach dem Umschütteln ein.

Über die Brauchbarkeit und Zuverlässigkeit der Storchschen Reaktion habe ich ebenfalls bereits früher⁴⁾ ausführlich berichtet, also noch etwas früher als Siegfeld. Ich habe damals auch bemerkt, daß das Wasserstoffsuperoxyd durch Terpentinöl, ebenso auch durch Karbolsäure ersetzt werden könne, ebenso daß kleinere Mengen Formaldehyd das Eintreten der Reaktion zwar verzögern, nicht aber ganz verhindern können, daß dies aber größere Mengen Formaldehyd zu tun vermögen. Siegfeld verwendet an Stelle des von Storch angegebenen 0,2-proz. Wasserstoffsuperoxydes angeblich mit gutem Erfolge das etwa 1,5-proz. Präparat, da die Reaktion rascher und intensiver eintritt. Das letztere muß entschieden zugegeben werden. Ich habe jedoch schon wiederholt Veranlassung genommen, zu betonen, und auch Wirthle⁵⁾ hat neuerdings darauf hingewiesen, daß man bei Verwendung zu konzentrierter Lösungen oder zu großer Mengen von Wasserstoffsuperoxyd Reaktionen erhalten kann, die zu Täuschungen Veranlassung geben können. Welche schönen Reaktionen Lösungen von Paraphenyldiamin und Wasserstoffsuperoxyd allein — ohne rohe Milch — zu geben vermögen, davon kann man sich durch einen einfachen Versuch überzeugen. Ich habe deshalb, statt stärkere Lösungen zu verwenden, stets mit noch schwächeren, mit einer 0,1-proz. Lösung von Wasserstoffsuperoxyd, gearbeitet und trotzdem trat die Reaktion bei roher Milch sofort und deutlich ein. Nicht nur bei dem Paraphenyldiamin liegen die Verhältnisse so, auch bei dem Jodkaliumstärkekleister. Auch hierauf habe ich lange vor Raudnitz aufmerksam gemacht⁶⁾. Wenn Siegfeld die Reaktion nach Du Roi und Köhler auch bei erhitzter Milch erhalten hat, so kann das nur die Reaktion zwischen Jodkaliumstärkekleister und Wasserstoffsuperoxyd allein gewesen sein — ein Beweis, wie recht ich mit meiner Warnung hinsichtlich der Konzentration der Wasserstoffsuperoxydlösung habe. Ich habe daher gerade bei Besprechung des Verfahrens von Du Roi und Köhler auch

¹⁾ Journ. de Pharm. et Chim. 1898, S. 569.

²⁾ Pharm. Zentralh. 1901, No. 10, S. 149 u. 150.

³⁾ Südd. Ap.-Ztg. 1902, No. 97, S. 861 u. 862.

⁴⁾ Pharm. Zentralh. 1901, No. 10, S. 149.

⁵⁾ Chem.-Ztg. 1903, No. 36.

⁶⁾ Südd. Ap.-Ztg. 1902, No. 16, S. 132 und Milch-Ztg. 1902, No. 10, S. 145.