

dies nur dadurch zu erklären, dass die Verbrennung des Spiritus eine sehr vollkommene und plötzliche ist, so dass die Kraftleistung der Explosion dadurch eine verstärkte wird.

Stellvertretender Vorsitzender C. Duisberg: Da sich niemand weiter zum Wort meldet, schliesse ich die Discussion und bitte Herrn Director Lüty, seinen Vortrag zu halten.

Herr Fr. Lüty:

Über die Anwendung von Zwischenthürmen, speciell Plattenthürmen, in der Schwefelsäurefabrikation.

Das Tagesproblem der modernen Schwefelsäuretechnik strebt die Umgehung der grossen Räume an, die bei der bisher üblichen Anwendung von Bleikammern erforderlich sind. Schon die Geschichte der früheren Jahrzehnte der Schwefelsäurefabrikation weist die Namen hervorragender Fachmänner auf, die sich mit dieser Aufgabe befassten, allerdings ohne wesentliche Resultate erzielt zu haben. Am weitesten gelangte in dieser Hinsicht noch Thyss, der mit seinen, mit durchlochten Bleiplatten ausgesetzten Thürmen bis $7\frac{1}{2}$ mal mehr Schwefelsäure herstellen konnte, als für das gleiche Volumen Kammerraum usuell war; leider konnten die die Reaction befördernden Bleiplatten den chemischen Einwirkungen des Prozesses nicht widerstehen. — Für die Herstellung von Schwefelsäure in Bleikammern gilt heute eine Leistung von 3 k 60° Säure (2,34 k H₂SO₄) in 24 Stunden pro Cubikmeter Kammerraum als eine gute Normalleistung; natürlich gibt es noch viele Fabriken, welche diese Ziffer nicht erreichen, während andererseits Fabriken vorhanden sind, welche diese Zahlen nennenswerth überschreiten. Es lässt sich nicht leugnen, dass man im Laufe der Jahre ganz wesentliche Fortschritte gemacht hat in der Ausnutzung des Kammerraumes, aber immerhin bleibt in dieser Beziehung noch sehr vieles zu thun.

Den neuesten Bestrebungen, die Prozesse der Schwefelsäurebildung in kleineren Räumen durchzuführen, haben die Vorgänge im Gloverthürme die Richtung gegeben. Wir sehen in der Praxis, dass gerade in diesem Apparate wesentliche Bedingungen für eine intensive Schwefelsäureproduction in grösserem Umfange gegeben sind als in den Kammern, von denen namentlich die mit den ärmeren Gasen arbeitenden hintern Kammern eine sehr geringe Produktionsfähigkeit aufweisen.

Lunge verfolgt in seinem klassischen Handbuche die Produktionsvorgänge im Glo-

verthürme an der Hand der Rechnung und kommt zu dem überraschenden Ergebniss, dass die Denitrirungszone des Gloverthürmes 200 mal soviel Säure macht, als ein gleicher Cubus Kammerraum. Thatsächlich zeigt ja die Erfahrung, dass der Gloverthürme einen bedeutenden Theil der Gesamtarbeit des Systems verrichtet, dass er 15 bis 20 Proc. der überhaupt hergestellten Säure eines Systems allein macht.

Es lag daher der Gedanke nahe, ähnlich wirkende Thürme zur Unterstützung der Kammerarbeit heranzuziehen, wodurch eine fortwährende Mischung der Gase erzielt wird und ein ständiges Anprallen an benetzte Oberflächen stattfindet.

Man hat daher wohl hier und da Thürme ähnlicher Construction wie die Gloverthürme zwischen den Kammern eingeschaltet, ja man ist noch weiter gegangen und hat Thürme allein zu einem System vereinigt, um mit totaler Umgehung des Kammerraumes Schwefelsäure zu erzeugen. Seit einer Reihe von Jahren hat die Firma Engelcke & Krause einen Zwischenthürm, construirt nach dem Principe des Gloverthürmes, zwischen der III. und IV. Kammer eines fünfkammerigen Systems eingeschaltet und leistet derselbe trotz der dort armen Gase zwischen 18 und 20 k 60° Säure pro Cubikmeter in 24 Stunden. Dies ist immerhin eine bedeutende Leistung an dieser Stelle.

Das Thonwaarenwerk Bettenhausen hat 1895 bei der chemischen Fabrik Rhenania einen Productionsversuch mit von der genannten Firma in anzuerkennender Weise zur Verfügung gestellten Thürmen ausgeführt, über welchen ich nur einige kurze Bemerkungen machen kann. Diese Anlage wurde nicht eigens für diesen Versuch errichtet, sondern es wurde eine Anzahl von alten Glover- und Gay-Lussacthürmen benutzt, theilweise wie sie dastanden, theilweise mit Bettenhausener Kegel ausgesetzt. Obgleich die Bedingungen des Versuchs nicht allen Anforderungen entsprachen, welche man hätte stellen können, ergab sich doch, dass sämmtliche Thürme mehr oder weniger nitrose Säure lieferten und dass der Salpeterverbrauch ein sehr hoher war. Diese Thatsachen liessen den Versuch schon nach kurzer Zeit als aussichtslos einstellen. Nach einer Mittheilung des Herrn Dr. Plath soll allerdings pro Cubikmeter der 4 Reactionsthürme 130 k 50° Säure erzeugt worden sein, entsprechend 104 k 60° Säure. Ich bin nicht in der Lage, diese Ziffer auf ihre Richtigkeit zu untersuchen; vielleicht entschliesst sich die Rhenania, die interessanten Ergebnisse dieses Versuchs durch Veröffentlichung der genauen

Zahlen auch weiteren Kreisen zugängig zu machen. Es muss dazu auf jeden Fall bemerk't werden, dass die Gloverproduction bei den räumlich sehr beschränkten Abmessungen der Reactionsthürme diesen gegenüber noch mehr ins Gewicht fällt als bei einem Kammersystem, wo der Glover nur einen geringen Procentsatz des ganzen Systems ausmacht.

Nachdem der Stolberger Versuch beendet war, ist in Wittenberg ein ganz neues System nur aus Thürmen errichtet worden, welches ebenfalls den Erwartungen nicht völlig entsprochen hat, die seine Erbauer hegten. Die Betriebszahlen kann ich leider zur Zeit eben-sowenig geben, wie im vorigen Falle, weil ich durch gewisse Verhältnisse gezwungen bin, Rücksichten walten zu lassen.

Ich muss jedoch betonen, dass die constructiven Verhältnisse der Kegel bei Weitem nicht den Effect schaffen können, wie er für die Lunge-Rohrmann'schen Platten bekannt geworden ist. Es fehlt eben bei den Kegeln das innige und gleichmässige Mischen, wie es bei den Platten die systematischen Durchlochungen schaffen, ferner die bedeutende Fläche, die der im Turnus befindlichen Säure verliehen wird und die in erster Linie durch stehende Flüssigkeit gegeben ist. Ich kann hierfür die Seiten- und Innenflächen der Kegel schlechterdings nicht mit in Be-tracht ziehen, da die geringste Neigung der Kegel, die ja unvermeidlich ist, nur noch einen verschwindenden Bruchtheil des Kegelmantels berieseln lässt. Das Kegelinnere ist für die Zwecke der Schwefelsäurefabrikation aber direct als schädlich aufzufassen, weil durch dasselbe nur ein Zurückbleiben der aus der Reaction resultirenden inactiven Gase verschuldet wird, während es doch darauf ankommt, auch die inactiven, weniger beweglichen Gase gleichmässig mit wegzuschaffen.

Sind auf dem Wege der obigen Versuche schon Theilerfolge erzielt worden, so werden dieselben auf jeden Fall bedeutend über-troffen durch die Erfolge, welche in den letzten Jahren mit dem Lunge-Rohrmann'schen Plattenthurm erzielt worden sind. Die erzielten Resultate haben den Beweis erbracht, dass mit Anwendung des Plattenthurmes der Schwefelsäurebildungsprocess in einem um ein Vielfaches verminderten Raume durchgeführt werden kann. Allerdings sind die in der ersten Zeit nach der Einführung des Apparates in die Schwefelsäurefabrikation an die Öffentlichkeit gelangten Urtheile recht differirenden Charakters gewesen, was ja auch verständlich ist. Abgesehen davon, dass viele Techniker mit dem Gedanken, nur in Kammern arbeiten zu können, so verwachsen

waren, dass sie der conträren aufstrebenden Neuerung als principielle Feinde gegenüberstanden, hat ja auch der Plattenthurm in der Praxis der Schwefelsäurefabrikation in der ersten Zeit zunächst als Versuchsobject gedient, für dessen Anwendung noch keinerlei Anhaltspunkte und Grundsätze existirten. Daher konnte auch natürlich nicht alles gleich klappen, es war so mancherlei zu versuchen und zu studiren, bis man auf den richtigen Weg kam. Es ist vor allen Dingen als Verdienst H. Niedenführ's anzuerkennen, dass er nach consequenten Grundsätzen bei der Aufstellung des Plattenthurmes verfuhr und auf Grund theoretischer und praktischer Betrach-tungen die Grundlagen für eine rationelle Anwendung aufstellte.

In der letzten Zeit sind mit dem Plattenthurm so durchschlagende Erfolge erzielt worden, dass man wohl berechtigt ist, in der Idee dieses Apparates die Zukunft, die neuere Richtung der Ausführung von Schwefelsäuresystemen zu sehen.

Ich selbst habe den Plattenthurm für Salzsäure aus eigener Praxis schätzen gelernt und aus den hierbei erzielten Erfolgen An-regung gefunden, auch die Resultate für die Schwefelsäureindustrie zu studiren. Ich möchte bei der Wichtigkeit der Sache die mir bekannt gewordenen Resultate nicht ver-schweigen.

Die Principien des Lunge-Rohrmann'schen Plattenthurmes sind ja genügend be-kannt; sie beruhen auf den eingehenden theo-retischen und praktischen Studien Lunge's über den Schwefelsäurebildungsprocess. Die ausgelegten Platten werden Ihnen deutlich die Principien der Construction vor Augen führen.

Die Bedeutung der Plattenidee in der Schwefelsäurefabrikation ist nach drei Rich-tungen festzuhalten und zwar:

1. als Denitrirungsapparat, also Glover-thurm,
2. als Gay-Lussacthurm zur Absorption der nitrosen Dämpfe,
3. als Productionsthurm.

An der Hand der praktisch erzielten Re-sultate will ich das bei mir feststehende Urtheil über den Thurm in seinen Einzel-verwendungsarten mittheilen.

I. Als Gloverthurm. Die Urtheile, welche aus der Praxis zusammengekommen sind, sprechen sich übereinstimmend dahin aus, dass der Apparat vorzüglich zum De-nittriren geeignet ist, dass er, schon in wenigen Lagen einem gewöhnlichen Glover aufgesetzt, diesen wesentlich entlastet, aber es wird auch bekannt, dass seine Haltbarkeit keine grosse ist, was ja bei der Natur des

Materials nicht allzu sehr Wunder nehmen darf. Dieser Umstand und leichtes Verstopfen der Löcher durch den Flugstaub, geringe Haltbarkeit der Platten namentlich beim Auswaschen des Thurmehabens Lunge und Rohrmann im Verein mit Niedenführ dahin geführt, die als richtig erkannten Prinzipien der Plattenthürme, modifizirt für die Eigenthümlichkeiten des Gloverthurmehabens, auf ein neues Füllmaterial für den Glover zu übertragen, von welchem nebenstehend eine Zeichnung gegeben ist. Bei diesem Füllmaterial ist der Querschnitt des Loches so genommen, wie er den Spalten bei der bewährten Netzwerkfüllung entspricht; es sind also für den Durchgang des Gases alte er-

Thürme niedriger zu gestalten, als es zur Zeit üblich ist. Die Ausführung des Füllmaterials findet nicht mehr in Steingut, sondern in bewährter, säurefester Scharfotte statt. Das längere Verweilen der Säure im Thurm wird nicht nur niedrigere Thürme, sondern auch geringeren Zugverlust zur Folge haben, damit grösseren Druck in der ersten Kammer und damit eine relativ stärkere Ausnutzung des Kammerraumes gestattet.

Als Beläge für das Urtheil über den Plattenthurm als Glover führe ich die folgenden an:

Die Administration der Minen von Buchsweiler schreibt, dass ein als Gloverthurm

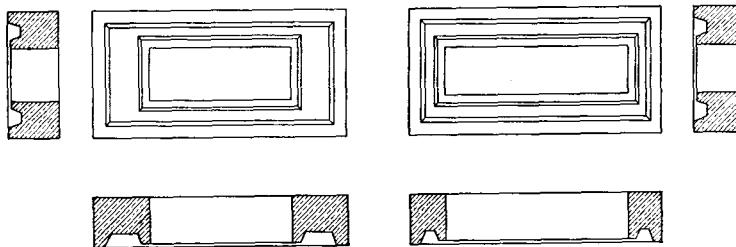


Fig. 156.

probte Querschnittsverhältnisse beibehalten worden, während andererseits die Lunge'sche Plattenthurmidee nach wie vor zur Entfaltung kommt. Jeder Stein ist derartig arrangirt, dass die Säure nicht frei über denselben abläuft, sondern in ihm verweilen muss. Sieben Steine fassen etwa 1 l Schwefelsäure, ehe ein Überlaufen eintritt. Dazu sind die einzelnen Lagen der Steine gegeneinander in der gleichen Weise versetzt, wie es bei den Platten der Fall ist, sodass also das Loch eines Steines stets überdeckt ist durch die Säureräume zweier anderer Steine. Die Entfernung der übereinander befindlichen Lagen der Steine *a* und *b* wird durch eigene Trägersteine, welche der grösseren Leichtigkeit wegen gelocht sind, bestimmt. Der Glover wird mit diesem Material derartig ausgesetzt, dass eine leichte Reinigung des Thurmehabens möglich ist, ohne den grösssten Theil des Füllmaterials zu berühren. Da gewöhnlich der untere Theil des Thurmehabens verstopft ist, lässt man nach einer Ausfüllung von etwa 1 m Höhe über dem Rost eine Unterbrechung eintreten und füllt den oberen Theil, auf einer entsprechend starken Construction ruhend, ein. Durch ein seitlich angebrachtes Einstiegloch kann man in den freigelassenen Raum gelangen und die verstopften unteren Partien entfernen und reinigen.

Das längere Verweilen der Nitrose im Thurmehabens selbst gibt die Möglichkeit, die

verwandter Plattenthurm trotz des geringen Querschnittes von 4 Platten, gleich 0,18 qm als Summe der Lochfläche, sehr gut denitrit; der Thurm vertrug auch Temperaturen bis 120°. Das Waschen mit Wasser hielt der Thurm dagegen nicht aus, indem allmählich bei jedem Auswaschen Platten zerbrachen.

Fredens Mölles Fabriker in Kopenhagen erwähnen, dass sie mit dem Thurm zufrieden seien, dass aber die Platten im Glover nicht halten. In gleicher Weise wird von einer japanischen Fabrik berichtet, dass einige Lagen Platten auf einem gewöhnlichen Glover ganz vorzüglich denitriten.

II. Als Gay-Lussac Thurm oder Unterstützungsthurm des Gay-Lussac. Die mir vorliegenden Urtheile von 11 Firmen sprechen sich übereinstimmend dahin aus, dass der Plattenthurm ein ganz vorzüglicher Absorptionsapparat ist, der sowohl für sich allein, als auch namentlich als Unterstützungsthurm des Gay-Lussac ganz vorzügliche Dienste leistet. Namentlich wird darauf aufmerksam gemacht, dass bei richtiger Querschnittsbemessung die Zugverringerung eine sehr geringe ist und dass der Plattenthurm bei wechselndem Winde ein ganz vorzüglicher Zugregulator ist, welcher ein gleichförmigeres Ausbringen an Säure, gleichmässigeren Salpeterverbrauch und ein stetiges Arbeiten sichert. Von der grossen Anzahl Schwefelsäurefabriken, die mit Plattenthürmen

als Gay-Lussac oder zur Unterstützung solcher arbeiten, mögen hier nur die Administration der Minen von Buchsweiler, die Montanwerke von J. D. Stark in Kasnau bei Pilsen, Lewis G. Lewis in Ponterdawe bei Swansea, die Britonferry Co. in Britonferry bei Swansea, ferner James Irving u. Co. Pittsburg und die Nobel'schen Werke in Baku erwähnt sein als diejenigen, die detaillierte Angaben über die mit ihren Platten-Gay-Lussacs erzielten Erfolge gemacht haben.

III. Als Productionsthurm. Seine wichtigsten Erfolge hat der Plattenthurm neuerdings aber als Productionsthurm ergeben, wie die vorliegenden Betriebsresultate zeigen. Abgesehen von einer Anzahl Firmen, welche aus rein kaufmännischen Rücksichten jede Auskunft über ihre Erfolge mit Plattenthürmen verweigern, liegt nur ein thatsächlicher Misserfolg vor, der aus früherer Zeit entstammend zum Theil durch zu engen Querschnitt, theilweise auch durch die Gesamtverhältnisse des betreffenden Systems, bei dem er zur Aufstellung kam, verschuldet wurde. Die mir vorliegenden Resultate aus 10 Fabriken bestätigen übereinstimmend, dass sich die Thürme durchgehends bewährt haben, indem bei richtigem Arrangement stets eine bedeutende Mehrleistung bei gleichem Salpeterverbrauch erzielt worden ist. Es ist hierbei stets im Auge zu behalten, dass der Querschnitt, welcher dem Thurm gegeben werden muss, ein genügend grosser sein soll, nie weniger als das 2 bis $2\frac{1}{2}$ fache des Querschnittes des Zuleitungsrohres betragen darf. Dann brauchen die Gase den Thurm nicht allzu rasch zu passiren und Zugemmungen im System sind stets ausgeschlossen. Am charakteristischsten von den aufgeführten Fällen sind diejenigen von Lewis G. Lewis in Ponterdawe und der Britonferry Chemical Co. Im ersten Falle ersetzten 256 Platten 1087 cbm Kammerraum, eine Platte leistete also soviel wie 4,2 cbm Kammerraum; im zweiten Falle leistete eine Platte 3,36 k H₂ SO₄ bez. nach der Erweiterung sogar 4,33 k H₂ SO₄. Es sind das klassische Zahlen, welche die hohe Bedeutung des Plattenthurmes als Productionsapparat durch sich selbst aussprechen.

Über die oben erwähnten Fälle führe ich folgende Einzelheiten an.

Lewis G. Lewis in Ponterdawe.

Bei einem Vierkammersystem wurde die letzte Kammer von 1087 cbm entfernt und zwischen die erste und zweite Kammer ein Thurm von 16 Lagen zu 16 Platten gesetzt. Die Production erhielt sich auf gleicher Höhe, der Salpeterverbrauch blieb unver-

ändert. Somit ersetzten die 256 Platten 1087 cbm, eine Platte also 4,2 cbm.

Britonferry Chemical Co.

Bei einem System von 3 gleich grossen Kammern von zusammen 3597 cbm wurde zwischen die zweite und dritte Kammer ein Thurm von 10 Lagen zu 16 Platten gesetzt. Man verarbeitete 15 000 k Erz mit 35 Proc. Schwefel gleich 5250 k Schwefel, von welchen 4557 k als schweflige Säure gewonnen wurden. 1 k Schwefel brauchte also 0,789 cbm Kammerraum. Im Plattenthurm allein wurden erzeugt in 30 Tagen 26 500 k Säure von 61 proc. H₂ SO₄, also pro Tag 883 k gleich 538 k H₂ SO₄ gleich 3,36 k pro Platte. Nach diesem Resultat wurden noch 5 Lagen zu 16 Platten dem Thurm zugelegt und nun in 30 Tagen 50 250 k Säure von 62 proc. H₂ SO₄ im Plattenthurm erhalten gleich 31 150 k H₂ SO₄. Dies ist eine Leistung von 1038,3 k H₂ SO₄ pro Tag gleich 4,33 k pro Platte.

Der Salpeterverbrauch hielt sich auf gleicher Höhe; es wurde noch die Beobachtung gemacht, dass die Production mit der Menge der aufgegebenen Berieselungssäure stieg.

Weiter berichten die Firmen Temor & Co., Valencia, Société anonyme des produits chimiques et Huileries d'Odessa, N. W. Lepeschkin Söhne in Moskau, Fredens Mölles Fabriker in Kopenhagen, die Hungaria in Budapest von wesentlichen Mehrleistungen, die sie mit den Plattenthürmen im Verhältniss zu Bleikammern erreichten.

Was nun den Salpeterverbrauch der verschiedenen mit Plattenthürmen arbeitenden Systeme betrifft, so wird im Allgemeinen bestätigt, dass bei richtig gewählten Querschnittsverhältnissen der Plattenthürme der selbe vor und nach Anwendung der Thürme der gleiche geblieben ist. In einigen Fällen allerdings, bei denen der Thurmquerschnitt zu klein gewählt worden war, resultirte eine Steigerung des Salpeterverbrauchs, der jedoch mit Erweiterung der Thürme wieder normal wurde. Endlich wurde aber auch bei einigen Schwefelsäureanlagen, die übermäßig belastet waren, durch Hinzufügen von Plattenthürmen eine normalere Inanspruchnahme und mit dieser eine Verminderung des Salpeterverbrauchs herbeigeführt.

Die diversen Ziffern, die mir als Salpeterverbrauch verschiedener mit Plattenthürmen arbeitender Systeme vorgelegt wurden, sind natürlich nur als relative Werthe im Zusammenhang mit allen übrigen Systemverhältnissen richtig verstehbar. So wird von Anlagen berichtet, die mit 2 bis 2,5 Proc.

Salpeter auf den verbrannten Schwefel auskommen, während eine andere Fabrik 1,2 Proc. Salpeter auf 100 Th. 60° Säure wegen sehr intensiver Arbeit früher benötigte, aber auch als sie durch Einschaltung von Platten-thürmen den auf 1 k verbrannten Schwefel nöthigen Kammerraum auf etwa 0,7 cbm herabsetzte, nicht mehr Salpeter verbrauchte.

hältnisse nicht Bedacht genommen war, wollten die Erbauer mit ihren Thürmen, die aber, wie Niedenführ in seinem Aufsatz nachwies, viel geringeren Effect haben müssen, auf gleiche Volumenleistungen kommen, wie beim Platten-thurm und hat man daher die Thürme übermäßig angestrengt. Bei den Versuchen ist gegen die Querschnittsverhäl-

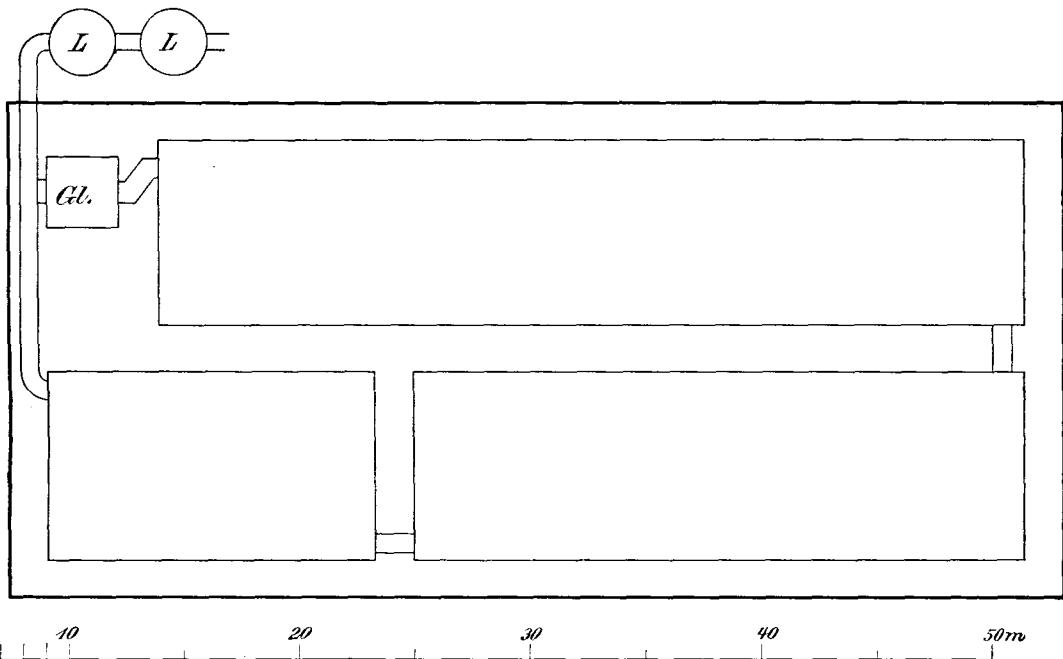


Fig. 157.

Normale Bleikammeranlage (für 110 hk Monohydrat).

$L = 2$ Gay-Lussacs von 10,5 m; $Gl =$ Glover von 10,5 m; Kammer, 8,4 m breit, 7,25 m hoch.

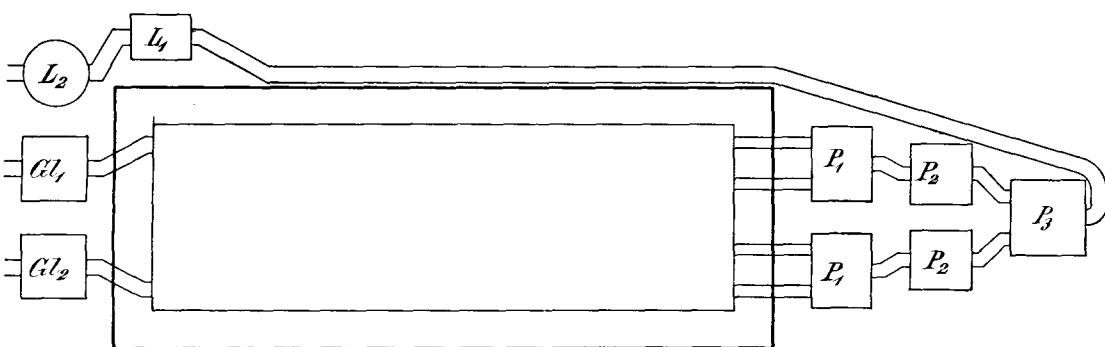


Fig. 158.

Anlage mit Lunge-Rohrmann'schen Platten-thürmen (für 110 hk Monohydrat).

L_1 = Platten-thurm 4,75 m hoch; L_2 = Koks-Gay-Lussac von 9,5 m; Gl = Glover von 7,25 m Höhe, Bleikammer 8,4 m breit, 7,25 m hoch, 25 m lang; P_1 = Platten-thürme, 12 Lagen à 20; P_2 = Platten-thürme, 12 Lagen à 16; P_3 = 12 Lagen à 16 Platten.

Nun haben wir uns die Frage vorzulegen: Wie ist das Zukunftssystem am besten zu arrangiren?

Dass die Herstellung von Schwefelsäure in sogenannten Reactionsthürmen allein, ohne Kammer möglich ist, zeigen im Princip die Versuche der Rhenania und die Resultate des nur aus Thürmen erbauten Systems. Abgesehen davon, dass bei den Bettenhausener Thürmen auf entsprechende Querschnittsver-

nisse gesündigt worden und ist der Effect innigerer Berührung und besserer Reaction durch grosse Gasgeschwindigkeit aufgehoben worden, während andererseits der geringe Querschnitt grossen Salpeterverlust bedingte wegen der hierdurch nothwendig auftretenden hohen Temperaturen.

Es erscheint daher zweckmässig, die erste grosse Kammer beizubehalten, welche bei intensiver Production eine gute Ausnutzung

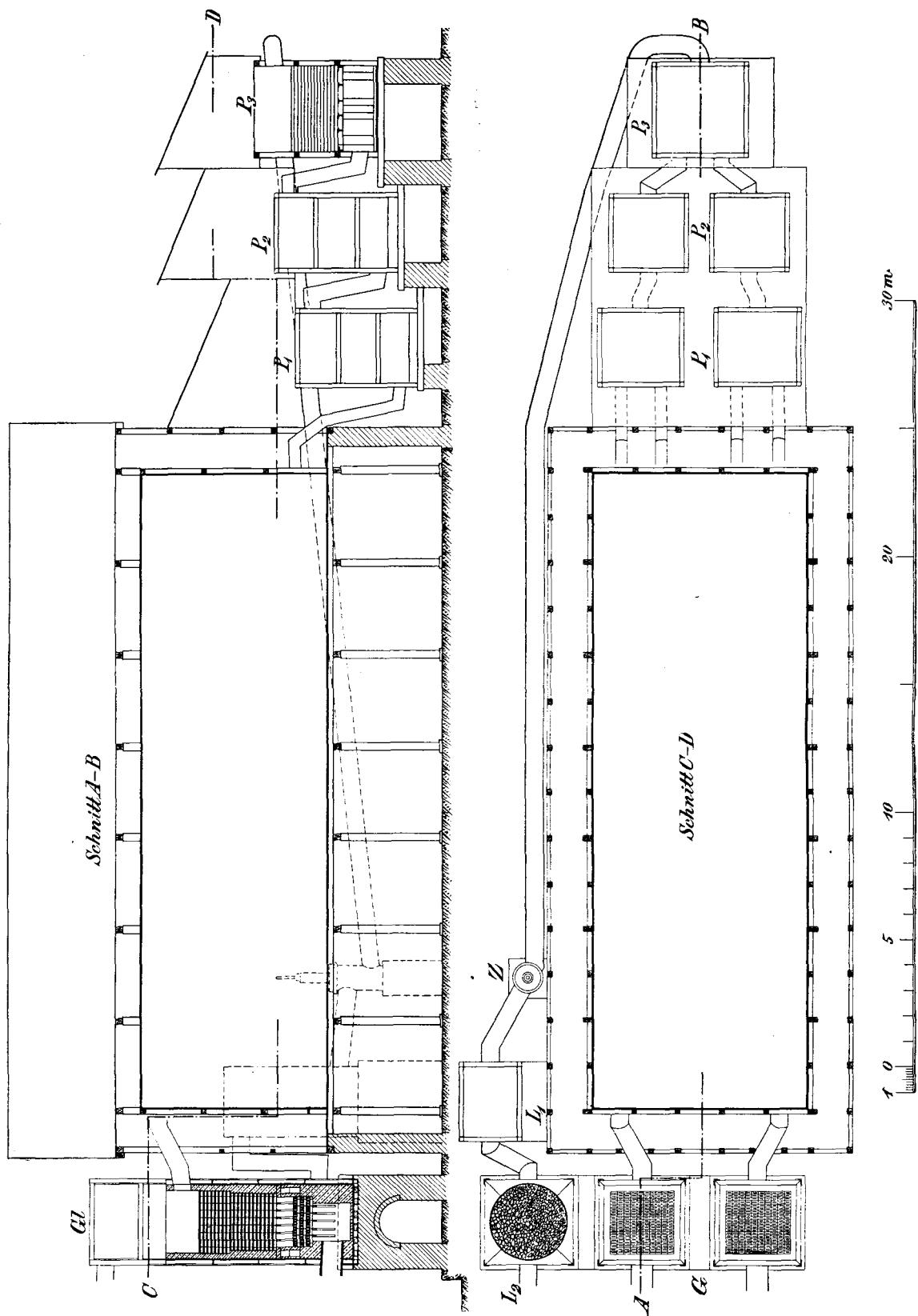


Fig. 159 und 160.
Neue Anlage (für täglich 110 t Monohydrat).
G1 = Gloverturm; *G2* = Gloverturm, obere Ansicht nach Abnahme der Bleitecke; *L* = Plattenhurm, 18 Lagen à 12 Platten; *I2* = Koks-Gay-Lussac;
Z = Zugregler; *P* = Reduktionshurme mit Lunge-Rohrmannschen Platten.

des Raumes und eine rationelle Verzinsung des angelegten Capitals gewährleistet.

Die nebenstehenden Zeichnungen geben den Vergleich eines normalen Bleikammer-systems mit einem mit Plattenthürmen combinirten System, beide für die gleiche Leistung berechnet.

Für das Plattenthurmsystem würden sich bei normalem Betriebe die Leistungen der einzelnen Apparate, wie folgt, stellen:

Eine Bleikammer am Anfang des Systems 7,25 m hoch, 8,40 m breit und 25,00 m lang, gleich 1522,5 cbm Inhalt. Bei den Ermittlungen in Britonferry ergab sich die Leistung der ersten Kammer des Systems zu 4,83 k H₂SO₄ in 24 Stunden für 1 cbm als Durchschnitt einer 30 tägigen Messung. Nimmt man hier als mässige Leistung nur 4,25 k H₂SO₄ an, so erhalten wir 6470 k H₂SO₄.

Hierauf folgen die 2 Productionsthürme 1 a und 1 b mit je 12 Lagen zu 20 Platten gleich 480 Platten zu je 5 k H₂SO₄ gleich 2400 k H₂SO₄,

ferner 2 Productionsthürme 2 a und 2 b mit je 12 Lagen zu 16 Platten gleich 684 Platten zu je 3,5 k H₂SO₄ Production gleich 1344 k H₂SO₄;

endlich ein Productionsthurm 3 mit 12 Lagen zu 25 Platten gleich 300 Platten zu je 2 k H₂SO₄ pro Platte gleich 600 k, zusammen 10 814 k H₂SO₄. Wir haben also eine normale Leistung von 10 814 k H₂SO₄.

Nimmt man nun die normale Leistung eines gewöhnlichen Bleikammersystems zu 3 k 60° Säure gleich 2,34 k H₂SO₄ an, so würde ein solches, der Leistung des oben genannten Plattenthurmsystems entsprechend, einen Inhalt von 4600 bis 4700 cbm erhalten müssen.

In Fig. 157 und 158 S. 487 sind nur beide Systeme in ihren Grundrisse in einfachen Linien angedeutet. Die rothen Linien geben die Umgrenzungen der Gebäude, die blauen diejenigen der Bleiapparate an. Auf den ersten Blick ist ersichtlich, dass das Gebäude des Plattenthurmsystems weniger als die Hälfte der Baufäche des gewöhnlichen Kammersystems in Anspruch nimmt. Es resultirt demgemäß bei dem mit Plattenthürmen combinirten Schwefelsäuresystem eine wesentliche Ersparniss im Anlagecapital, wie auch aus den Kostenanschlägen sich ergibt. Hieraus aber folgen auch geringere Productionskosten, da sich einmal die alljährlich zu erreichende Amortisation verringert, dann aber auch die Reparaturen, der beschränkten Apparatur wegen, geringer ausfallen. Diese geringeren Reparaturkosten fallen namentlich bei älteren Systemen ins Gewicht, weil dort die Bleitheile reparaturbedürftiger werden.

Nachfolgend gebe ich die vergleichenden Kostenanschläge der beiden Arten Schwefelsäuresystems für eine tägliche Leistung von etwa 11 000 k H₂SO₄ gleich 14 000 k 60° Säure.

I. Anlagekosten eines normalen Bleikammersystems.	Mark
975 cbm Mauerwerk zur unteren Etage des Kammergebäudes, Kammerpfeilerfundamenten, Thurmfundamenten à 18 M.	17550
1005 qm Grundfläche des Kammerhauses, sämmtliche Holzarbeiten, als Kammergerüste und Pfeiler, seitliche Verschalung und Bedachung à qm 55 M.	55275
64 qm Grundfläche der Gänge um die Thürme, Bedachung auf denselben u. s. w., Holzarbeiten à qm 15 M.	960
Eisentheile des Gerüstes des Grovers und Gay-Lussacs und Rostträger für den Koks 20000 k pro 100 k incl. Arbeitslohn 25 M.	5000
112000 k Blei, 3 mm stark, 100 k incl. Löthung 30 M.	33600
28500 k stärkere Bleisorten und Rohre incl. Löthung 29 M. pro 100 k	8265
Säurefeste Steine und Arbeitslohn beim Aussetzen der Thürme	9500
36 t Koks incl. Arbeitslohn pro 100 k 20 M.	720
Summa Anlagekosten M.	130870
II. Anlagekosten eines mit Plattenapparaten combinirten Schwefelsäuresystems von gleicher Leistung, wie das vorstehend calculirte.	Mark
425 cbm Mauerwerk zur unteren Etage des Kammerhauses, Pfeilerfundamenten und Fundamenten der Thürme, à cbm 18 M.	7650
342 qm Grundfläche d. Kammerhauses, sämmtliche Holzarbeiten, als Kammergerüste und seitliche Verschalung, Säulen unter den Kammern und Bedachung. Dieser Posten calculirt sich pro qm beträchtlich billiger, wie die gleiche Position des vorangehenden Kostenanschlages, da nur mit der halben Gebäudetiefe zu rechnen ist und somit auch einfachere und schwächere Construction möglich wird. Pro qm 40 M.	13680
60 qm Grundfläche der Gänge um die Glover- und Gay-Lussac-Thürme, Bedachung auf denselben u.s.w., Holzarbeiten pro qm 15 M.	900
Eisentheile der Gerüste von Glover und Gay-Lussac, Koksträger d. Gay-Lussacs, 17000 k pro 100 k incl. Arbeitslohn 25 M.	4250
120 qm Grundfläche der Plattenthürme, Holzgerüste, Gänge auf denselben, Bedachung und Holzarbeiten pro qm 20 M.	2400
50000 k Blei 3 mm stark, incl. Löthung pro 100 k 30 M.	15000
20400 k stärkere Bleisorten und Rohre pro 100 k incl. Löthung 29 M.	5916
Säurefeste Steine incl. Arbeitslohn für das Aussetzen der Thürme	9200
16 t Koks incl. Arbeitslohn für das Aussetzen pro 100 k 20 M.	320
1380 Lunge-Rohrmann'sche Platten incl. aller Trägertheile in Thon à 19 M.	26220
Summa der Anlagekosten M.	85536

Wir haben demnach eine Ersparniss an Anlagekosten, abgesehen von den Ersparnissen an Bauterrain von 45 334 M. oder etwa 35 Proc. der Kosten des gewöhnlichen Bleikammersystems.

Die Annahme, dass beim Abbruch eines gewöhnlichen Kammersystems ein grösserer Erlös aus altem Material, besonders Blei, erzielt werden kann, ist irrthümlich, wie die folgende Betrachtung zeigt.

Bei den durch die Zeichnungen behandelten Systemen würden beim Abbruch des gewöhnlichen Systems von den aufgewendeten 140 000 k Blei noch etwa 85 000 k Blei resultiren bei einem Maximalwerth von 22,00 M. = 18 700 M. Nun muss aber bei dem gewöhnlichen System für etwa 21 000 M. mehr Blei angelegt werden. Hat die Kammer nun bis zur Erneuerung des Systems 15 Jahre functionirt, so resultiren von 21 000 M. Capital bei 5 Proc. ohne Zinseszinsen schon 15 750 M. Zinsverlust, eine Summe, welche dem Werthe des alten Bleies fast gleichkommt. Das Plattenthurmsystem gibt nach der gleichen Betriebsdauer immerhin noch etwa 40 000 k umgeschmolzenes Blei, welches zu 22,00 M. einen Werth von rund 8800 M. vorstellt.

Betrachten wir nun die detaillierte Ausführung des mit Plattenapparaten combinirten Systems.

Eine für den Gang des Systems wesentliche Verbesserung ist die Verbreiterung des Gloverquerschnittes behufs besserer Function in zwei Glover. Die Füllung dieser Glover ist in dem schon früher beschriebenen Rohrmann'schen Material gedacht. Der Glover kann in unserem Falle mit 7,25 m Höhe genügen, umso mehr als der vorhandene grosse Querschnitt durch die Aufstellung zweier Thürme eine gute Leistung garantirt.

Aus dem Glover gelangen die Gase in die Bleikammer, deren Decke etwa 1 m höher ist, als die Gloverdecke. Dieser Umstand, die tiefere Stellung der der Kammer folgenden Plattenthürme, der geringere Zugverlust durch niedrige Glover und der grössere Querschnitt derselben, sichern in der Kammer eine bedeutende Pressung der Gase, die erste Vorbedingung eines intensiven Producirens des Kammerraumes. Es sind somit die besten Bedingungen gegeben, dass die Kammer ihre höchste Leistungsfähigkeit entfaltet.

Nachdem in der Kammer der grösste Theil der schwedigen Säure verarbeitet ist, tritt der Zeitpunkt ein, in dem die Reaction nur schwach verläuft und daher grossen Kammerraum verlangen würde. Hier müssen die Plattenthürme als intensivere Reactionsapparate in Function treten. Die wichtigste

Frage für den Gang des ganzen Systems ist aber, dem Plattenthurm den richtigen Querschnitt zu geben, da ja die Geschwindigkeit, mit welcher die Gase den Thurm passiren, von hervorragender Bedeutung ist. Im vorliegenden Falle folgt den Kammern zunächst ein parallel geschaltetes Thurmpaar 1a u. 1b mit je 20 Platten im Querschnitt, was einem Gesamtquerschnitt von mehr als 2 qm ausmacht. Diesen ganzen Querschnitt mit einem einzigen Thurm zu geben, erscheint nicht ratsam, da die Gase nicht gleichmässig den ganzen Querschnitt erfüllen würden. Diesem Thurmpaar folgt ein zweites von je 16 Platten und endlich ein dritter Thurm von 25 Platten Querschnitt.

Aus dem letzten Thurm gelangen die Gase in den Platten-vor-Gay-Lussac mit 12 Platten Querschnitt, welcher zugleich als Zugregulator dient und dann endlich in einen Koks Gay-Lussac von mässiger Höhe. Sämtliche Plattenthürme wie auch der Koks-Gay-Lussac sind zu einander terrassenförmig aufgestellt, um, während nach der Kammer zu starker Druck geschaffen wurde, die Zugverhältnisse der Thürme, die natürlich mit einer Esse oder anderen Zugquelle in Verbindung stehen, zu erleichtern. Der Betrieb eines solchen Systems wäre so zu gestalten, dass die Nitrose des Koksturmes auf den Platten-Gay-Lussac liefe, ein Theil der nun resultirenden Nitrose auf den letzten Plattenthurm und die dort abfliessende Säure mit der übrigen Nitrose über die Gloverthürme. Die vier anderen Plattenthürme wären intensiv mit 40 bis 45° Säure zu berieseln¹⁾.

Stellvertretender Vorsitzender C. Duisberg: Meine Herren, ich danke auch Herrn Director Lüty für seinen ausführlichen und interessanten Vortrag, und da ich wohl annehmen darf, dass, entsprechend einer Debatte, die sich vor zwei Jahren in Frankfurt aus Anlass eines derartigen Vortrages entwickelte, die Erörterung hierüber sich in die Länge ziehen wird, und da die Zeit bereits sehr vorgerückt ist und eine längere Debatte nicht mehr zulässt, so möchte ich ersuchen — gern hätte ich die Debatte noch vor dem Frühstück erledigt —, dass die Herren, die noch sprechen wollen, jeder nicht länger als 5 Minuten zur Sache redet.

Herr Dr. P. W. Hofmann: Die Mittheilungen des Herrn Director Lüty haben mich

¹⁾ 1 Platte hat $0,65 \times 0,65$ m Grösse = 0,4225 qm und hat 1156 oder 1220 Löcher von 8 mm Durchmesser. 1 Platte hat daher in der einen Lage 0,0578 qm, in der andern 0,0610 qm lichten Querschnitt.

hoch interessirt und es freut mich sehr, dass er dem Plattenthurm das Wort redet. Ich habe dem Plattenthurm von Anfang an grosses Interesse entgegengebracht, da ich wohl der Erste in Deutschland war, der solchen Plattenthurm aufstellte, und zwar nach den Angaben von Prof. Lunge und Rohrmann. In deren Angaben heisst es dem Sinne nach: Nach langen Erfahrungen haben wir festgestellt, dass für 400 k Schwefel, die in 24 Std. verbrannt werden, ein Plattenlager von einer Lage genügt. Da ich nach demselben System 118 k Kies verbrannte, wären zwei Platten vollständig genügend gewesen. Ich habe aber vier genommen und trotzdem bemerkt, dass der Luftzug absolut verhindert war. Als ich darauf den Thurm öffnete, fand ich, dass die Löcher sich mit kleinen Wasserbläschen zugesetzt hatten; nur ein Theil der Löcher war offen. Als ich diese Mittheilung den Herren Prof. Lunge und Rohrmann machte, waren beide der Ansicht, der Querschnitt sei nicht genügend, denn ein grosser Theil der Löcher war eben verstopft. Hätte man nun dem Plattenthurm statt 4 Lagen 8 Lagen gegeben, so mag ja sein, dass er dann Luft genug gehabt hätte. Ich habe es nicht gethan, weil eine solche Anlage doppelt so viel kostet. Ich habe nun den Thurm nicht mehr als Zwischenapparat benutzt, sondern vor einigen Wochen an den Gay-Lussac-Apparat gestellt, wo mehr Zug vorhanden ist als in den Kammern. Zu meinem Bedauern ist der Thurm noch nicht im Betriebe, ich hätte mich gefreut, Ihnen heute sagen zu können, dass der Thurm als Gay-Lussac-Thurm gut arbeitet.

Wie Herr Lüty dazu kommt, zu sagen, dass das System der fraglichen Fabrik veraltet sei, ist mir unerfindlich. Das System arbeitet ausserordentlich gut. Es ist ein System für 1400 cbm, darin werden 3400 k Schwefelkies verbrannt und aus 100 k 144 k 60° Schwefelsäure erzeugt. Das System funktionirt vorzüglich. Der Fehler hat nur daran gelegen, dass der Querschnitt des Thurmes zu gering war.

Herr Niedenführ: Ich möchte Herrn Dr. Hofmann entgegnen, dass in der That die Verhältnisse des Systems, bei dem er den erwähnten Plattenthurm zur Aufstellung brachte, derartig gewesen sind, dass nicht zu hoffen war, dass der Thurm jemals als Productionsthurm Resultate geben könnte. Es war hinsichtlich der Zugverhältnisse des Systems ersichtlich, dass das kleinste Zughemmniss dazu führen musste, dass das System nicht weiter arbeiten konnte. Ich selbst habe beobachtet, dass, als die Fabrik

einen Gay-Lussac bei dem betreffenden System anlegte, auch durch diesen Apparat der Zug derart beschränkt wurde, dass man sich genötigt sah, denselben wieder auszuschalten. Die Rohrverbindungen des Systems waren ebenfalls so gewählt, wie sie den Leistungen, die an das System gestellt wurden, nicht entsprachen. Beispielsweise hatte auch das Abzugsrohr nur 10 bis 12 cm Durchmesser; ein derartiger Durchmesser bei einem System von 1400 cbm Inhalt lässt von vornherein erkennen, dass das System nicht gut sein kann.

Herr Director Lüty: Wenn ich Herrn Hofmann richtig verstanden habe, verbrennt er 3400 k von 44 proc. Schwefel in einem System von 1400 cbm.

Herr Dr. Hofmann: Wenn Herr Niedenführ sagt, das Abzugsrohr hätte nur 12 bis 15 cm Durchmesser, so kann ich bemerken, dass in dem thattsächlich 18 cm weiten Abzugsrohr immer noch 3 oder 4 Pfropfen stecken, um den Zug zu vermindern.

Herr Dr. Bergmann (Marburg): Wir können jede verbesserte Gloverthurmfüllung in der Fabrikation nur mit Freuden begrüssen. Es kommt aber eine Schwierigkeit hinzu, der Schlamm; er ist nicht hinauszubringen. Da der Gloverthurm mit Rinnen gemacht werden muss, sind die Rinnen mit einer Säure gefüllt, die sich nicht herauswaschen lässt. Das erregt Zweifel in mir gegen die von Herrn Lüty empfohlene Verwendung der neuen Plattenthürme.

Herr Niedenführ: Ich hoffe doch, dass bei der Fallhöhe, die für die Circulation der Kammern einer Reihe der Aussetzung zur Folgenden in Betracht kommt, speciell unter Berücksichtigung des hohen specifischen Gewichtes der Schwefelsäure, die Flüssigkeit in den Rinnen viel zu wenig Ruhe hat, um Schlamm abzusetzen; hierzu kommt noch, dass das beträchtliche Säurequantum, das den Glover passirt, einen schnell vor sich gehenden Wechsel des Inhaltes der Rinnen veranlasst.

Herr Dr. Plath: Ich möchte über das Füllmaterial des Gloves nicht weiter reden, weil es sich meiner Ansicht nach sehr den Kegeln des Thonwaarenwerks Bettenhausen anschliesst, und da der Vortrag nicht auf der Tagesordnung stand, konnte ich auch das Material dem entsprechend nicht sammeln. Ich möchte aber doch auf die beiden Fabriken noch eingehen, die Herr Director

Lüty erwähnte, die Stolberger und die in der Provinz Sachsen. Ich constatire, dass in Stolberg nicht ein derartiges Gemisch von Thürmen, wie Herr Lüty es hingestellt hat, bestanden hat. Wohl war der Glover und der Gay-Lussac nicht mit den Kegeln gefüllt, die Productionsthürme, auf die es ankommt, waren aber mit den Kegeln gefüllt, und das ungünstige Resultat, das Herr Director Hoffmann seinerzeit in seiner Fabrik festgestellt hat, ist meiner Meinung nach auf die Platten der Plattenthürme zu schieben.

Was die andere Angabe betrifft, so schliesse ich mich der Discretion an, die Herr Director Lüty auch für sich in Anspruch genommen hat; aber das was jetzt noch zu verbessern ist, ist meines Erachtens keine Aufgabe, die von einem Chemiker zu lösen ist, sondern kann nur die Aufgabe eines Wärmetechnikers sein. Ich kann darauf augenblicklich nicht weiter eingehen, aber dass das System der Zukunft so ganz sicher mehrere Kammern haben soll, glaube ich doch nicht anerkennen zu sollen, und weiss auch, dass es selbst Herr Prof. Lunge mehr oder weniger deutlich ausgesprochen hat, es wäre doch recht schön, wenn man ganz ohne Kammern arbeiten könnte. Dass ich auf dem Wege dies möglichst durchzusetzen, noch weiter fortfahren werde, werde ich mir nicht nehmen lassen.

Herr Director Lüty: Ich habe ausdrücklich hervorgehoben, was auch Herr Prof. Lunge stets hervorhebt. Wenn Sie die Lunge'schen Schriften in Betracht ziehen, werden Sie das finden; Lunge warnt sogar davor, mit Thürmen allein zu arbeiten; es sei stets zweckmässig, wenn zuerst eine Kammer da sei, dann die Plattenthürme folgen, nach den Plattenthürmen wieder Kammern u. s. w., um die Gase ganz zu condensiren.

Die Mittheilungen des Herrn Dr. Plath über Stolberg berühren in keiner Weise das, was ich gesagt habe. Die Füllungen der Versuchsthürme bestanden allerdings theilweise aus Bettenhausener Material. Da ich Discretion wahren will, kann ich hierauf nicht näher eingehen, habe aber mein Material dem Herrn Vorsitzenden vorgelegt. Die Productionsleistung in Stolberg ist auch nicht nennenswerth höher gewesen, als die des Productionsthurmes, welche ich bei Engelcke & Krause festgestellt habe.

Stellvertretender Vorsitzender C. Duisburg. Es scheint das Wort nicht mehr gewünscht zu werden. Dann ist die Discussion geschlossen, und ich möchte nun vor-

schlagen, dass wir in die Frühstückspause eintreten und das von mir angekündigte Referat über Unteralpetersäure nach der Pause erledigen. Ich mache darauf aufmerksam, dass für das Frühstück nur eine Stunde im Maximum in Aussicht genommen ist, dass wir Nachmittags noch einen sehr ausführlichen geschäftlichen Theil zu erledigen haben und sehen müssen, um 5 Uhr fertig zu sein.

Ich möchte nun bitten, die Eintragung in die Präsenzliste und Excursionslisten vorzunehmen, soweit es nicht geschehen ist.

Dann weise ich noch darauf hin, dass der Waagenbauer Max Böckel eine Waage aufgestellt hat, die er für die, welche sich dafür interessiren, gern erläutern möchte.

Um $1\frac{1}{2}$ Uhr tritt eine Frühstückspause ein.

Die Sitzung wird durch den stellvertretenden Vorsitzenden Herrn Dr. Duisburg um $2\frac{1}{2}$ Uhr wieder eröffnet.

Stellvertretender Vorsitzender: Meine Herren! Ich eröffne nach dem vortrefflichen Frühstück die Sitzung und übergebe den Vorsitz Herrn Professor Fischer, damit ich das von mir angekündigte Referat halten kann.

Herr Dr. C. Duisberg:

Massenvergiftungen durch Einathmen von Unteralpetersäuredämpfen.

Meine Herren! Ich hatte eigentlich bei der grossen Zahl von Vorträgen, die zur Hauptversammlung angemeldet worden sind, nicht die Absicht, Sie hier mit einer allerdings für die ganze chemische Industrie wichtigen Frage der Giftigkeit der Unteralpetersäure aufzuhalten, die bisher eine noch nicht genügende Würdigung in der chemischen Litteratur erfahren hat. Ich wollte gelegentlich eine ausführliche Veröffentlichung in unserer Vereinszeitschrift bringen. Durch eine Zeitungsnotiz, die mir aber gestern vor Augen kam, bin ich veranlasst worden, mir das diesbezügliche Material telegraphisch von Elberfeld kommen zu lassen und auch nach Berlin zu telegraphiren, um von dort Aufklärung über die Richtigkeit der in den hiesigen Zeitungen enthaltenen Depeschen zu erhalten, laut welchen durch Explosion von Salpetersäureballons in der Chemischen Fabrik auf Actien vorm. E. Schering am 2. Juni 3 Offiziere der Berliner Feuerwehr und 57 Feuerwehrleute durch Einathmen von Unteralpetersäuredämpfen schwer erkrankt sein sollen. Ich wurde veranlasst, dies zu thun, da, wie Sie aus den Zeitungen wissen werden, diese Massenvergiftung mit Unteralpetersäure vor einigen Wochen einen