

## Eine Vorlesung über Vorlesungsversuche.

Indem ich nach diesen kurzen Bemerkungen über das chemische Institut, dem Sie heute Abend die Ehre Ihres Besuches haben schenken wollen, zu dem eigentlichen Gegenstande übergehe, welchen ich für flüchtige Betrachtung gewählt habe, fühl' ich, daß ich in vollem Maaße die Freiheit der Bewegung in Anspruch nehmen muß, welche die Deutsche Chemische Gesellschaft ihren Mitgliedern gestattet. Ich soll nämlich heute Abend die Reihe von Vorlesungen eröffnen, welche der Vorstand der Chemischen Gesellschaft, dem Beispiele der älteren Schwester-Gesellschaften in England und Frankreich folgend, alljährlich zu veranstalten beschlossen hat, und ich beabsichtige nicht mehr und nicht weniger, als Ihnen eine Reihe längst bekannter Erscheinungen vorzuführen, Erscheinungen, die Ihnen Allen so geläufig sind, daß es scheinen könnte, es sei überflüssig, noch ein Wort über dieselben zu verlieren. Allein der Versuch, in dem eine Erscheinung sich spiegeln soll, kann die mannigfaltigsten Formen annehmen; er wird sich ganz anders gestalten müssen, wenn er nur für den Einzelnen, der Beobachtung bereits Kundigen, Beweiskraft haben soll, oder aber bestimmt ist, bei Vielen, in der Kunst zu beobachten erst mälsig geübt, eine Ueberzeugung hervorzurufen.

Von diesem, dem didaktischen, Gesichtspunkte aus betrachtet, kann auch die älteste und bekannteste Thatsache ein neues Interesse gewinnen, und es ist daher in diesem Sinne, daß ich Sie bitten möchte, die folgenden fragmentarischen, entweder gar nicht oder nur lose zusammenhängenden Mittheilungen über Vorlesungsversuche und Zugehöriges aufnehmen zu wollen.

### 1. Gewichtszunahme während der Verbrennung.

Einem Jeden, dem die Aufgabe gestellt ist, die chemischen Fundamental-Begriffe größeren Kreisen zugänglich zu machen, ist wohl schon das Bedürfnis fühlbar geworden, die Gewichtszunahme während der Verbrennung in einem einfachen und schlagenden Versuche bei dem Zuhörer zur Anschauung zu bringen. Der wohlbekannteste Versuch mit der tarirten Wachskerze, welche in einer Röhre brennt, deren oberer Theil zur Fixirung der Verbrennungsproducte mit Kalistücken angefüllt ist, leistet schon einigermaßen gute Dienste. Allein bei seiner Anstellung ist es nothwendig, die Kerze von der Wage abzunehmen, den Apparat zur Unterhaltung der Verbrennung mit einem Aspirator in Verbindung zu setzen, diesen Aspirator längere Zeit im Gange zu

lassen, um schliesslich die Kerze wieder auf die Wage zurückzubringen, und diese Reihenfolge von Operationen, einfach wie sie sind, ist geeignet, die Aufmerksamkeit, zumal bei solchen, denen die Methode experimentaler Demonstration neu ist, von dem eigentlichen Ziele des Versuches abzulenken. Ich habe mich oft bemüht, diesen Versuch in eine einfachere Form zu kleiden, ohne indessen bis jetzt eine ganz befriedigende Lösung der Aufgabe gefunden zu haben.

Von den vielen in diesem Sinne angestellten Versuchen verdient jedoch einer kurz beschrieben zu werden.

Ein Jeder erinnert sich an die schöne Beobachtung des Hrn. G. Magnus, dass sich der Eisenbart, welcher an den Polen eines Hufeisenmagneten entsteht, wenn dieselben in Eisenstaub gedrückt werden, entzünden lässt und lebhaft in der Luft fortglimmt. Der Gedanke lag nahe, diese Erscheinung für die Lösung der eben bezeichneten Aufgabe zu verwerthen.

Zu dem Ende befestigt man einen kleinen Hufeisenmagneten in dem Schalenbügel einer gewöhnlichen Wage, welche Centigramme noch mit Leichtigkeit angiebt, in der Weise, dass sich die Pole über der Schale befinden. Alsdann lässt man durch Einsenken der Pole in den feinen Eisenstaub, welcher im Handel unter dem Namen *ferrum limatum* vorkommt, den Eisenbart sich bilden und bringt die Wage durch Auflegen von Gewichten auf der andern Schale ins Gleichgewicht. Zündet man nunmehr das feinertheilte Eisen an — was mit Leichtigkeit durch Annäherung einer Gasflamme geschieht — so beobachtet man alsbald, wie die mit dem Magneten belastete Wagschale sinkt. Mit dem Erlöschen des Eisenfeuers ist der Ausschlag der Wage ein sehr beträchtlicher geworden. Man bringt den Versuch am eindringlichsten auf die Art zum Schluss, dass man von dem gebildeten Oxyde Theilchen abstößt und in einem Porzellanschälchen aufsammelt, bis die Wage wieder im Gleichgewicht steht. Die in dem Schälchen angesammelte Menge Oxyd repräsentirt die Gewichtszunahme des Metalles während der Verbrennung.

Der Versuch gelingt am besten mit einem Magneten von mässigen Dimensionen. Ein kleiner Magnet, mit welchem ich zum Oeffteren experimentirt habe, hat eine Höhe von 0<sup>m</sup>,15, an den Polen eine Breite von 0<sup>m</sup>,06 und eine Dicke von 0<sup>m</sup>,003, er wiegt ohne Anker 210 Grm.; in seiner gegenwärtigen Verfassung trägt derselbe 12,5 Grm. Eisen. Bei der Verbrennung am Magneten zeigt diese Eisenmenge eine Gewichtszunahme von nahezu einem Gramm (0,8 — 0,9 Gramm). Hätten sich die oben angeführten 12,5 Grm. Eisen ihrer ganzen Masse nach in Eisenoxydul-Oxyd verwandelt, so würde die Gewichtszunahme 4,7 Grm. betragen haben. Es ist also klar, dass auch unter diesen so günstigen Bedingungen ein nicht unbeträchtlicher Antheil des Eisens der Verbrennung entgeht.

## 2. Bildung von Eisensäure.

Das am Magneten verbrennende *ferrum limatum* ist seiner feinen Zertheilung wegen ein höchst schätzbares Material für Vorlesungsversuche. In eine (nicht leuchtende) Flamme geworfen, verbrennt es unter glänzendem Funkensprühen, und hierbei werden, wie schon Hr. Magnus hervorgehoben hat, so viele Eisentheilchen nach allen Richtungen zerstoßen, daß sämmtliche in der Nähe brennende Flammen alsbald anfangen gleichfalls zu scintilliren. Bringt man *ferrum limatum* in den vorderen Theil einer Glasröhre und bläst das Pulver durch die Flamme, so entsteht ein lang gezackter glänzender Eisenblitz. Die feine Zertheilung macht diesen Eisenstaub ganz besonders für den bekannten schönen Versuch geschickt, durch welchen Faraday nachweist, daß Eisen verbrennlicher ist als Schießpulver. Läßt man in der That ein Gemenge von Schießpulver und *ferrum limatum* in eine auf einem Porzellanteller brennende Weingeistflamme fallen, so verbrennt das Eisen unter lebhaftem Funkenwerfen, und das Schießpulver fällt durch die Flamme auf den Teller, um erst, wenn die Flamme am Erlöschen ist, sich zu entzünden. Schüttet man *ferrum limatum* in einen Ballon, in dem Schwefel siedet, dessen oberer Theil also mit Schwefelgas erfüllt ist, so beobachtet man eine prachtvolle Feuererscheinung, indem der feine Staub an allen Theilen des Glases anhaftet, so daß der ganze Ballon für einen Augenblick lebhaft erglüht. Mischt man 2 Theile Schwefel mit 3 Theilen *ferrum limatum* in einer Probirröhre, so brennt die Mischung, wenn die oberste Schicht zuerst erhitzt wird, rasch in der Röhre nieder, und man hat nach dem Erkalten einen Stab geschmolzenen Eisensulfids. Ein Gemenge von 1 Th. Schwefel, 2 Th. *ferrum limatum* und 3 Th. Salpeter bildet eine Art Eisen-Schießpulver, welches, mit einem glühenden Körper berührt, gerade so, nur mit glänzenderem Lichte abbrennt, wie gewöhnliches Mehlschießpulver.

Auch auf nassem Wege wirkt das fein zertheilte Eisen höchst energisch. Will man in einer Vorlesung die Reduction von Nitrobenzol mit Essigsäure und Eisen zeigen, so nehme man zu diesem Versuche *ferrum limatum*. Die Reaction stellt sich alsdann nach einigen Augenblicken von selbst ein, und das Anilin destillirt ohne Beihülfe äußerer Wärme über. Gilt es, die Entwicklung von Wasserstoff zu constatiren, welche den Uebergang des Cyankaliums in Ferrocyankalium bezeichnet, so wird man ebenfalls mit Vortheil das *ferrum limatum* in Anwendung bringen.

Das fein zertheilte Eisen ist jedenfalls das beste Material, wenn es sich darum handelt, die Bildung der Eisensäure in einer Vorlesung zu zeigen. Ein inniges Gemenge von 1 Th. *ferrum limatum* und 2 Th. Salpeter — ich nehme etwa 20—30 Gramm — werden in einem kleinen Glasballon über einem kräftigen Gasbrenner erhitzt. Nach

einigen Minuten beginnt das Gemenge zu erglühen, und alsbald sprüht eine glänzende Feuergarbe aus der Mündung des Ballons. Die rückständige halb mit dem Glase zusammengeschmolzene Masse besteht zum großen Theile aus Kaliumferrat. Nach dem Erkalten gepulvert und mit Wasser übergossen, liefert sie eine tief rothviolette, fast undurchsichtige Lösung. Es verdient bemerkt zu werden, daß die Masse erst nach dem Erkalten ausgelaugt werden darf. Man ist leicht versucht, um die Operation abzukürzen, den glühenden Ballon in kaltes Wasser zu tauchen. Auf diese Weise wird nur eine äußerst schwach gefärbte Lösung erhalten. Bei weitem der größere Theil der Eisensäure wird zersetzt.

Bei dieser Gelegenheit kann ich mir es nicht versagen, die Erinnerung an einen schönen, die Bildung der Eisensäure betreffenden, für Vorlesungen ganz besonders geeigneten Versuch wieder aufzufrischen, den wir Hrn. Poggen dorff verdanken. Derselbe beobachtete nämlich schon vor nahezu dreißig Jahren die Bildung reichlicher Mengen von Eisensäure, wenn man bei der Elektrolyse einer Lösung von Kalihydrat eine Platte von *Gufseisen* als positive Elektrode benutzt. Ich kann nicht besser thun, als die Worte zu citiren, in denen Hr. Poggen dorff \*) die Erscheinung beschreibt.

„Das Gufseisen hüllt sich sogleich in eine schön weinrothe Atmosphäre ein, die sich in dunklen Wölken durch die ganze Flüssigkeit verbreitet und diese nach kurzer Zeit so tief färbt, daß sie fast schwarz erscheint und die schöne Medocfarbe nur noch an den Rändern beim Durchsehen nach einem hellen Gegenstande erblicken läßt. Auf die Concentration der Kalilauge kommt es hierbei wenig an: sehr schön erhielt ich die Erscheinung bei einer Lösung von 1 Gewichtstheil Kalihydrat in 4 Gewichtstheilen destillirten Wassers.“

Wenn man Platten von der Größe nimmt, wie sie Hr. Poggen dorff anwendet (10 Cent. Höhe auf 2 bis 3 Cent. Breite), so reicht eine Säule von 4 bis 5 Paaren vollkommen aus; da die alkalische Flüssigkeit stark schäumt, so ist es zweckmäßig, die Elektrolyse in einem Glascylinder auszuführen, welcher mit einem Kautschukpfropfen verschlossen ist. Neben den den Kautschuk durchsetzenden Poldräthen ist eine Entbindungsröhre in dem Pfropfen angebracht, durch welche der Schaum austreten kann.

Um die gleichfalls von Hrn. Poggen dorff beobachtete merkwürdige, bis jetzt nicht genügend erklärte Thatsache zu zeigen, daß es nur Gufseisen, nicht Schmiedeeisen ist, welches die Bildung der Eisensäure veranlaßt, braucht man nur eine gufseiserne und schmiedeeiserne Platte als Elektroden zu nehmen und einen Commutator in den Strom einzuschalten. Man läßt den Strom zunächst in der Weise durch die

\*) Poggen dorff, Pogg. Ann. LIV, 373.

Flüssigkeit gehen, daß die schmiedeeiserne Platte die positive, die gußeiserne die negative Elektrode ist; die Wirkung beschränkt sich auf die gewöhnliche Wasserzersetzung. Nun werden mit Hilfe des Commutators die Pole gewechselt, und alsbald beobachtet man eine reichliche Bildung von Eisensäure an der positiven Elektrode von Gußeisen.

### 3. Volumetrische Analyse der Chlorwasserstoffsäure und des Ammoniaks durch Elektrolyse.

Die volumetrische Erforschung der Chlorwasserstoffsäure und des Ammoniaks, wenn sie auf elektrolytischem Wege bewerkstelligt werden soll, bietet ungleich grössere Schwierigkeiten, als die des Wassers. Die Zusammensetzung der beiden erstgenannten Verbindungen wird daher für den Zweck des Unterrichtes nur ausnahmsweise mit Hilfe der Electricität zur Anschauung gebracht. Angaben über ein sicheres Verfahren liegen nicht vor, und so hat denn ein Jeder, der die Erscheinung zeigen will, die Versuche je nach Bedürfnis und nach den Mitteln die ihm zu Gebote stehen, für sich selbst auszuprobiren.

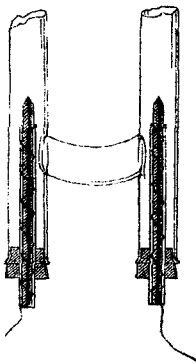
Ich selbst habe es immer bedauert, wenn ich in meinen Vorlesungen über Chlorwasserstoffsäure und Ammoniak zu sprechen hatte, den Zuhörern die Elektrolyse der ersteren Verbindung gar nicht, die der letzteren nur unvollkommen durch den Versuch veranschaulichen zu können. Auch habe ich es an Anläufen nicht fehlen lassen, die aber nicht recht zum Ziele haben führen wollen. Erst in letztverflossener Zeit bin ich zu einigermaßen befriedigenden Ergebnissen gelangt, welche ich mir erlaube, der Gesellschaft mitzutheilen, weniger in der Zuversicht, daß es mir gelungen sei, die Erscheinungen in ihrer vollendeten Form zu fassen, als vielmehr in der Hoffnung, daß Andere durch diese Mittheilung veranlaßt werden möchten, werthvolle Erfahrungen, die von Vielen ohne Zweifel erworben worden sind, zum Gemeingut werden zu lassen.

Versucht man es, die Chlorwasserstoffsäure in dem für die Elektrolyse des Wassers von mir schon früher\*) angegebenen Apparate, welcher wesentlich aus einem Dreischenkelrohre besteht, durch den elektrischen Strom zu zersetzen, so läßt sich in dem ersten Stadium der Operation an dem positiven Pole gar kein Chlor beobachten; es wird in der That von der Flüssigkeit vollkommen absorbiert. Erst nachdem man die Gase bei geöffneten Hähnen so lange hat entweichen lassen, bis die Flüssigkeit in dem Chlorschenkel mit Chlor gesättigt

\*) Hofmann: J. Chem. Soc., 1865, p. 165, und Einleitung in die moderne Chemie, 1866, p. 54.

ist, beginnen Blasen dieses Gases in der Röhre aufzusteigen; aber auch jetzt erhält man nicht gleiche Volume der beiden Elementargase, sondern in der Regel mehr Wasserstoff; einestheils, weil sich ein Theil des Chlors mit der Platin-Elektrode verbindet, anderentheils, weil sich die chlogesättigte Flüssigkeit des Chlorschenkels allmählig in den Wasserstoffschenkel verbreitet, wodurch dem entwickelten Wasserstoffe leicht eine kleine Menge Chlor beigemengt wird. Es empfiehlt sich daher, statt Platin-Polen, Kohle-Elektroden anzuwenden. Als solche dienen zweckmässig die prismatischen oder cylindrischen Spitzen, aus Gaskohle geschnitten, wie sie zur Erzeugung des Flammenbogens beim elektrischen Lichte angewendet werden. Solche Gaskohlestäbchen von 0<sup>m</sup>,005 Dicke und 0<sup>m</sup>,050 Länge werden mit Platindraht umwickelt, und nachdem man den unteren Theil, um die Poren auszufüllen, mit geschmolzenem Wachs getränkt hat, zur Hälfte in etwas weitere, an beiden Enden offene Glasröhrchen eingeschoben. Der Zwischenraum zwischen Kohle und Glas wird mit Wachs oder Schellack verkitet. Diese Glasröhren, aus deren oberen Enden die Kohlecylinder hervorragen, während aus den unteren die Platindrähte heraushängen, werden nun mit durchbohrten Korken umfangen, mittelst deren sie, wie aus der in Fig. 1 gegebenen grösseren Abbildung ersichtlich, in den unten

Fig. 1.



offenen Schenkel des Zersetzungsapparates eingeführt werden. Der Zersetzungsapparat besteht in diesem Falle aus zwei Röhren von 0<sup>m</sup>,46 Länge und 0<sup>m</sup>,015 Durchmesser, oben Glashähne tragend, unten offen zur Aufnahme der Elektroden. Beide Röhren sind endlich etwa 0<sup>m</sup>,03 über den Mündungen durch ein kurzes Verbindungsstück mit einander vereinigt, an welchem ein kugelförmig endigendes Steigrohr angeblasen ist. Der ganze Apparat ist auf einem geeigneten Stativ befestigt, und man hat Sorge getragen, die Glasröhren so hoch in die Röhren einzuschieben, daß die Gaskohle-Elektroden ziemlich beträchtlich über dem Verbindungsrohre der beiden Schenkel stehen. In so construirtem Apparate ist die Absorption des Chlors durch das Material der Elektrode voll-

kommen beseitigt. Um auch die Absorptionsfähigkeit der Flüssigkeit für Chlor zu vermindern, wendet man statt reiner Chlorwasserstoffsäure eine gesättigte Kochsalzlösung an, welche man mit nicht mehr als etwa einem zehntel Volum concentrirter Chlorwasserstoffsäure versetzt. Man könnte einwenden, daß es in diesem Falle nicht mehr die Chlorwasserstoffsäure, sondern das Kochsalz sei, welches zunächst zersetzt werde. Allein denselben Einwurf müßte man auch bei der Elektrolyse des Wassers machen, insofern man ja niemals

reines Wasser, sondern stets verdünnte Schwefelsäure\*) durch den Strom zersetzt. Um schliesslich bei der Elektrolyse der Chlorwasserstoffsäure die Verbreitung des gelösten Chlors bis in den Wasserstoffschmelkel möglichst zu vermeiden, schiebt man in das zwischen beiden Schmelkelröhren angeblasene Verbindungsstück einen Pfropf von Baumwolle ein, welcher allerdings dem Strome einen nicht ganz unbedeutlichen Widerstand entgegenstellt, aber auch die unregelmässigen Bewegungen in der Flüssigkeit fast vollständig aufhebt. Lässt man durch einen so hergerichteten Apparat bei geöffneten Hähnen den von sechs bis acht Zink-Kohle-Elementen erregten Strom etwa eine Stunde lang circuliren, so beobachtet man nach dem Schluß der Hähne, dass sich Wasserstoff und Chlor zu gleichen Volumen entwickeln. Man braucht nun nach Beendigung des Versuches die Gase nur an den Hähnen austreten zu lassen, um sie alsbald an ihren Eigenschaften zu erkennen. Es verdient übrigens bemerkt zu werden, dass für die erfolgreiche Ausführung des beschriebenen Versuches eine gewisse Uebung im Experimentiren immerhin erforderlich ist.

In ganz ähnlicher Weise lässt sich nun unter Beobachtung der geeigneten Vorsichtsmaassregeln auch die volumetrische Elektrolyse des Ammoniaks bewerkstelligen. Es ist bekannt, dass die Lösung des Ammoniaks in Wasser nur langsam durch den elektrischen Strom zerlegt wird, dass man aber die Wirkung durch Zusatz von etwas Salmiak oder Kochsalz beschleunigen kann. Die Erfahrung hat gelehrt, dass eine Mischung von reiner gesättigter Kochsalzlösung mit nicht mehr als etwa einem zehntel Volum stärkster Ammoniakflüssigkeit sich trefflich zu diesem Versuche eignet. Bei Anwendung von Kochsalz wird aber in Folge secundärer Reaction die positive Elektrode, wenn sie aus Platin besteht, ebenfalls stark angegriffen, und es empfiehlt sich daher für die elektrische Zersetzung des Ammoniaks, denselben Apparat mit Gaskohle-Elektroden anzuwenden, dessen man sich für die Zerlegung des Chlorwasserstoffs bedient. Damit der Versuch gelinge, muss man auch jetzt wieder den Strom etwa eine halbe Stunde bei geöffneten Hähnen durch den Apparat gehen lassen. Die in den beiden Schmelkeln befindlichen Flüssigkeitssäulen haben alsdann soviel Gas absorbirt, als sie aufnehmen können; werden jetzt die Hähne geschlossen, so erscheinen für je 1 Volum Stickstoff, welches an dem elektropositiven Pole auftritt, 3 Volume Wasserstoff an dem elektro-negativen Pole. Beim Austreten aus den geöffneten Hähnen werden die beiden Gase schliesslich ohne Schwierigkeit an ihren Eigenschaften erkannt.

---

\*) Nach sehr sorgfältigen Versuchen von Hrn. Prof. Buff in Gießen, die ich vielfältig zu bestätigen Gelegenheit gehabt habe, liefert eine verdünnte Schwefelsäure von dem V. G. 1,1 bei der Elektrolyse den Wasserstoff und Sauerstoff am leichtesten in dem scharfen Volumverhältnisse von 2:1.

Ist man auf diese Weise in den Stand gesetzt, die volumetrische Analyse des Chlorwasserstoffs und des Ammoniaks — ganz ähnlich wie die des Wassers — durch den elektrischen Strom auszuführen, so wird man sich kaum das Vergnügen versagen, die Elektrolyse der drei Verbindungen nochmals gleichzeitig, und zwar durch denselben Strom zu bewerkstelligen. Zu dem Ende sind drei Apparate neben einander aufgepflanzt (Fig. 2); die beiden äußeren Gaskohle-Elektroden führenden, sind mit Chlorwasserstoffsäure und Ammoniak, der mittlere, in dessen Wände Platin-Elektroden eingeschmolzen sind, mit Wasser unter den angegebenen Vorsichtsmaßregeln beschickt. Nun wird der von dem Kohle-Ende der Batterie ausgehende positive Pol mit dem Chlorwasserstoffapparate, der von dem Zink-Ende ausgehende negative Pol mit dem Ammoniakapparat verbunden und weiter Leitungsdrähte zwischen den Chlorwasserstoff- und Wasserapparat einerseits, sowie zwischen diesen letzteren und den Ammoniakapparat andererseits eingeschaltet, indem man die Drähte entweder direct oder der größeren Bequemlichkeit halber mittelst in dem Fuß der Stative eingesetzter isolirter Klemmschrauben mit einander in Berührung bringt. Alsbald setzt sich der Strom in Bewegung, den wir diesmal, um die zahlreichen im Wege liegenden Widerstände zu überwinden, durch eine Batterie von mindestens 12 bis 16 Zink-Kohle-Elementen erregen. Der Versuch zeigt, daß in allen Apparaten dasselbe Volum Wasserstoff an dem negativen Pole auftritt, und daß sich in dem ersten Apparate ein gleiches Volum Chlor, in dem zweiten das halbe Volum Sauerstoff, in dem dritten endlich ein Dritteltheil dieses Volums an Stickstoff entbindet.

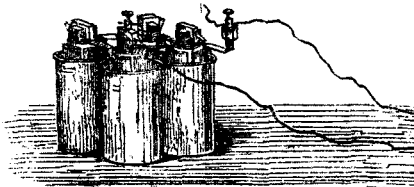
Für solches Ergebniss des Versuches sind wir durch die eingehende Untersuchung der Chlorwasserstoffsäure, des Wassers und des Ammoniaks zur Genüge vorbereitet.

Das Auge ruht gleichwohl mit freudigem Interesse auf diesen Erscheinungen, aus denen uns, zu einem einzigen Bilde vereint, eine ganze Reihe von Gesetzmäßigkeiten entgegentritt, die wir in der Regel nur fragmentarisch und nach einander zu beobachten Gelegenheit haben.

#### 4. Verdichtung des Wasserstoffs und Sauerstoffs beim Uebergang in Wassergas.

Die wichtige Thatsache, daß sich Wasserstoff und Sauerstoff bei der Wassergasbildung auf zwei Dritteltheile ihres Volums zusammenziehen, wird in den Experimental-Vorlesungen in der Regel etwas stiefmütterlich behandelt. Diese Thatsache bildet gleichwohl ein so

Fig. 2.

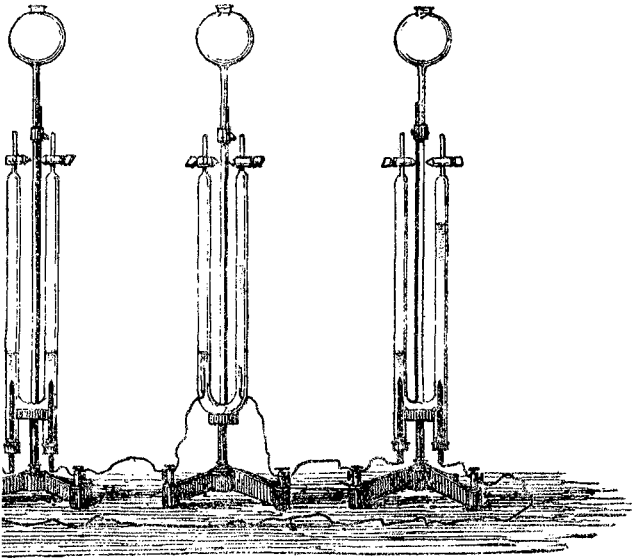




wichtiges Glied in der Kette der Erscheinungen, welche unseren gegenwärtigen Auffassungen zu Grunde liegen, daß ich schon seit langer Zeit gewohnt bin, dieselbe alljährlich meinen Zuhörern im Versuche vorzuführen.

Es kommt bei diesem Versuche zunächst darauf an, das Volum der Mischung von Wasserstoff und Sauerstoff mit dem Volum des gebildeten Wasserdampfes unter Bedingungen zu vergleichen, unter welchen sich der Wasserdampf wie ein wahres Gas verhält. Ich habe diesen Zweck bisher in der Weise zu erreichen gesucht, daß ich die unter dem Druck der Atmosphäre befindlichen Gasvolumen auf den

Fig. 2.

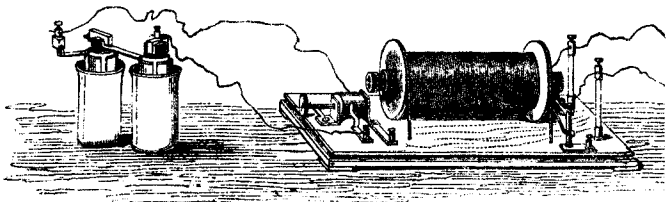


Siedepunkt des Amylalkohols, also weit über die Temperatur erhitzte, bei welcher das Wasser unter gewöhnlichem Luftdruck siedet. Dasselbe Ergebnis läßt sich aber auch bei der Temperatur des siedenden Wassers erzielen, wenn man Sorge trägt, bei einem niedrigeren als dem Atmosphärendrucke zu arbeiten. In diesem Sinne löst man die Aufgabe mit Hilfe des in Fig. 3 abgebildeten Apparates.

Eine etwa 1 Meter lange und 12 bis 15 Millimeter weite Glasröhre ist oben geschlossen und mit Funkendröhren versehen. Von oben nach unten sind drei gleich große Volumne (von etwa 20 Centimeter Länge) auf der Röhre abgemessen, und durch in das Glas ein-

gebrannte schwarze Streifen bezeichnet. Um den größeren Theil dieser Röhre ist mittelst eines Korkes eine zweite, etwas weitere in der Weise befestigt, daß die freien Platin-Enden zugänglich bleiben. Durch den zwischen beiden Röhren gebildeten Zwischenraum kann man den Dampf siedenden Wassers strömen lassen. Die Röhre wird mit Quecksilber gefüllt, in einer vollkommen mit Quecksilber gefüllten Cylinderwanne umgestülpt, und durch einen an einem Stative auf und nieder beweglichen Schraubenarm in verticaler Stellung so befestigt, daß sich die Röhre noch wenigstens um die Höhe eines der abgemessenen Volume in das Quecksilber einsenken lasse. Damit der die Barometeröhre führende Schraubenarm sich möglichst leicht und sicher auf und nieder bewege, ist er mit einem Triebrade versehen, welches in eine an dem Stative angebrachte Zahnstange eingreift. Nach einigen Schwankungen ist das Quecksilber auf der Barometerhöhe zur Ruhe gekommen. Nun lassen wir, während ein stärker Strom von Wasserdampf die Röhre umspült, die elektrolytisch entwickelten Elementargase des Wassers in die Barometerleere steigen, bis die drei abgemessenen Volume von dem Gase erfüllt sind, und bezeichnen den Stand des Quecksilbers durch einen die äußere Röhre federnd umfangenden Metallring, welcher von einem gleichfalls an dem Stative auf und ab beweglichen Arme gehalten wird. Das auf diese Weise aufgesammelte Gasvolum ist demnach bei  $100^{\circ}$  und unter einem Drucke gemessen, welcher um die noch immer in der Röhre schwebende Quecksilbersäule geringer ist, als der Druck der Atmosphäre. Nunmehr schlage der elektrische Funken durch das Gemenge von Wasserstoff und Sauerstoff, indem wir Sorge getragen haben, auf der äußeren Kuppe der Röhre eine Verdichtung von Wasser zu vermeiden, welche der Elektrizität einen unwillkommenen Uebergang hätte bieten können.

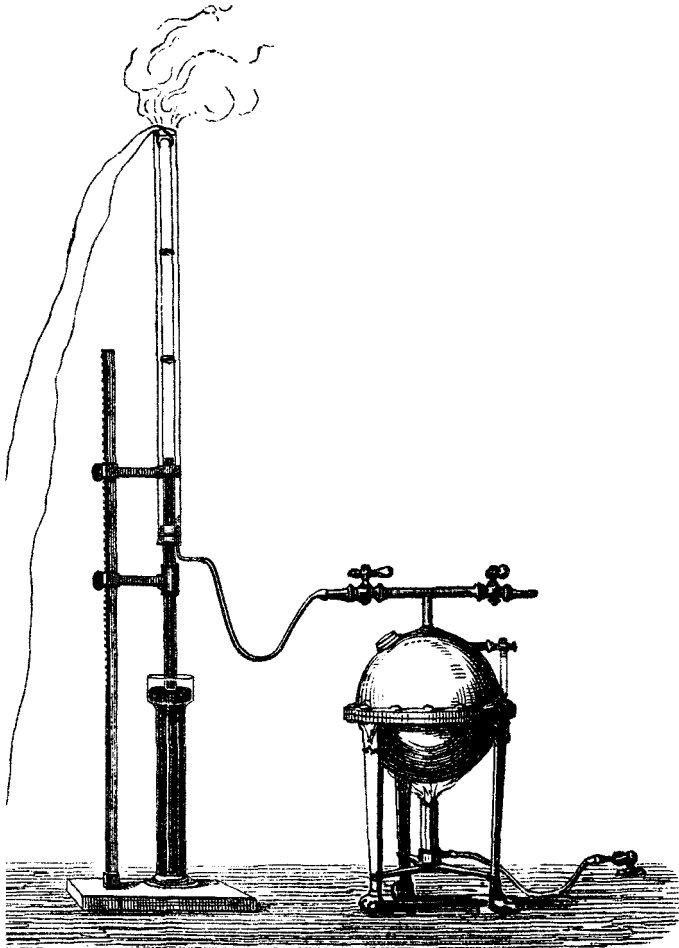
Fig. 3.



Die beiden Gase gehen in Wassergas über, eine Umwandlung, welche trotz des beträchtlichen Gasvolums ohne alle Gefahr erfolgt, da dasselbe einerseits verdünnt ist, andererseits sich aber nur wenig zusammenzieht. Unter den gegebenen Bedingungen behauptet das gebildete Wasser den gasförmigen Zustand, allein das Volum des gebildeten Wassergases ist mit dem ursprünglichen Volume der Elementargase

des Wassers nicht mehr vergleichbar, da wohl die Temperatur dieselbe geblieben ist, der Druck aber um die über dem Metallringe aufgestiegene Quecksilbersäule sich vermindert hat. Nichts ist aber leichter,

Fig. 3.



als auch den ursprünglichen Druck wieder herzustellen. Zu dem Ende senken wir die Röhre in die Cylinderwanne, wobei etwas Quecksilber überfließt, bis die Kuppe der Quecksilbersäule wieder wie zu Anfang des Versuches mit dem unverrückt gebliebenen Metallringe gleichsteht. Dies ist aber genau in dem Augenblicke der Fall, in welchem das Niveau des Quecksilbers an dem zweiten Theilstriche der Röhre an

gelangt ist, und wir erfahren auf diese Weise, daß sich die Elementargase bei der Wasserbildung von drei Volumen auf zwei Volume zusammengesogen haben.

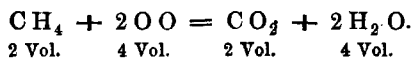
Das Ergebnis des Versuchs ist in hohem Grade befriedigend, obwohl ein kleiner Fehler durch den Umstand herbeigeführt wird, daß am Schlusse des Versuchs ein größerer Theil der schwebenden Quecksilbersäule der Temperatur des siedenden Wassers ausgesetzt ist, als am Anfange desselben.

Wenn bei dem beschriebenen Versuche die äußere Glashülle nur wenig über die Wölbung des Eudiometers hervorragt oder der Dampfstrom momentan nachgelassen hat, so beobachtet man stets, daß das gebildete Wassergas weniger, und oft wesentlich weniger, als zwei Volume einnimmt. Dies rührt von in den oberen Theil der Siedehülle eindringender kalter Luft her, welche die Temperatur der oberen Gasschichten unter 100° herabstimmt. Interessant ist es alsdann, die Wirkung zu beobachten, welche ein auf die Mündung der Hülle gelegter Baumwollenpfropf hervorbringt. Augenblicklich beginnt die Wassergassäule sich auszudehnen, um sich schleunigst genau bei zwei Volumen einzustellen, welche sich jetzt, selbst wenn der Pfropf entfernt wird, längere Zeit hindurch constant erhalten.

## 5. Vorlesungsanalyse des Grubengases und des ölbildenden Gases.

Der im vorigen Abschnitt beschriebene Apparat, obwohl zunächst zur Ermittlung der Verdichtung der Elementargase im Wassergas bestimmt, läßt sich gleichwohl auch für andere sehr nützliche Vorlesungszwecke verwerten.

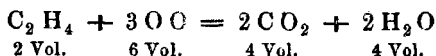
Es handle sich zunächst um die eudiometrische Analyse des Grubengases, welche für die gegenwärtige Auffassung der organischen Chemie von so fundamentaler Bedeutung ist, daß sie wohl in keiner Vorlesung mehr unausgeführt bleiben dürfte. Um die Zusammensetzung des Grubengases zu constatiren, führen wir eine Mischung von 1 Vol. Grubengas mit 2 Vol. Sauerstoff in die Barometerleere, bis das Quecksilber mit dem dritten Theile der Röhre gleichsteht. Wenn man jetzt die Röhre von dem Dampfe siedenden Wassers umspülen läßt, so erleidet das Gas noch eine erhebliche Ausdehnung, welche man durch einen über die Siedehülle geschlungenen Kautschukring vermerkt. Nun schlage der elektrische Funken durch die Mischung, und alsbald beobachten wir, daß sich das Quecksilber nach einigen Schwankungen wieder auf derselben Höhe einstellt, welche es vor der Verpuffung einnahm.



Läßt man nun den Apparat erkalten, was durch Entfernung der

Siedehülle beschleunigt wird, so steigt das Quecksilber, weil sich das Wassergas verdichtet. Die Röhre wird daher in die Cylinderwanne gesenkt, bis sich die ursprüngliche Drucksäule wiederhergestellt hat. Wir beobachten alsdann, daß der Stand des Quecksilbers nahezu mit dem ersten Theilstriche coincidirt. Allein das Volum der gebildeten Kohlensäure erscheint gleichwohl etwas größer als das Volum des verbrannten Grubengases, weil der der Kohlensäure beigemengte Wasserdampf auch noch bei gewöhnlicher Temperatur einen nicht unerheblichen Druck ausübt. Erst nachdem man eine schwefelsäuregetränkte Bimsteinkugel in der Röhre hat aufsteigen lassen, wird die Kohlensäure trocken, und nun zeigt sich in der That, daß das Volum der gebildeten Kohlensäure genau gleich ist dem Volum des verbrannten Grubengases. Es ist begreiflich durchaus nöthig, möglichst reines Grubengas für den Versuch anzuwenden. Die Darstellung eines solchen aus Natriumacetat und Natronkalk ist aber keineswegs eine leichte Aufgabe. Dem Gase ist in der Regel Acetondampf und ölbildendes Gas beigemengt. Es empfiehlt sich daher, das Gas, ehe man es in das Eudiometer einführt, durch Schwefelsäure, durch Bromwasser und schließlich über Kalihydrat streichen zu lassen.

In ganz ähnlicher Weise und mit womöglich noch größerer Leichtigkeit läßt sich die Vorlesungsanalyse des ölbildenden Gases bewerkstelligen. Diesmal füllen wir 4 abgemessene Volume der Barometeröhre mit einer Mischung von 1 Vol. Aethylen mit 3 Vol. Sauerstoff. Nachdem die durch den Dampf des siedenden Wassers bewirkte Ausdehnung markirt worden ist, wird die Mischung durch den elektrischen Funken explodirt, und auch diesmal wieder zeigt es sich, daß sich das Gasvolum weder vermehrt, noch vermindert hat.



Nach dem Erkalten des Apparates, nach der Absorption des Wasserdampfes durch eine Schwefelsäure-Bimsteinkugel und nach Herstellung des ursprünglichen Drucks bleibt ein Kohlensäurevolum, welches halb so groß ist als das Volum der eingeführten Mischung oder doppelt so groß als das anfänglich in dem Eudiometer befindliche Aethylenvolum. Man erhält ein für diesen Versuch hinreichend reines Aethylen, wenn man das aus einer Mischung von 1 Vol. starken Weingeistes und 3 Vol. concentrirter Schwefelsäure entwickelte Gas zunächst durch eine Woulff'sche Flasche mit concentrirter Schwefelsäure, um den Aetherdampf zu fixiren, und dann durch zwei Woulff'sche Flaschen mit Natronlauge, um schweflige Säure zurückzuhalten, streichen läßt und das Gas erst dann in einem Glasgasometer aufammelt, wenn es von Bromwasser vollständig absorbirt wird.

Was das Mischen der Gase mit Sauerstoff vor dem Einbringen

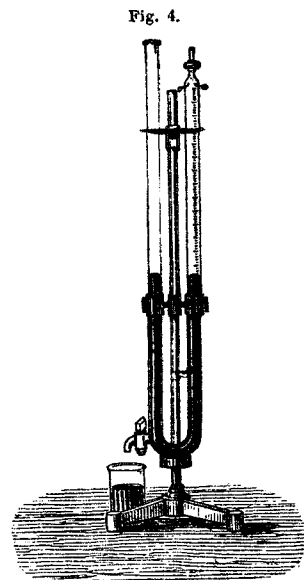
in das Eudiometer anlangt, so bediene ich mich zu dem Ende einer mit einem Hahne versehenen U-Röhre, über welche sich in dem folgenden Abschnitte (vergl. No. 6.) nähere Angaben finden.

### 6. Vorlesungs-Eudiometer.

Wenn man in einer Vorlesung mit Erfolg eudiometrische Versuche anstellen will, so muß der Apparat so hergerichtet sein, daß die in den verschiedenen Phasen des Processes auftretenden Gasvolumen direct mit einander vergleichbar sind, ohne daß man Reductionen wegen Druck- und Temperaturveränderungen vorzunehmen hat.

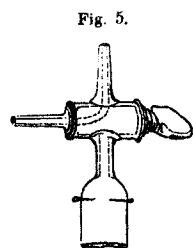
Diesen Bedingungen genügt das gewöhnliche U-Eudiometer, wenn man dasselbe mit zwei Glashähnen versieht, von denen der eine etwa 1 Centimeter über dem Buge angebracht ist, während der andere den Schenkel mit den Funkendrähnen abschließt. Der Apparat, dessen ich mich bediene, ist in Fig. 4 abgebildet.

Die U-Röhre hat eine Höhe von etwa 60 Centimeter und die Weite eines gewöhnlichen Eudiometers; der Bug ruht auf einem metallgefästen Korksupport, der sich an einem verticalen Metallstativ auf- und niederschrauben läßt. Dasselbe Stativ trägt einen gleichfalls auf- und niederschiebbaaren Doppelarm mit korkgefüllten Klemmschrauben, welche, die beiden Schenkel umfassend, die U-Röhre in verticaler Stellung halten. An dem nämlichen Stative bewegt sich schließlich eine Hülse mit horizontalem Arme, welcher, an den Eudiometerröhren



auf- und niedergleitend, in jedem Augenblick erkennen läßt, ob das Quecksilber in beiden Schenkeln im Niveau steht. Was endlich den

Hahn anlangt, welcher unmittelbar über den Funkendrähnen den einen Schenkel zum Schlusse bringt, so bildet der Stift desselben eine Röhre (Fig. 5), welche der Handhabe gegenüber offen ist, außerdem aber in der Längsachse des Eudiometerschenkels nach der einen Seite hin rechtwinklig angebohrt ist, so daß ein in die Röhre des Stiftes eingeführter Gasstrom, je nach der Stellung des Hahns in das Eudiometer eintritt, oder aber seinen Weg durch die obere Spitze



des Hahns in die Atmosphäre findet. Diese Einrichtung hat den Vortheil, daß man das in das Eudiometer einzubringende Gas längere Zeit durch den Hahn leiten und somit jede Spur von Luft austreiben kann. Läßt man das Gas bei mäÙsig geöffnetem Hahn des Entwicklungsapparates langsam durch den Eudiometerhahn in die Röhre eintreten, so kann man bei einiger Uebung das Quecksilber in demselben Mafse aus dem Ablaufhahn ausfließen lassen, so daß sich also der Druck gar nicht ändert. Es gelingt auf diese Weise zwei Gase in einfachen übersichtlichen Verhältnissen mit einander zu mischen, und der Apparat empfiehlt sich daher für alle Versuche, in denen es sich darum handelt, zwei Gase für irgend welche Zwecke genau zu mischen (vergl. No. 5, S. 248). Die Verpuffung geschieht bei vermindertem Druck. Es empfiehlt sich, vor dem Ablassen des Quecksilbers, auf den offenen Schenkel einen gut schließenden Kork aufzusetzen, um auch das in dem oberen Theile dieses Schenkels befindliche Luftvolum zu verdünnen. Die Verpuffung erfolgt alsdann ohne allen Stofs. Der Kork muß indessen mit Vorsicht abgenommen werden, damit nicht bei der plötzlichen Herstellung des Gleichgewichts etwas Luft in das Eudiometer geschleudert werde. Man kann deshalb auch zweckmäÙsig in den Kork eine kleine, mit einem Hahne versehene, unten zu einer feinen Spitze ausgezogene Kugelhöhre einsetzen, welche mit Quecksilber gefüllt ist. Oeffnet man nach der Explosion den Hahn, so drückt die Atmosphäre das Quecksilber in dünnem Strahle in die Röhre, bis es in beiden Schenkeln sich ins Gleichgewicht gestellt hat.

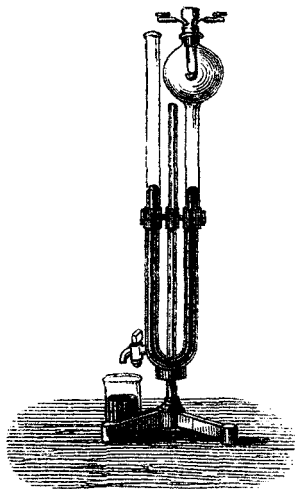
#### 7. Gleichvolumigkeit des Sauerstoffs und der aus ihm gebildeten Kohlensäure und schwefligen Säure.

Die wichtige Thatsache, daß der Sauerstoff beim Uebergang in Kohlensäure und schweflige Säure sein Volum nicht ändert, pflegte man früher in der Art zu zeigen, daß man den Sauerstoff in einem Kolben über Quecksilber absperrte, Kohle oder Schwefel an einem Drahte durch das Quecksilber hindurch einführte und dieselben mittelst eines Brennglases entzündete.

Der Versuch kann indessen weit einfacher ausgeführt werden, wenn man die Entzündung mittelst des elektrischen Stromes bewerkstelligt, und zwar läßt sich auch hier wieder die vielfach erprobte U-Röhre mit dem Ablaufhahn verwerthen. Der Apparat (Fig. 6) gleicht dem Vorlesungseudiometer (Fig. 4), nur ist statt des Hahns eine starke Glaskugel von 10 Cent. Durchmesser angeblasen, auf welcher eine durch eingeschliflenen Stöpsel verschließbare Mündung aufsitzt. Auch braucht die U-Röhre für diesen Zweck nicht ganz so hoch zu sein; eine Höhe von 50 Cent. genügt. Der Glasstöpsel ist doppelt durchbohrt, und in die beiden Durchbohrungen sind zwei starke Kupferdräthe eingekittet, deren obere Enden mit Klemmschrauben zur Aufnahme

der Poldr the einer Säule versehen sind. Am unteren Ende trägt der eine Kupferdrath einen gewöhnlichen Verbrennungsl ffel, der andere,

Fig. 6.



etwas kürzere einen feinen Platindrath, welcher mit dem Löffel in der Art verbunden ist, daß er, was immer in dem Löffel liege, berührt. Sobald die U-Röhre mit Quecksilber gef llt ist, wird die Luft durch einen starken Sauerstoffstrom aus der Kugel verdrängt, die Kohle oder der Schwefel auf den Löffel gelegt und der Stöpsel in die Kugel eingedrückt. Bei Anwendung von Schwefel empfiehlt es sich, den kupfernen Löffel durch Eintauchen in einen dünnen Gypsbrei gegen den Angriff des Schwefels zu sch tzen, nur muß man Sorge tragen, daß die metallische Leitung nicht gestört werde. Es bleibt jetzt nur noch übrig, das Quecksilber in beiden Schenkeln in's Niveau zu stellen und das Volum des Sauerstoffs durch einen Kautschukring zu bezeichnen.

Die Kohle oder der Schwefel könnte nunmehr entzündet werden, indem man den feinen Platindrath durch den von 3 bis 4 Zink Kohle-Elementen erzeugten Strom zum Glühen brächte, allein man würde Gefahr laufen, die Kugel durch die mit der lebhaftesten Verbrennung verbundene Ausdehnung des Sauerstoffs zu sprengen, jedenfalls den Stöpsel durch den Druck der in dem offenen Schenkel sich aufstauenden Quecksilbersäule aus der Kugel herauszudrücken. Dem lässt sich indessen leicht vorbeugen, wenn man durch Ablassen des Quecksilbers vor dem Versuche den Druck des Gases auf etwa zwei Drittel Atmosphäre reducirt. Nach der Verbrennung der Kohle oder des Schwefels ist es nur noch nöthig, den Apparat auf die ursprüngliche Temperatur abkühlen zu lassen und durch Eingießen von Quecksilber auch den anfänglichen Druck wiederherzustellen, um zu constatiren, daß die gebildete Kohlensäure, beziehungsweise schweflige Säure, dasselbe Volum einnimmt, wie der Sauerstoff, aus dem sie gebildet wurden.

### 8. Oxydation des Ammoniaks.

Jedermann kennt den schönen Versuch, eine glühende Platinspirale in eine luftgefüllte Flasche zu senken, deren Boden mit concentrirter Ammoniakflüssigkeit bedeckt ist. Es bilden sich weiße Nebel aus Ammonium-Nitrit und Nitrat bestehend.

Noch viel eindringlicher lässt sich der Versuch in folgender Weise



anstellen. In die Mitte einer etwa 50 bis 60 Centimeter langen Verbrennungsröhre wird eine 4 bis 5 Centimeter lange Schicht platinirten Asbests geschoben. Auf der einen Seite befindet sich eine Rolle von blauem, auf der andern von geröthetem Lackmuspapier. Die letzterer entsprechende Mündung der Röhre steht mit einem kleinen Ballon in Verbindung, welcher Ammoniakflüssigkeit enthält; die entgegengesetzte Mündung mit einer knieförmig gebogenen Entbindungsröhre, welche in einen luftgefüllten Kolben niedergeht. Der platinirte Asbest wird nunmehr durch einen starken Brenner zum Glühen gebracht und mit dem Munde ein langsamer Luftstrom durch das flüssige Ammoniak in die Verbrennungsröhre geblasen. Als bald wird der geröthete Lackmussstreifen gebläut, und das auf der anderen Seite liegende blaue Lackmuspapier geröthet. Gleichzeitig legt sich an der kalten Stelle der Röhre hinter dem glühenden Platin ein breiter weißer Ring von Ammonium-Nitrit und Nitrat an, und der vorgelegte Kolben erfüllt sich in kürzester Frist mit rothen Dämpfen. Läßt man das Gas durch eine Auflösung von Eisenvitriol streichen, der man ein paar Tropfen Schwefelsäure zugesetzt hat, so nimmt die Flüssigkeit schnell eine schwarze Farbe an. Eine mit Stärkekleister versetzte farblose Lösung von Kaliumjodid färbt sich in Berührung mit dem Gase augenblicklich blau, eine blaue Lösung von Indigo-Schwefelsäure in concentrirter Schwefelsäure, die man gelinde erwärmt hat, entfärbt sich nach einigen Augenblicken.

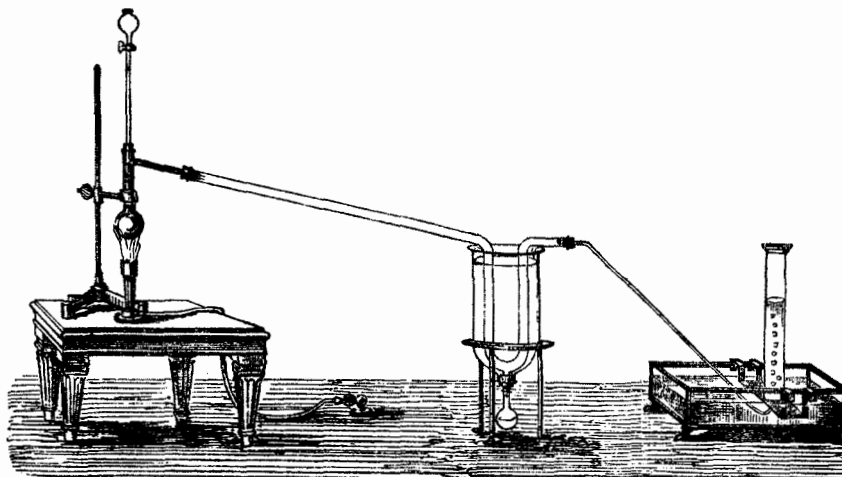
### 9. Sauerstoffentwicklung aus Salpetersäure und Schwefelsäure.

Ein wichtiger Versuch, in dem sich der Charakter der Salpetersäure spiegelt, ist die Prüfung ihres Verhaltens unter dem Einfluß hoher Temperatur, durch welche sie in niedrigere Oxydationsstufen des Stickstoffs verwandelt wird, während Sauerstoff entweicht. Man pflegt die Erscheinung in der Art zu zeigen, daß man die Dämpfe von Salpetersäure durch eine erhitzte Glasröhre strömen läßt, deren vorderer V-förmig gebogener Theil kalt gehalten wird, um die gebildeten rothen Dämpfe nebst unzersetzter Salpetersäure zu verdichten, während der Sauerstoff aus einem an der Röhre befestigten Entwicklungsrohr entweicht und über Wasser aufgesammelt wird. Diese Form des Versuches ist, weil die Röhren gar zu leicht springen, immer mißlich.

Ungleich leichter und sicherer läßt sich diese Erscheinung in einem kleinen, grobgepulverten, Bimstein enthaltenden Platinkolben, dessen Hals mit einer Abzugsröhre versehen ist, zur Anschauung bringen (Fig. 7). In diesen Hals ist mittelst Gyps eine gläserne, nicht ganz bis auf den Boden reichende Tropfröhre eingekittet, deren Kugel durch einen Hahn abgeschlossen werden kann. Korke oder Kautschukpfropfen müssen natürlich bei diesem Versuche vollständig vermieden werden, da sie von der Salpetersäure augenblicklich zerstört werden. Die

Abzugsröhre des Kolbens ist mit einer U-Röhre in Verbindung, welche, mit Ausnahme der an dem Buge angeblasenen Spitze, von kaltem Wasser umgeben ist. An dem anderen Ende der U-Röhre ist ein

Fig. 7.



Entbindungsrohr befestigt, welches in eine Wasserwanne mündet. Unter dem Platinkolben steht ein kräftiger Gasbrenner. Wenn das Platin hellrothglühend geworden ist, läßt man Salpetersäurehydrat, erhalten durch Destillation von gleichen Gewichtstheilen Salpeter und Schwefelsäurehydrat — und damit sie das Platin nicht angreife, begreiflich vollkommen chlorwasserstoffsäurefrei — tropfenweise aus der Kugel in den Kolben fließen; alsbald entwickeln sich rothe Dämpfe, welche zu einer braunen, aus der Spitze in ein Sammelkölbchen nieder-rinnenden Flüssigkeit verdichtet werden. Gleichzeitig treten aus dem Entbindungsrohr farblose Gasblasen aus, welche man über Wasser auffängt und ohne Schwierigkeit als Sauerstoff erkennt.

Dasselbe Platinkölbchen, welches zur Zersetzung der Salpetersäure dient, läßt sich auch mit Vortheil gebrauchen, um die Spaltung der Schwefelsäure durch die Wärme in schweflige Säure und Sauerstoff zu zeigen. Bekanntlich hat Hr. Deville die Verwerthung dieser Zersetzung der Schwefelsäure für die Darstellung des Sauerstoffs im Großen vorgeschlagen.

### 10. Flammenversuche.

Das sogenannte Straminpapier (*papier canevas*), welches von unapren Damen zu so mannigfaltigen eleganten Arbeiten verwendet wird, läßt sich auch für manche Versuche mit Nutzen verwerthen. Legt man

ein Stück dieses Papiers auf die zum Schutz mit einem dünnen Kupferblech umwundene Mündung des Glasschornsteins eines Argand-Gasbrenners, von dem die Luft unten möglichst abgeschlossen ist, so strömt das Gas durch die Stichlöcher des Papiers, wie durch die Maschen eines Drathgewebes, und läßt sich über dem Papier entzünden. Gleichzeitig fängt aber auch das Papier an zu brennen und ist in kürzester Frist bis auf eine kreisrunde weiße Scheibe, die sich im Innern der Flamme befindet, vollkommen verzehrt. Will man die Structur der Flamme noch auffallender demonstrieren, so gießt man auf den mittleren Theil des Straminpapiers etwas Schiefspulver und legt darauf ein halbes Dutzend Streichhölzer, deren Zündmasse das Pulver berührt. Wenn man das Gas einige Augenblicke ausströmen läßt, so kann es von oben herab entzündet werden, ohne daß sich die Entzündung dem Pulver oder den Streichhölzern mittheilt. Auch jetzt brennt wieder das Papier und die Stiele der Streichhölzer bis an den Rand der Flamme ab, und erst, wenn man das Gas abdreht, so daß die Verbrennungslinie der Flamme allmählig mit den brennbaren Stoffen zusammenfällt, entzünden sich diese Stoffe. Mit einiger Uebung gelingt es sogar, die Streichhölzerköpfe noch nachträglich, wenn sich der Flammenmantel um das Schiefspulver bereits gebildet hat, durch die Umsäumung der Flamme hindurch mit dem Pulver in Berührung zu bringen.

Befestigt man auf dem Straminpapier einen gewöhnlichen weißen Carton, in der Art, daß seine Ebene rechtwinklicht zu der des Straminpapiers steht, so erhält man, wenn das durch die Oeffnungen des Straminpapiers strömende Gas entzündet wird, nunmehr in dem unversehrt bleibenden Theile des Cartons einen verticalen Durchschnitt der Flamme, gerade so, wie uns die unverbrannte Scheibe des Straminpapiers den horizontalen Schnitt der Flamme zeigt.

Um einige dieser Erscheinungen zu beobachten, bedarf es nicht einmal eines Brenners mit einem Glasschornstein. Man braucht nur einen Bunsen'schen Brenner mit Straminpapier zu bedecken und das durchströmende Gas zu entzünden. Der Effect des Versuches läßt sich auch hier noch erhöhen wenn man ein Streichholz in der Weise durch das Straminpapier steckt, daß der Kopf etwa 1 Centim. über dem Straminpapier hervorragt.

Um die Reductionskraft des inneren Theiles der gewöhnlichen Bunsen'schen Flamme zu zeigen, bringt man eine Spirale von Kupferdraht, welche man mit einer Zange führt, in der Flamme zum Glühen. Wird die Kupferspirale aus der Flamme herausgehoben, so daß sie im glühenden Zustande mit der Luft in Berührung kommt, so wird sie geschwärzt, indem sich ihre Oberfläche mit Kupferoxyd überzieht. Senkt man dagegen die glühende Spirale, so daß sie sich in dem in der Brennröhre aufsteigenden Gasstrom abkühlt, so zeigt sie sich beim raschen Herausnehmen vollkommen metallglänzend.

Noch mag hier flüchtig eines Versuches gedacht werden, der mir, was die Natur der Flamme anlangt, besonders lehrreich erscheint. In der Oeffnung eines Argand-Gasbrenners sitzt ein Metallrohr, welches unten durch einen Kork verschlossen ist. Ueber dem Argandbrenner ist ein Glasschornstein so befestigt, daß unten keine Luft zu dem Gase treten kann. Entzündet man das aus dem Argandbrenner ausströmende Gas, so steigt die Flamme wegen Mangels an Luft rasch an die Mündung des Glasschornsteins, wo sie unter ziemlich starker Lichtentwicklung ruhig fortbrennt. Nunmehr wird der in der unteren Mündung der Metallröhre sitzende Kork entfernt. Alsbald tritt Luft in den gaserfüllten Cylinder, und die erste Wirkung ist, daß sich momentan eine hohe leuchtende Flamme über dem Glasschornstein erhebt. Aber schnell hat sich der Luftstrom mit dem Gase gemischt, und die Flamme brennt wieder wie zuvor, nur hat sie ihre Leuchtkraft fast vollkommen eingebüßt. Führt man nunmehr einen brennenden Wachsfaden durch die untere Mündung der Röhre in den Glasylinder, so entzündet sich das Gas an der Stelle wo der Luftstrom eintritt, und es entsteht an der oberen Mündung der Röhre eine zweite, lichtlose Flamme, in welcher die Brennbedingungen der gewöhnlichen Flamme gerade umgekehrt sind, insofern die Luftzufuhr von Innen, die Gaszufuhr von Außen stattfindet.

Um die Erscheinung auf größere Entfernungen sichtbar zu machen, setzt man zweckmäßig auf die obere Mündung der Röhre einen kochsalzgetränkten Gaskohlering. Beide Flammen zeigen alsdann nach einigen Augenblicken die wohlbekannte gelbe Färbung.

Man kann auch durch die untere Mündung der Röhre, wenn die innere Flamme auf Kosten des aufsteigenden Luftstromes bereits brennt, mittelst einer Glasröhre einen langsamen Sauerstoffstrom einführen; augenblicklich gestaltet sich an der Mündung der Röhre eine Flamme, welche, obwohl klein, gleichwohl weithin sichtbar ist, und die Verbrennung des Sauerstoffs im Leuchtgase in einfachster Form darstellt.

### 11. Vorlesungsthermoskop.

Ich bediene mich in meinen Vorlesungen seit vielen Jahren zur Demonstration mässiiger Wärmewirkungen eines Verfahrens, das so einfach ist, daß es ohne Zweifel auch von Andern bereits vielfach angewendet worden sein dürfte. Ich habe es gleichwohl nirgends beschrieben gefunden. Es besteht darin, etwas Aether in eine Glasröhre zu gießen und die Röhre in das Gefäß zu stellen, in welchem durch irgend welche chemische Arbeit Wärme entwickelt wird. Der Aether geräth ins Sieden und sein Dampf läßt sich entzünden und brennt mit weithin sichtbarer Flamme. Damit der Aether regelmässiig koche, ist es zweckmäßig eine Metallspirale in die Röhre zu werfen.

Schichtet man in einem Becherglase concentrirte Schwefelsäure und Wasser und mischt alsdann die beiden Flüssigkeiten mittelst der

Aetherröhre, so schlägt, wenn man mit einigermaassen erheblichen Mengen arbeitet, eine Flamme von halber Meterhöhe aus der Röhre empor.

In letzter Zeit habe ich mich mehrfach dieses Verfahrens bedient, um das Freiwerden von Wärme bei dem Erstarren einer übersättigten Lösung von Natrium-Acetat zu constatiren. Hr. R. Böttger hat, wenn ich nicht irre auf der Frankfurter Naturforscher-Versammlung, gezeigt, daß sich dieses Salz ganz besonders eignet, um die Bildung übersättigter Lösungen im Versuche zur Anschauung zu bringen, auch bereits auf die kräftige Wärmeentwicklung aufmerksam gemacht, welche das Erstarren des Salzes begleitet. Man hat in der That nur das reine, im Handel vorkommende krystallisirte Salz in seinem Krystallwasser (3 Mol.) zu schmelzen und es vorsichtig erkalten zu lassen, um durch Einwerfen eines Krystalles die Masse alsbald zum Erstarren zu bringen. Wenn man den Versuch etwas im Großen anstellt, also mit etwa 1 Kilogr. Natrium-Acetat arbeitet, so erhält man eine prächtige Aetherflamme. Man taucht, nachdem der in Leinwand gefüllte Baumwollenpfropf aus dem Halse der Flasche herausgezogen worden ist, zunächst das vollkommen gereinigte Aetherrohr in die Flüssigkeit, welche ihren Zustand nicht änderte; eine Gasflamme, welche der Mündung der Aetherröhre genähert wird, bewirkt keine Entzündung. Nun wird die Aetherröhre herausgehoben, in grob gepulvertes Natrium-Acetat eingedrückt und mit den anhängenden Krystallen von Neuem in die übersättigte Flüssigkeit rasch eingetaucht, damit die schnell sich bildende Krystallmasse das Eindringen der Röhre bis auf den Boden nicht hindere. Schon nach einigen Augenblicken fängt der Aether an zu sieden, und sein Dampf läßt sich nunmehr an der Mündung zu einer lang gestreckten Flamme entzünden. Noch auffallender gestaltet sich der Versuch, wenn man statt des Glasrohrs eine gut leitende Silberöhre anwendet, welche sich schnell bis zur Mündung erwärmt. Ich bediene mich in der Regel der Silberöhre, in der organische Chlor- und Jodverbindungen behufs der Analyse mit Kalk geglüht werden.

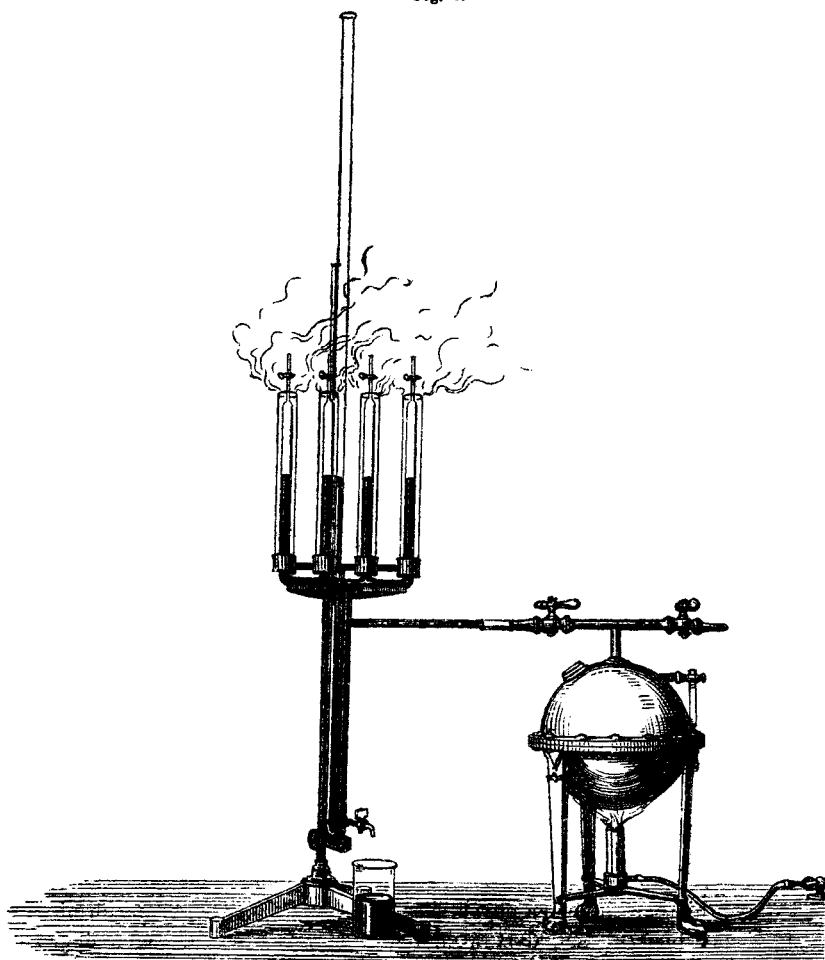
## 12. Vergleichung des Volums verschiedener Gase unter denselben Veränderungen der Temperatur und des Druckes.

Kenntniß der einfachen physikalischen Gesetze, welche die gasförmigen Körper beherrschen, darf wohl bei Jedem, der Vorlesungen über Chemie hört, vorausgesetzt werden. Bei der großen Wichtigkeit, welche das gleichartige Verhalten der einfachen und zusammengesetzten Gase unter dem Einflusse von Temperatur und Druckveränderungen für die Entwicklung der gegenwärtigen Molecularauffassungen besitzt, ist es gleichwohl rathsam, die Thatsache dem Lernenden nochmals in einem einfachen Versuche vor Augen zu führen.

Ein nicht allzu complicirter Apparat (Fig. 8) gestattet die Anstellung eines solchen Versuches.

Auf einem geeigneten Stative ist ein U-Rohr von Glas mit Schenkeln von sehr ungleicher Länge befestigt. Der lange Schenkel ist oben offen und erweitert sich zu einer trichterförmigen Mündung;

Fig. 8.



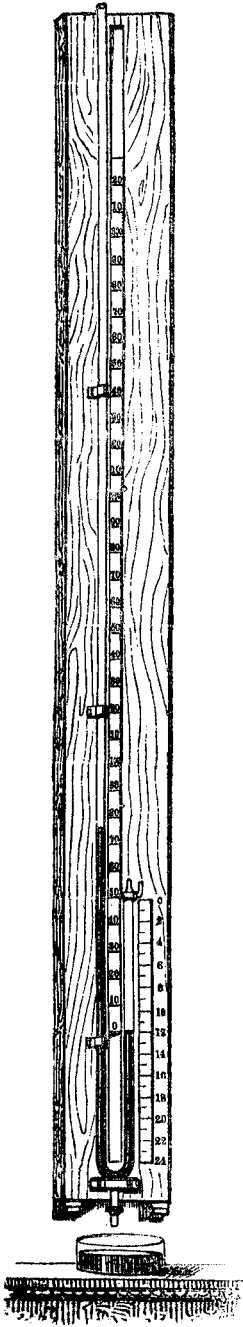
der kurze Schenkel trägt einen horizontalen Glasarm und aus diesem steigen vier verticale Zweigröhren auf, deren obere Enden durch Glas-  
hähne geschlossen sind; diese vier Glasröhren sind außerdem mit  
oben offenen, unten in federnden Metallhülsen einsitzenden Glascylin-

dem umgeben; diese Metallhülsen communiciren mit einer horizontalen Metallröhre, die ihrerseits wieder mit einem kleinen Dampfkessel in Verbindung steht. Ferner befindet sich an dem unteren Theile des Apparates noch ein Glashahn, welcher Füllung sowohl als Entleerung desselben wesentlich erleichtert. Der ganze Apparat ist mit Quecksilber gefüllt. Um die Gase, welche verglichen werden sollen — ich nehme in der Regel Wasserstoff und Sauerstoff als Repräsentanten einfacher, Chlorwasserstoff und Ammoniak als Repräsentanten zusammengesetzter Gase — in die für sie bestimmten Röhren einzubringen, werden die Spitzen der letzteren mit den betreffenden Gasentwicklungsapparaten durch Kautschukschläuche in Verbindung gesetzt, und nach dem Oeffnen der Hähne das Quecksilber aus dem am unteren Theile des Apparates angebrachten Glashahn abgelassen. Durch geeignete Handhabung der Hähne gelingt es, die vier Röhren etwa zur Hälfte mit gleichen Mengen der zu untersuchenden Gase zu füllen, deren Volum wir durch Kautschukringe bezeichnen können. Wird jetzt der Dampf siedenden Wassers durch die vier Glasröhren umgebenden Glaszylinder geleitet, so beobachten wir, daß sich die vier Gase genau in demselben Maße ausdehnen und, sobald man den Apparat erkalten läßt, auch wieder zusammenziehen.

Wenn man sich erinnert, daß das jeweilige Volum eines Gases das Ergebnis der Wechselwirkung der Wärmekraft und des von Außen geübten mechanischen Druckes ist, welche sich mit einander ins Gleichgewicht gesetzt haben, so folgt schon aus der Gleichheit der Volumveränderung sämtlicher Gase bei demselben Temperaturwechsel, daß dieselbe Veränderung des Druckes das Volum aller Gase in gleicher Weise beeinflussen müsse. Daß dem in der That so sei, läßt sich mit Hilfe des beschriebenen Apparates ohne Schwierigkeit veranschaulichen. Der auf unseren vier Gasen, dem Wasserstoff und Sauerstoff, sowie dem Chlorwasserstoff und Ammoniak, lastende Druck ist, da das Quecksilber in den vier Zweigröhren und dem langen Schenkel im Niveau steht, das Gewicht der auf dem Quecksilberspiegel in der offenen Röhre ruhenden Luftsäule. Wird jetzt noch mehr Quecksilber in die lange Röhre gegossen, so übt die sich aufstauende Säule auf die in den Zweigröhren enthaltenen Gasvolumen denselben vermehrten Druck aus, und wir ersehen aus dem gleichmäßigen Steigen des Metalles in diesen Röhren, daß die vier Gase dieselbe Volumverminderung erleiden. Läßt man andererseits das Quecksilber aus dem unteren Hahne abfließen, so zeigt es sich, daß die Gase unter dem für alle gleichmäßig verminderten Druck zu ihrem ursprünglichen Volum und wenn noch mehr Quecksilber abgelassen worden war, auch noch darüber hinaus genau in derselben Weise ausgedehnt werden.

Die an den vier Zweigröhren angebrachten Hähne dienen nicht nur zur bequemen Füllung der Röhren mit den betreffenden Gasen,

Fig. 9.



sondern erlauben auch am Schlusse des Versuchs den experimentalen Nachweis, daß die vier untersuchten Gase wirklich verschieden, im vorliegenden Falle Wasserstoff, Sauerstoff, Chlorwasserstoff und Ammoniak gewesen sind.

### 13. Compression der Gase durch Quecksilberdruck.

Angesichts der mit jedem Tage mehr und mehr anschwellenden Fluth von Thatsachen, welche in chemischen Vorlesungen zu bewältigen sind, dürften nur wenige Docenten geneigt sein, physikalische Erscheinungen mit in den Kreis der Betrachtung zu ziehen. Wenn man jedoch dem Principe huldigt, die chemischen Vorstellungen sich möglichst an gasförmigen Körpern entwickeln zu lassen — da nur im gasförmigen Zustande die verschiedenen Formen der Materie auf ein einheitliches Maafs zurückgeführt werden können — fühlt man sich gleichwohl mitunter versucht, die Erinnerung an die physikalischen Eigenschaften der Gase durch einige Versuche bei den Zuhörern aufzufrischen.

So gehe ich nicht gern ohne eine experimentale Demonstration an dem Mariotteschen Gesetze vorbei, zumal sich dieselbe an einen Versuch anknüpfen läßt, der vom rein chemischen Gesichtspunkt aus betrachtet, ein hohes Interesse bietet. Der Apparat, dessen ich mich bediene, unterscheidet sich von dem gewöhnlichen nur durch Anbringung geeigneter Glashähne und einer verschiebbaren Scala, welche indessen das Experimentiren wesentlich erleichtern. Eine etwa 15 Millim. weite starke Glasröhre (Fig. 9) ist U förmig in der Weise gebogen, daß der kürzere Schenkel etwa 1 Meter, der längere 4 bis 5 Meter hoch ist. Der längere Schenkel ist oben offen, eine geringe trichterförmige Erweiterung erleichtert das Ergießen des Quecksilbers; der kurze Schenkel ist durch einen Glashahn geschlossen, von ähnlicher Construction wie derjenige, welcher an dem Vorlesungseudiometer angebracht ist (vergl. Fig. 5 S. 250). Ein zweiter Glashahn zum



Ablassen des Quecksilbers ist am Buge angeschmolzen. Die Röhre ist auf einem starken Brette befestigt, welches durch auf der unteren Seite angebrachte Streben am Werfen verhindert ist. Der Inhalt des kurzen Schenkels ist durch eine auf dem Brett aufgetragene Scala in 24 gleiche Theile getheilt. Eine zweite, zwischen beiden Schenkeln in einem Falze bewegliche längere Scala erlaubt, den Stand der Quecksilberdrucksäule in dem längeren Schenkel direct abzulesen. Um den Apparat zu füllen, wird zunächst der Hahn am oberen Ende des kleinen Schenkels geöffnet und durch den längeren Schenkel Quecksilber eingegossen, bis die kürzere Röhre vollkommen gefüllt ist. Alsdann wird der Hahn geschlossen und ein Strom des zu untersuchenden Gases durch den Hahn geleitet, bis man sicher sein kann, das seine Durchbohrung keine Luft mehr enthält. Nunmehr wird durch eine volle Umdrehung des Hahns der Gasstrom in den kurzen Schenkel geführt; indem man gleichzeitig den Hahn am Bug der Röhre in geeigneter Weise öffnet und Quecksilber ausfließen läßt, füllt sich die Röhre bis zum Nullpunkt der festen Scala, worauf der Hahn geschlossen wird. Sobald sich das Quecksilber in beiden Schenkeln ins Niveau gestellt hat, fängt man an, langsam in einem feinen Strahl Quecksilber in den langen Schenkel einzugießen, indem man die bewegliche Scala in der Art aufwärts schiebt, das ihr Nullpunkt stets mit dem Niveau des Quecksilbers in dem kurzen Schenkel gleichsteht, und man also in jedem Augenblick die wahre Drucksäule, welche auf dem an der festen Scala beobachteten Gasvolum lastet, ohne irgend welche Reduction ablesen kann. Auf diese Weise läßt sich das Mariotte'sche Gesetz leicht bis zu 4 Atmosphären constatiren.

In dem Hörsale des Berliner Laboratoriums ist der Apparat an der südlichen Wand befestigt, so das die Mündung des langen Schenkels von der östlichen Loggia im oberen Geschosse zugänglich ist, eine Disposition, welche die Handhabung des Apparates wesentlich erleichtert.

Indem man das Quecksilber aus dem Hahn am Bug wieder ausfließen läßt, kann man das Mariotte'sche Gesetz nochmals und nunmehr im entgegengesetzten Sinne prüfen.

Besonders instructiv gestaltet sich der Versuch, wenn man mit nicht permanenten Gasen operirt. Schweflige Säure eignet sich am besten für diesen Zweck. Bis zu 2 Atmosphären, d. h. 1 Atmosphäre Quecksilber, gehorcht das schweflige Säuregas genau dem Mariotte'schen Gesetze, allein bei nur wenig mehr erhöhtem Druck erfolgt schon eine gesteigerte Contraction, und bald sieht man die tropfbarflüssig gewordene Säure an den Glaswänden der Röhre niederrinnen, um sich auf dem Quecksilber in Gestalt einer durchsichtigen Flüssigkeit anzusammeln. Bei  $3\frac{1}{2}$  Atmosphären ist alles Gas verschwunden, und zwischen Quecksilber und Hahn hat sich ein kleines Volum flüssiger schwefliger

Säure angesammelt. Interessant ist es zumal, die flüssig gewordene Säure bei der Abnahme des Drucks zu beobachten. Wenn der Druck bis etwa auf  $2\frac{1}{2}$  Atmosphären gesunken ist, geräth die Flüssigkeit in ein lebhaftes Aufsieden, welches fort dauert, bis die ganze Menge derselben wieder Gasform angenommen hat.

Ich war Anfangs zweifelhaft, ob die Glashähne, obwohl sie von Hrn. C. F. Geisler angefertigt sind, einem Ueberdruck von 3 Atmosphären widerstehen würden. Der Versuch hat gezeigt, daß sie diesem Druck vollständig gewachsen sind. Man muß indessen bei Anfertigung Sorge tragen lassen, daß die Hähne möglichst wenig conisch eingeschliffen werden. Auch ist es zu empfehlen, die Hähne nicht allzulange dem großen Druck auszusetzen, da durch den continuirlichen seitlichen Schub — denn etwas conisch müssen sie immer sein — der Stöpsel leicht ein wenig gelüpft werden könnte. Endlich muß man es nicht unterlassen, die Hähne von Zeit zu Zeit mit Salpetersäure auszukochen, um das in dem Schmiermittel allmählig incorporirte Quecksilber zu entfernen. Die Hähne meines Apparates, welche durch längeres Stehen und mehrfachen Gebrauch undicht geworden waren, sind durch Kochen mit concentrirter Salpetersäure und neues Befetten schnell wieder vollkommen hergestellt worden.

#### 14. Liquide schweflige Säure.

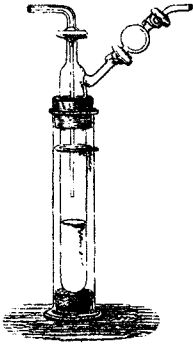
Hr. Wöhler, dem Alle, die Experimentalvorlesungen über Chemie zu halten haben, für Mittheilung reizender Vorlesungsversuche zu lebhaftem Danke verpflichtet sind, hat vor einiger Zeit\*) einen sehr zweckmäßigen Apparat zur Aufbewahrung von flüssiger schwefliger Säure beschrieben, der in keinem Laboratorium mehr fehlen dürfte. Derselbe besteht bekanntlich in einem cylindrischen Glasgefäße, aus dessen abgerundeten Enden sich aufwärts gebogene Röhren abzweigen, welche oben mit Glashähnen geschlossen sind; für die meisten Versuche läßt dieser Apparat nichts zu wünschen übrig. Eine kleine Schwierigkeit bietet die Vorrichtung indessen, wenn man die flüssige schweflige Säure in einem Strahl in Wasser übergießen will, um dasselbe in Eis zu verwandeln. Bei etwas eiligem Handhaben des Apparates wird fast immer der ganze flüssige Inhalt aus dem Gefäße heraus getrieben, wodurch, zumal wenn der Apparat in einigermaßen beträchtlichen Dimensionen hergestellt ist, ein nicht unerheblicher Verlust erwächst.

In einem Apparate, der kürzlich von Hrn. C. F. Geisler mit bekannter Geschicklichkeit für mich angefertigt worden ist, hat man diesen Uebelstand durch Anblasen eines kleinen Seitengefäßes zu begegnen gesucht, in welches jedesmal vor dem Versuche die für den-

\*) Wöhler, Ann. Chem. Pharm. CXXXVII. 371.

selben nothwendige Menge schwefliger Säure aus dem Hauptreservoir abgelassen wird.

Fig. 10.



Ein cylindrisches Gefäß von 15 Cent. Höhe und 5 Cent. Durchmesser (Fig. 10) verjüngt sich an dem oberen Ende zu einer engen Mündung, in welche eine starke Gasentwicklungsröhre eingeschmolzen ist. Diese Röhre, welche etwa bis zur halben Höhe in das cylindrische Gefäß hineinragt, ist unten offen; das obere aus dem Cylinder hervorragende Ende ist mit einem guten Glashahn verschlossen und über dem Hahne rechtwinklicht umgebogen. In der oberen Wölbung des Cylinders ist seitlich noch eine zweite Röhre eingeschmolzen, die sich in geringer Entfernung von dem Gefäße zu einer starken Glaskugel von 5 Cent. Durchmesser erweitert. Zwischen dem Cylindergefäße und der Glaskugel ist ein zweiter Glashahn angebracht, ein dritter Glashahn endlich schließt die Röhre, durch welche die Glaskugel mit der Atmosphäre communicirt.

Beim Füllen wird der Apparat wie gewöhnlich in eine Kältemischung von Salz und Eis gestellt; die Verdichtung ist so vollständig, daß nachdem die Luft aus dem Gefäße ausgetrieben ist, selbst bei rascher Entwicklung kaum mehr schweflige Säure entweicht. Als man beim Füllen den äußeren Hahn fünf Minuten schloß, wurde das Quecksilber in der Verschlingung der Sicherheitsröhre des Entwicklungsapparates um kaum mehr als ein paar Millimeter gehoben. Wenn der gefüllte Apparat nicht gebraucht wird, so steht er mit einem Korke befestigt, in einem Wasser enthaltenden Glascylinder, dessen Boden mit einem Pfropfen von Werg oder Baumwolle bedeckt ist.

Will man etwas schweflige Säure aus dem Apparate ablassen, so öffnet man momentan die Hähne auf beiden Seiten der Kugel, um die Luft durch schweflige Säure zu verdrängen, schließt alsdann den oberen Hahn und läßt, indem man den Apparat umdreht, etwas schweflige Säure durch ihren eigenen Druck aus dem Cylinder in die Kugel treiben, alsdann schließt man den Hahn zwischen beiden Gefäßen und bringt den Apparat in seine ursprüngliche Stellung zurück. Nun wird der Druck in der Kugel von Neuem durch Oeffnen des äußeren Hahns etwas vermindert, und der Zwischenhahn, während der Apparat wiederum umgedreht ist, nochmals geöffnet, um eine neue Quantität flüssiger schwefliger Säure in die Kugel treten zu lassen. Indem man dieses Spiel mehrfach wiederholt, gelingt es leicht, die für einen Versuch nöthige Menge von Säure in der Kugel anzusammeln. Man hat nunmehr bei dem Versuche nur den Apparat von Neuem umzudrehen und den äußeren Kugelhahn zu öffnen,

um die ganze in der Kugel angesammelte Flüssigkeit auszutreiben, während der Inhalt des Hauptreservoirs unberührt bleibt.

Dafs auch für diesen Apparat die Hähne, um dem seitlichen Schub zu begegnen, möglichst wenig conisch geschliffen sein müssen, versteht sich von selbst.

### 15. Quecksilberblasen auf Wasser schwimmend.

Wenn man in einem chemischen Hörsaale beträchtlichen Wasserdruck zur Verfügung hat, so wird man es nicht unterlassen, einen hübschen Versuch anzustellen, der, gerade weil dieser Druck in den meisten Fällen fehlt, nur wenig bekannt geworden zu sein scheint.

Stellt man unter einen gewöhnlichen Wasserhahn, dessen Mündung im Lichten einen Durchmesser von 10—12 Millimeter hat, eine grofse Porzellanschale, deren Boden mit 15— bis 20 Kilogramm Quecksilber bedeckt ist, und läfst nun durch plötzliches Oeffnen des Hahnes einen kräftigen Wasserstrahl aus einer Höhe von etwa 8—10 Centimeter auf die Quecksilberfläche niederbrausen, so beobachtet man beim Abdrehen des Wassers, dafs auf der zur Ruhe gekommenen Wasserfläche Quecksilberkugeln schwimmen, deren Durchmesser in der Regel ungefähr ein Centimeter beträgt. Unter gewissen Verhältnissen bilden sich indessen Kugeln von 2 und selbst 3 Centimeter Durchmesser. Die Quecksilberblasen sind in der Regel sehr ephemere; mitunter halten sie sich indessen Minuten lang; es gelingt in der That nicht all zu schwer, die kleineren in Schöpfgefäße überzufüllen, und es ist alsdann nach dem Platzen der Blasen interessant zu beobachten, eine wie kleine Menge des Metalls bei der Bildung der Kugeln theilhaftig war.

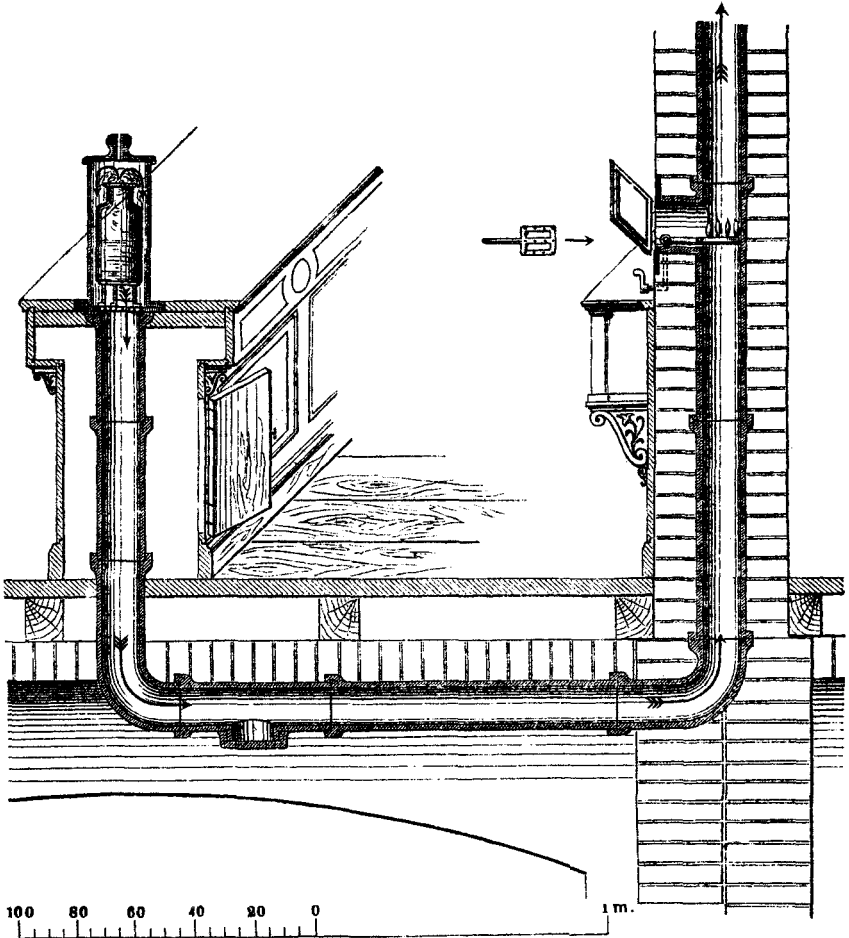
Der Verfasser sah diesen Versuch zum ersten Male vor etwa 20 Jahren in dem Hörsaale des Royal College of Chemistry in London, wo ihn Professor Melsens aus Brüssel bei einem Besuche anstellte. Der dort zur Verfügung stehende Wasserdruck beträgt beiläufig 10 bis 12 Meter. Die Berliner Wasserleitung hat einen Druck von etwa 20 bis 25 Meter in ihrem Röhrensystem. Die Erscheinung läfst sich daher auch in dem Hörsaale des neuen Instituts besonders schön zur Anschauung bringen. Man mufs aber, da bei der grofsen Gewalt, mit welcher das Wasser auf das Quecksilber niederstürzt, leicht etwas Metall verspritzt wird, zum Aufsammeln dieses letzteren der Porzellanschale noch eine etwas gröfsere Wanne untersetzen.

### 16. Locale Ventilation für Vorlesungsversuche.

Erst in neuester Zeit haben die Chemiker angefangen, für den Abzug irritirender Gase, die sich bei Vorlesungsversuchen entwickeln, in hinreichendem Umfange Sorge zu tragen. Auf dem Continente zumal hat man sich in den meisten Fällen mit ventilirten Abdampfnischen begnügt, welche in die hinter dem Experimentirtische hin-

laufende Wand eingefügt sind. Nur selten sind die so bequemen niederwärts gehenden Züge zur Anwendung gekommen, deren man sich in England schon seit geraumer Zeit bedient. Die merkwürdig-

Fig. 11.



sten Einrichtungen dieser Art sind unstreitig diejenigen, welche Dr. Boswell Reid schon vor etwa 25 Jahren in seinem in dem Erdgeschoße des Westminster-Palastes gelegenen Laboratorium getroffen hatte. Die in allen Arbeitstischen angebrachten abwärts gerichteten Züge standen mit dem großen, die Lüftung des Parlamentsgebäudes besorgenden Ventilationsthurm in Verbindung, und es war interessant, Gase und Dämpfe selbst aus großer Höhe und weiter Entfernung in

die geöffneten Luken einströmen und unter der Tischplatte verschwinden zu sehen.

Nach dem dort befolgten Principe sind nun auch *mutatis mutandis* die Abzüge construiert, welche die locale Ventilation auf dem Experimentirtische des großen Hörsaales in dem neuen Berliner Laboratorium bewerkstelligen. Da die fragliche Einrichtung ganz besonders glücklich ausgefallen ist und die Züge bei sehr beschränkten Dimensionen allen Anforderungen genügen, so will ich hier kurz die Maasse mittheilen, welche bei Ausführung derselben eingehalten worden sind, indem ich mir denke, daß Manchem, der ähnliche Einrichtungen beabsichtigt, mit dieser Angabe gedient sein wird.

Eine im Lichten 15 Centimeter weite Röhre von glasirtem Thon ist vertical in den Experimentirtisch eingelassen und setzt sich in horizontaler Richtung unter dem Fußboden nach der hinter dem Experimentirtisch hinziehenden Wand fort, in der sie von Neuem vertical aufsteigt, um in einer Höhe von 15 Metern in die Atmosphäre zu münden (Fig. 11). In diesem Zugrohre befindet sich in einer Höhe von 1,2 Meter über dem Fußboden ein starker Rostbrenner, welcher durch eine Seitenöffnung von dem Hörsaale aus angezündet werden kann. Wenn diese Seitenöffnung durch eine aufgeschliffene Eisenthür verschraubt ist, so muß der ganze die Flamme speisende Luftstrom durch die Mündung der Röhre in dem Experimentirtisch eintreten. An dieser Mündung erweitert sich die Röhre bis zu einer 20 Centimeter weiten Oeffnung; der obere Rand derselben ist abgeschliffen und seitlich mit einem Falze versehen, in den eine durchlöchernte Schieferscheibe einpaßt. Auf dem abgeschliffenen Thonrande liegt ein dicker Kautschukring, auf welchen der zu ventilirende Glaszylinder aufgesetzt wird. Dieser Cylinder hat einen Durchmesser von 22 Centimeter und eine Höhe von 50 Centimeter, er ist oben und unten mit einem abgeschliffenen breiten Rande versehen, so daß er luftdicht auf dem Kautschukringe aufsitzt und oben luftdicht mittelst eines Glasdeckels verschlossen werden kann, dessen Knopf durchbohrt ist. In dem unter dem Fußboden hinlaufenden Theile der Röhre ist schließlichs eine vom Kellergeschofs zugängliche verschließbare Oeffnung angebracht, durch welche der Abzug nöthigen Falles gereinigt werden kann. Wenn die Vorrichtung nicht gebraucht wird, so ist die Mündung in dem Experimentirtische durch eine in die Tischplatte eingelassene Holzscheibe verschlossen. Die ganze Disposition ist übrigens durch einen Blick auf die oben gegebene Zeichnung, die ich der Güte des Hrn. Baumeisters Cornelius verdanke, leicht ersichtlich.

Was die Benutzung des Apparates anlangt, so braucht kaum noch ein Wort hinzugefügt werden. Ich will nur bemerken, daß die Phosphorsäuredämpfe, welche sich bei der Verbrennung des Phosphors selbst in der größten Flasche entwickeln, vollkommen eingesogen

werden. Ebenso verschwindet das Gemenge von Salzsäure und fein zertheilter Kohle, welches bei dem Verbrennen von Terpentinöl in Chlorgas oder beim Abbrennen eines Gemenges von Aethylen und Chlor auftritt und — wenn man den Versuch in einigermaßen großem Maafsstabe anstellte — die Luft des Hörsaals unerträglich machen würde, in dem Ventilations-Cylinder vollkommen. Es ist in den meisten Fällen nicht einmal nöthig, die durchbohrte Deckplatte auf den Cylinder aufzulegen; sie dient vorzugsweise, wenn man ein auf dem Experimentirtische entwickeltes Gas durch eine Röhre abführen will.

Soweit diese fragmentarische Mittheilung über einige Vorlesungsversuche, welche mich im Laufe der letzten Jahre mehrfach beschäftigt haben; ich hätte nun, um mich von der Gesellschaft zu verabschieden, eigentlich nichts Anderes mehr zu thun, als der grossen Verdienste zu gedenken, welche sich die Hll. Herbert Mac-Leod, Otto Ols-hausen, Gustav Krämer und Adolf Bannow, in letzter Zeit Assistenten am Berliner Universitäts-Laboratorium, um die Ausbildung der gedachten Versuche erworben haben. Allein ich möchte gleichwohl nicht abbrechen, ohne schliesslich noch einen Vorschlag gemacht zu haben, der vielleicht bei der Gesellschaft Anklang findet.

Zu keiner Zeit ist an dem Ausbau unserer Wissenschaft mit demselben Eifer gearbeitet worden, als in der Gegenwart, zu keiner Zeit hat man mehr darnach gestrebt, die Errungenschaften der Chemie in mannigfaltigster Weise einem mehr und mehr sich erweiternden Kreise von Lernenden zugänglich zu machen. In allen unseren Laboratorien, in zahllosen Schulen sind begabte und begeisterte Lehrer mit der Ausbildung des chemischen Unterrichts beschäftigt, emsig bemüht, die Lehrmittel zu vereinfachen, zu verbessern, zu vermehren. Es dürfte schwer sein, den Aufwand von Zeit und Kraft, der im Interesse dieser Aufgabe angestrengt wird, aber auch die Summe werthvoller Erfahrungen zu bemessen, welche aus so vielseitigen und ausdauernden Bemühungen hervorgehen müssen. Ein wie kleiner Theil aber dieser Erfahrungen geht über den engen Kreis hinaus in dem sie erworben werden! Wie Manche verwenden Tage und Wochen auf die Ausarbeitung eines Versuches, damit die Erscheinung in vollendeter Form zur Anschauung komme, und wie Wenige entschliessen sich, das mit solchen Opfern an Zeit und Mühe erkaufte Resultat durch Veröffentlichung auch Anderen nützlich zu machen! Nicht, dafs dieser Abneigung irgend welches selbstische Motiv zu Grunde läge, nichts weniger als dies; allein man trägt Bedenken einen Gegenstand zur Sprache zu bringen, der schon bekannt ist, wenn auch die neue

Form der Darstellung noch so sehr von der althergebrachten verschieden wäre. Man fürchtet den Vorwurf, nicht Neues, nichts Originelles gebracht zu haben. Und doch, welcher Gewinn würde nicht jedem Einzelnen zufließen, wenn sich Alle zu einem gegenseitigen Austausch dieses ihres kleinen wissenschaftlichen Erwerbs verstehen wollten!

Die Chemische Gesellschaft scheint ganz eigentlich dazu bestimmt, die Vermittlerin eines solchen Austausches zu werden. Mittheilungen über neue Vorlesungsversuche oder über Modificationen schon bekannter Versuche würden — ich zweifle nicht daran — von den Mitgliedern unserer Gesellschaft in den Sitzungen zum Gegenstande eingehender Besprechung gemacht werden, um schliesslich durch unsere schnell und regelmässig erscheinenden Berichte in kürzester Frist Verbreitung in gröfseren Kreisen zu finden.

Der Verfasser würde sich glücklich schätzen, wenn diese Vorlesung über Vorlesungsversuche dazu beitrüge, einen Austausch didaktischer Erfahrungen, wie er ihn eben anzudeuten versucht hat, bei den Fachgenossen anzubahnen.

---