

Die Analyse organischer Substanzen hat den Zweck, die Elemente derselben ihrer Natur und Menge nach zu bestimmen; sie macht einen der wichtigsten Theile der analytischen Chemie aus. Der Weg, den man einschlug, um sich in früheren Zeiten eine Vorstellung über die chemische Zusammensetzung organischer Körper zu verschaffen, hat mit der jetzigen Analyse nicht die geringste Aehnlichkeit. Man unterwarf diese Körper der trocknen Destillation, und aus den Producten, die man erhielt, schloss man auf die Verschiedenheit in ihrer Zusammensetzung.

Erst seit den letzten 40 Jahren ist dieser Theil der Chemie nach wissenschaftlichen Grundsätzen vervollkommenet worden, und alle neueren Methoden weichen nur in der Ausführung dieser Grundsätze von einander ab.

Um die Verhältnisse der Bestandtheile in einer organischen Verbindung auszumitteln, scheint der einfachste Weg der zu seyn, dass man die Elemente einzeln zu erhalten sucht; es ist aber klar, dass, wenn uns, statt der einzelnen Elemente, Verbindungen derselben mit anderen von bekannter Zusammensetzung gegeben werden,

sich daraus mit derselben Gewissheit ihre Menge bestimmen lässt.

Die meisten organischen Verbindungen enthalten Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff; ein kleinerer Theil enthält noch Stickstoff, andere ausserdem auch Schwefel, Chlor, Brom, Jod oder Phosphor. Von diesen einfachen Substanzen lässt sich, ausser dem Stickstoff, kein einziger im Zustande der Reinheit aus den organischen Verbindungen darstellen; wenn aber aller Kohlenstoff in Kohlensäure, aller Wasserstoff in Wasser verwandelt wird, so lässt sich aus der Quantität der Kohlensäure und der des Wassers die Menge des Kohlenstoffs und Wasserstoffs mit der grössten Schärfe berechnen. Selbst in dem Falle, wenn die Elemente der organischen Substanzen rein abgeschieden und dargestellt werden könnten, würde man in der Analyse, der grösseren Genauigkeit halber, der jetzt gebräuchlichen Methode den Vorzug einräumen müssen.

Das Mittel, welches angewendet wird, um zu einer genauen Kenntniss des Kohlenstoff- und Wasserstoff-Gehaltes einer organischen Verbindung zu gelangen, besteht also in der Verwandlung eines bekannten Gewichts derselben in Kohlensäure und Wasser, und die Vollkommenheit der Analyse hängt insofern lediglich von dem Apparate ab, als er erlauben muss, diese Producte ohne Verlust sammeln und ihr Gewicht bestimmen zu können. Bei Körpern, welche Stickstoff enthalten, wird dieser Bestandtheil entweder im Zustande der Reinheit abgeschieden, oder in Ammoniak übergeführt, dessen Menge man bestimmt; der Schwefel wird in Schwefelsäure, der Phosphor in Phosphorsäure verwandelt; Chlor, Brom und Jod werden in Verbindung mit Silber gewogen. Der Sauerstoff wird in der Regel aus dem Verlust bestimmt.

Gay-Lussac und Thénard, die ersten Begründer der organischen Analyse, wandten zur Verbrennung der organischen Körper das chlorsaure Kali an. Die Substanz wurde damit gemengt, in Kügelchen geformt und in kleineren Portionen in eine aufrecht stehende glühende Glasröhre getragen. Die Gase, welche sich durchs Verbrennen entwickelten, wurden durch eine Seitenröhre unter einer Glocke über Quecksilber aufgefangen.

Alles Gas wurde genau gemessen, und nach der Correction des Barometer- und Thermometerstandes mit Aetzkali in Berührung gebracht. Nach der Absorption der Kohlensäure blieb entweder reines Sauerstoffgas oder ein Gemenge desselben mit Stickgas zurück. Die relative Menge des letzteren wurde durch das Eudiometer ausgemittelt. Mit der Kenntniss der Gewichte der Substanz, des chlorsauren Kalis, der Menge der gebildeten Kohlensäure und des zurückbleibenden unveränderten Sauerstoffgases hatte man alle Data, um die Zusammensetzung des Körpers zu berechnen. Was von dem Sauerstoff des chlorsauren Kali's in den Gasen fehlte, musste mit dem Wasserstoff des Körpers Wasser gebildet haben.

Der Apparat von Gay-Lussac und Thénard hatte keinen anderen Fehler, als dass er die Genauigkeit der Resultate zu sehr von der Geschicklichkeit des Experimentators abhängig machte. Die Analyse stickstoffhaltiger Körper mit Hülfe des chlorsauren Kalis wurde, der Bildung von salpetriger Säure wegen, wenig genau, und es war unmöglich, damit einen flüssigen oder einen flüchtigen Körper zu analysiren.

Berzelius bemühte sich mit Erfolg, durch Anwendung horizontal liegender Verbrennungsröhren und durch Aufsammlung des gebildeten Wassers diese Methode

bequemer für die Ausführung und unabhängiger von den vielen Rechnungen zu machen. Er wandte das chlorsaure Kali gemengt mit einer grossen Menge Kochsalz an, wodurch die Verbrennung verlangsamt und zu gleicher Zeit der Vortheil erreicht wurde, dass die ganze Menge des zu verbrennenden Körpers gleich anfangs in die Verbrennungsröhre eingefüllt werden konnte.

Diese Apparate, welche nur für eine gewisse und sehr kleine Reihe von Körpern anwendbar waren, erhielten durch die Anwendung des Kupferoxyds, anstatt des chlorsauren Kali's, welche Gay-Lussac zuerst vorschlug und bei der Verbrennung der Harnsäure anwandte, eine grosse und sehr wesentliche Verbesserung. Bis jetzt sind dessen Vorzüge vor dem chlorsauren Kali so anerkannt, dass die Anwendung des letzteren gänzlich ausser Gebrauch gekommen ist. Neben dem Kupferoxyd wendet man ferner zur Verbrennung mancher sehr kohlenreicher Materien chromsaures Bleioxyd und saures chromsaures Kali an.

Saussure und Prout haben Beide zur Analyse organischer Körper Apparate beschrieben, welche von dem ursprünglichen von Gay-Lussac und Thénard nur in der Form und in der Substitution des Sauerstoffgases und Kupferoxydes, anstatt des chlorsauren Kalis, abweichen.

Der Apparat von Prout ist so eingerichtet, dass man die zu analysirende Substanz entweder für sich oder gemengt in einem gemessenen Volum Sauerstoff verbrennt, und das Volumen dieses Gases nach der Verbrennung mit dem ursprünglichen vergleicht; er stützt sich auf die Erfahrung, dass, wenn Kohlenstoff in Sauerstoffgas verbrannt wird, die gebildete Kohlensäure genau den Raum des verzehrten Sauerstoffgases einnimmt, und

mithin sein Volum nicht ändert; dass, wenn Wasserstoff sich mit Sauerstoff vereinigt, für jedes Volum Wasserstoff  $\frac{1}{2}$  Volum Sauerstoff bei der Verdichtung des gebildeten Wassers verschwindet.

Wenn mithin der zu verbrennende Körper aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff besteht, so können nur drei Fälle stattfinden. Entweder das ursprüngliche Volum des Sauerstoffs bleibt nach der Verbrennung ungeändert, und in diesem Fall enthielt der verbrannte Körper Sauerstoff und Wasserstoff in dem Verhältniss wie im Wasser; oder das Volum des Sauerstoffs nimmt ab, oder es vergrössert sich; in den beiden letzteren Fällen war entweder in der Substanz mehr Wasserstoff, und mithin weniger Sauerstoff, enthalten, als nöthig gewesen wäre, um damit Wasser zu bilden, oder es war weniger Wasserstoff, und mithin mehr Sauerstoff, vorhanden. Die Quantität, um welche das ursprüngliche Volum des Sauerstoffgases ab- oder zugenommen hatte, konnte genau gemessen werden, und mit dem Volum der erzeugten Kohlensäure war es leicht, die Zusammensetzung der Substanz in Zahlen auszudrücken.

Für stickstoffhaltige Substanzen und für die Analyse einer Menge anderer Körper war dieser Apparat aber nicht anwendbar. Nach einem ähnlichen Princip ist neuerdings ein Apparat von Brunner construirt worden. Alle diese Apparate sind ausschliesslich nur bei ihren Erfindern in Anwendung gekommen, und da sie keine Vorzüge vor den allgemein gebräuchlichen gewähren, so würde es überflüssig seyn, sie hier ausführlich zu beschreiben.

## Allgemeines Verfahren.

Wir wollen in dem Folgenden die Apparate und Verfahrensweisen beschreiben, welche in dem gegenwärtigen Augenblicke von der Mehrzahl der Chemiker zur organischen Analyse angewendet werden. Es ist hier der Ort, einige allgemeine Bemerkungen über die Operationen bei der organischen Analyse vorauszuschicken.

Man wird bemerken, dass alle Apparate, welche zu diesem Zwecke angewendet werden, sehr einfach sind und zu ihrer Handhabung keine besondere Geschicklichkeit voraussetzen; die Haupterfordernisse zur Ausführung einer guten Analyse sind: die grösste Genauigkeit im Abwägen der Apparate, und die strengste Gewissenhaftigkeit in der Ausführung aller Vorbereitungsarbeiten. Man schmeichle sich nicht, zu einem genauen Resultate zu gelangen, wenn irgend etwas versäumt worden ist, was es sichern kann; alle sonst auf die Arbeit verwandte Mühe und Zeit sind verloren, wenn man eine der angegebenen Vorsichtsmassregeln auszuführen unterlässt.

Jeder Chemiker wird, wenn er sich einige Erfahrung in der organischen Analyse verschafft hat, die beschriebenen Apparate in besonderen Fällen nach seiner Einsicht verändern und sie seinem Zwecke anpassen können; aber man ginge zu weit, wenn man diese Abweichung in einem speciellen Falle als eine Verbesserung des Ganges im Allgemeinen ansehen und empfehlen würde.

In der Natur des menschlichen Geistes liegt an und für sich das Streben nach Vervollkommnung; daher die

Bemühungen, das Vorhandene zu verbessern und neue Wege zu finden, ein vorgeseztes Ziel zu erreichen. Man begeht hier meistens einen ganz allgemeinen Fehler, nämlich man versäumt, die Brauchbarkeit der bekannten Mittel auf die Probe zu stellen oder sich damit bekannt zu machen; man weicht von vorn herein von dem gewöhnlichen Wege ab, und wenn die Bemühungen mit Erfolg gekrönt sind, so übersieht die Befriedigung des Erfindungsgeistes die Umwege und die Schwierigkeiten, welche zu überwinden waren, und denen man auf dem gebahnten Wege nicht begegnet wäre.

Wir halten uns in dem Folgenden an die Regel von Berzelius, dem erfahrensten Chemiker unserer und wahrscheinlich aller Zeiten, und wir ziehen unter zwei gleich guten Verfahrensweisen die einfache der complicirten vor.

Die erste Aufgabe, welche man bei der Ausführung der organischen Analyse zu lösen hat, ist, dass man sich die zu analysirende Substanz in dem höchsten Grade der Reinheit zu verschaffen sucht; kein Mittel darf vernachlässigt werden, um sich über die Abwesenheit fremder Stoffe zu vergewissern.

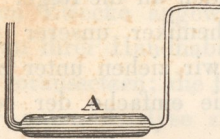
Vorausgesetzt, dass die Materie rein sey, hat man, als eine Quelle der Unsicherheit in den Resultaten der Analyse und der Ursache der Differenzen mehrerer Operationen, die Schwierigkeit zu beachten, das Gewicht des zu analysirenden Körpers mit Genauigkeit zu bestimmen. Alle organischen Substanzen ziehen mit grosser Begierde Wasser aus der Luft an, und ihr Gewicht wird hierdurch vermehrt; sie müssen von aller hygroskopischen Feuchtigkeit befreit und auf eine Art gewogen werden, dass eine Anziehung von Feuchtigkeit

in der Zeit, wo sie auf der Wage liegen, nicht leicht möglich ist.

Wenn man erwägt, dass ein Wassergehalt gleichbedeutend ist einem Verlust von Kohlensäure, so wird man sicher auf eine richtige Gewichtsbestimmung der Substanz alle Aufmerksamkeit verwenden.

Man kann diesen Zweck auf verschiedene Weise erreichen. Der folgende Apparat gewährt in dieser Hinsicht vollkommene Sicherheit; er besteht in der Röhre A, Fig. 1; der untere weitere Theil hat etwa  $\frac{1}{2}$  Zoll im

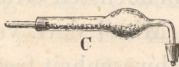
Fig. 1.



Durchmesser; die beiden Ansatzröhren sind Barometerröhren, die eine von 2, die andere von 3 Linien im Durchmesser. Durch die weite Röhre schüttet man die Substanz hinein; man verbindet diese mittelst eines

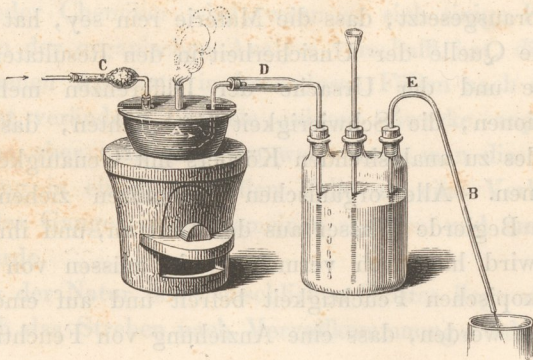
Korkstöpsels mit der Chlorcalciumröhre C, Fig. 2, wäh-

Fig. 2.



rend die andere Seitenröhre mit der Röhre D, Fig. 3, in Verbindung steht. Die Röhre E ist ein gewöhn-

Fig. 3.





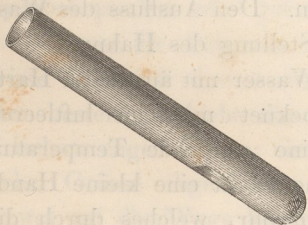
licher Heber. Die Röhre *D* ist etwa einen Zoll kürzer, als das äussere Rohr *B* des Hebers.

Man weiss, dass bei dieser Einrichtung ein vollkommen gleichförmiger Ausfluss des Wassers hervorgebracht wird, und da die Luft, welche das ausfliessende Wasser ersetzt, aus der Oeffnung der Röhre *D* in die Flasche tritt, so lässt sich sogleich wahrnehmen, ob alle Verbindungen vollkommen schliessen.

Die dreihalsige Flasche ist mit Wasser gefüllt; man sieht leicht, dass, wenn das Wasser zum Ausfliessen gebracht worden, ein beständiger Strom von trockner Luft alle Feuchtigkeit aus der Substanz vollkommen entfernt.

Der horizontale Theil der Trockenröhre sitzt in einem Sandbade, Wasserbade, Chlorcalciumbade etc., je nach der Temperatur, welche die Materie verträgt. Will man den Wassergehalt bestimmen, so wird der Apparat *A* zuerst leer, sodann mit der Substanz gewogen; er wird in das Wasserbad, Chlorcalciumbad etc. gesetzt, und man lässt so lange Luft hindurchgehen, als sich noch Wasser in der Röhre *D* verdichtet. Indem man nun von Zeit zu Zeit den Apparat *A* auf die Wage bringt, sieht man, ob sich sein Gewicht noch vermindert; sobald sein Gewicht sich nicht mehr ändert, schüttet man eine kleine Quantität der Materie aus dem Apparate *A* in eine lange, vollkommen trockne

Fig. 4.



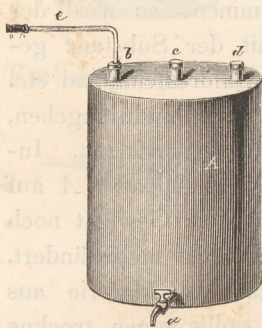
Probirrhöhre, Fig. 4, und setzt diese mittelst einer Spirituslampe oder in einem Sandbade einer höheren Temperatur aus, natürlich nur einem solchen Hitzgrade, bei welchem die Substanz noch keine Zersetzung erfährt. Be-

merkt man in diesem Falle in der Proberöhre nicht den mindesten Beschlag von Wasser, so ist man der völligen Trockenheit der Substanz gewiss; im entgegengesetzten Falle muss das gewöhnliche Wasserbad mit einer Kochsalzlösung oder Chlorcalciumlösung vertauscht, und mit dieser Procedur fortgefahren werden.

Mitscherlich wendet zum Austrocknen der organischen Materien einen ähnlichen Apparat an. Er unterscheidet sich von dem beschriebenen darin, dass er die Röhre *A*, Fig. 1, mit einer Handluftpumpe in Verbindung setzt, durch welche er fortdauernd Luft durch den Apparat hindurchzieht, bis die Substanz trocken ist.

Statt der Glasflasche wendet man noch bequemer einen Aspirator, etwa den Fig. 5 gezeichneten Apparat

Fig. 5.



von Blech, an; er fasst beiläufig 40 Pfund Wasser. Die Oeffnung *d*, welche mit einem Korkstöpsel verschlossen oder mit einem Trichter versehen ist, dient zum Nachfüllen des ausgeflossenen Wassers. Die mittlere Oeffnung *c* ist gleichfalls mit einem Korkstöpsel verschlossen: sie dient dazu, um der Luft bei dem Nachfüllen des Wassers Ausgang zu verschaffen.

Die Mündung *b* endlich ist mit dem Trockenrohre *A* auf geeignete Weise verbunden. Den Ausfluss des Wassers regulirt man durch die Stellung des Hahns *a*.

Substanzen, welche das Wasser mit äusserster Hartnäckigkeit zurückhalten, trocknet man im luftleeren Raume, unterstützt durch eine steigende Temperatur. Fig. 6 zeigt diese Einrichtung. *e* ist eine kleine Handluftpumpe, *d* ein Chlorcalciumrohr, welches durch die

Röhre *g* mit einer cylindrischen, starken Röhre *b* in Verbindung steht. Letztere, welche die auszutrocknende

Fig. 6.



Substanz enthält, setzt man in ein eisernes oder kupfernes Gefäß *a* mit einer concentrirten Auflösung von Chlorzink, erhitzt sie darin bis nahe an die Temperatur, bei welcher die Materie zersetzt wird. Zur Regulirung derselben dient das Thermometer *c*. Nachdem man die feuchte Luft durch die Luftpumpe entfernt hat, lässt man von Zeit zu Zeit durch Oeffnen des Hahns *f* wieder Luft in den Apparat hinein; diese wird bei ihrem Durchzuge durch das Chlorcalciumrohr jedesmal von aller hygroskopischen Feuchtigkeit befreit, und in ganz kurzer Zeit, meistens in einigen Minuten, erreicht man mit Hülfe dieser Einrichtung die völlige Entfernung alles hygroskopischen oder gebundenen Wassers.

Wenn die Substanz trocken ist, so muss eine gewisse Quantität davon zur Analyse abgewogen werden. Am besten geschieht dies in einer offenen kleinen cylindrischen, engen Röhre; sie ist Fig. 7 (s. f. S.) in natürlicher Grösse abgebildet. Man kann diese Röhre horizontal auf die Wage legen, oder in ein konisch zusam-

mengerolltes Röhrcchen von Blech stellen, dessen weite Oeffnung auf die Wagschale gestellt wird; auch ist ein Fuss von Blech, Fig. 8, sehr bequem. Man nimmt ihr Gewicht, bringt eine gewisse Quantität der Substanz hinein und wiegt wieder; die Gewichtszunahme drückt das Gewicht der Substanz aus.

Fig. 7.

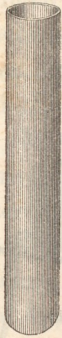
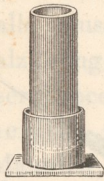


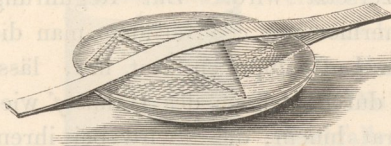
Fig. 8.



Man kann auch die Röhre mit der Substanz auf der Wage tariren, die Röhre nachher entleeren und sie darauf mit dem, was hängen geblieben ist, zurückwägen; man legt sie auf die Wage und bringt so viel Gewicht hinzu, bis das Gleichgewicht wieder hervorgebracht ist.

Das Abwägen geschieht ferner zweckmässig zwischen zwei aufeinander geschliffenen

Fig. 9.



Uhrgläsern, Fig. 9, welche durch eine Messingfeder aufeinander gepresst werden.

Man muss dagegen im Allgemeinen alles Wiegen in einem offenen Uhrglase oder in einem offenen weiten Gefässe vermeiden. Während der kurzen Zeit, wo die Röhre mit der Substanz auf der Wage liegt, kann, ihrer Form halber, kein bemerklicher Luftwechsel stattfinden, und auch bei sehr hygroskopischen Substanzen ändert sich in dieser einfachen Vorrichtung während einer halben Stunde ihr Gewicht nicht.

Man hat jetzt ein bestimmtes Gewicht der Substanz; um den Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt der-

selben auszumitteln, muss man den Kohlenstoff in Kohlensäure, den Wasserstoff in Wasser verwandeln. Das Gewicht beider muss bestimmt werden.

Im Allgemeinen wird die Substanz, wenn sie trocken und pulverförmig ist, mit Kupferoxyd gemengt; die Mischung wird in einer Glasröhre mit glühenden Kohlen umgeben. Die Verbrennungsröhre ist 15 — 18 Zoll lang, hat 4 — 5 Linien im Durchmesser, der hintere verschlossene Theil ist in eine Spitze ausgezogen, welche nach aufwärts gerichtet und verschlossen ist.

Kaltes Kupferoxyd zieht mit Begierde Wasser aus der Luft an; wenn man mithin die organische Substanz mit dem Kupferoxyd bei gewöhnlicher Temperatur zu mischen genöthigt war, so haben beide Wasser aus der Luft aufgenommen; dieses Wasser würde das Gewicht des durch die Verbrennung gebildeten vermehren; es muss aufs Sorgfältigste und Genaueste vor der Verbrennung wieder entfernt werden.

Dies geschieht am einfachsten durch eine ähnliche Vorrichtung, wie die welche so eben beschrieben worden ist, um das Wasser aus der Substanz bei einer höheren Temperatur, unterstützt durch einen verminderten Luftdruck, zu entfernen. Fig. 10 und 11 (s. f. S.) zeigen diese Vorrichtung. *A* ist die Luftpumpe, *B* das Chlorcalciumrohr, *C* die mit der Mischung gefüllte Verbrennungsröhre; sie liegt in einem Bett von Holz *D* und wird mit 120° heissem Sande umgeben. Vor dem Auspumpen der Luft wird die Röhre mit der Mischung flach auf einen Tisch mehrmals aufgeklopft, so dass sich über der Mischung ein sichtbarer leerer Raum bildet; wird es versäumt, der Luft bei dem Auspumpen Raum zum Entweichen zu geben, so begiebt sich die Mischung, sobald die Luftpumpe in Bewegung

gesetzt wird, in die Chlorcalciumröhre. Indem man nun

Fig. 10.

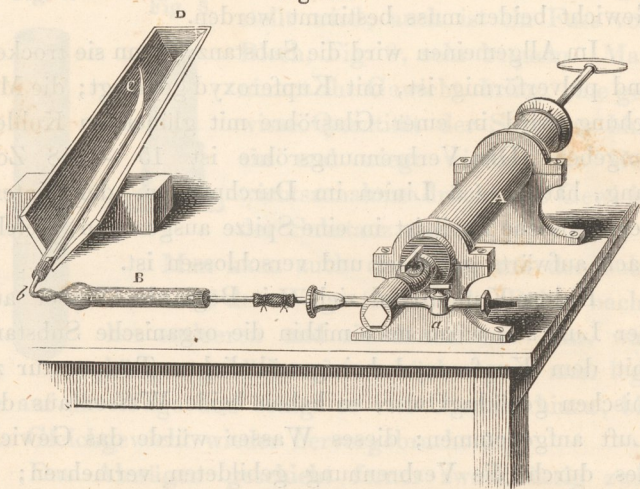
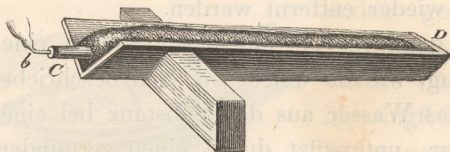


Fig. 11.



in der Verbrennungsröhre einen luftleeren Raum hervorbringt, und von Zeit zu Zeit wieder durch Oeffnen des Hahns *a* trockne Luft einströmen lässt, ist nach 10 — 12maligem Auspumpen an der Stelle *b* der Chlorcalciumröhre kein Anflug von Feuchtigkeit mehr zu bemerken, selbst wenn diese Stelle durch Umgeben mit Baumwolle, auf welche man etwas Aether schüttet, stark abgekühlt wird, und die Mischung ist als trocken zu betrachten.

Die Mischung der Substanz mit reinem Kupferoxyd geschieht in einem reinen und warmen Porzellanmörser;

je sorgfältiger die Substanz vertheilt und mit dem Kupferoxyd gemengt wird, desto leichter, vollkommener und schneller geht ihre Verbrennung von Statten.

Das durch die Verbrennung gebildete Wasser wird in der Röhre, Fig. 12, aufgefangen; sie ist mit geschmol-

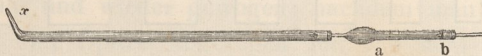
Fig. 12.



zenem Chlorcalcium, in der Kugel mit groben Stücken, in der langen Röhre mit grobem Pulver angefüllt; vor die beiden Oeffnungen dieser Röhre bei *a* und *b* wird etwas Baumwolle eingelegt, um das Herausfallen kleiner Stücken Chlorcalciums zu verhindern. Die Röhre *b* wird mittelst eines Korkes genau eingepasst, der Kork am Rande des Glases scharf abgeschnitten und mit geschmolzenem Siegelack überzogen, um alles Anhängen von Staub zu vermeiden. Das Gewicht der Röhre ist bekannt, ihre Gewichtszunahme nach der Verbrennung giebt die Menge des gebildeten Wassers.

Die Chlorcalciumröhre wird mittelst eines Korkstöpsels mit der Verbrennungsröhre in Verbindung gebracht, wie Fig. 13 zeigt. Der Korkstöpsel wird mit

Fig. 13.



einer feinen Feile durchstossen und die Oeffnung durch Nachfeilen passend gemacht. Vermittelst eines sehr scharfen Messers wird er für die Oeffnung der Verbrennungsröhre zugerichtet; man giebt ihm am besten eine cylindrische oder eine etwas konische Form, dies richtet sich nach der Oeffnung der Röhre.

Das Durchbohren des Korkstöpsels kann auch mittelst der so bequemen Mohr'schen Korkbohrer geschehen. Diese Bohrer sind bekanntlich unten geschärfte

Cylinder von Weissblech oder Messing. Sie sind entweder mit einem hölzernen Stiele versehen, Fig. 14,

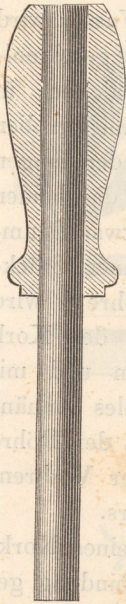


Fig. 14.

Fig. 15—17.

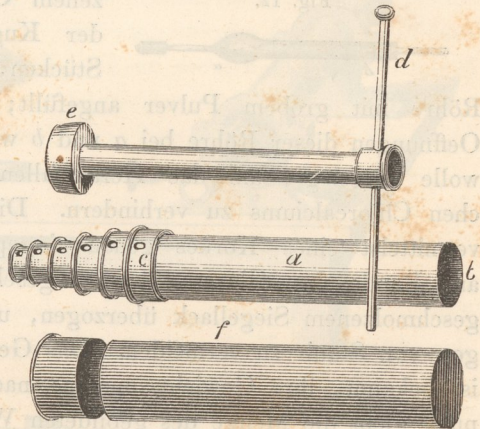
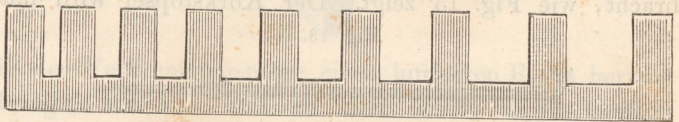


Fig. 18.



oder mit einem stärkeren Hals von Metall, durch welchen ein eiserner Hebeldraht gesteckt werden kann. Eine Suite solcher Korkbohrer, wie sie jetzt fast in allen Laboratorien gebraucht wird, ist in Fig. 15, 16 und 17 abgebildet. Fig. 15 stellt einen solchen Bohrer im Gebrauch, Fig. 16 die in einandergeschobene Suite, Fig. 17 die Büchse zur Aufbewahrung dar. Fig. 18 endlich giebt ein gezahntes Messingblech dessen Oeffnungen den Durchmessern der einzelnen Bohrer ent-

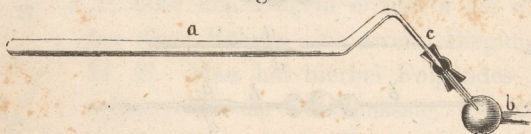


sprechen, damit man für jede Röhre schnell den geeigneten Bohrer aussuchen kann.

Das Durchstossen eines Korks mittelst eines glühenden Drahts muss man vermeiden, indem meistens hierdurch der Kork Fehler, kleine Sprünge, bekommt und aufgetrieben wird.

Einige Chemiker geben, nach dem Vorgange von Berzelius, der Chlorcalciumröhre die Form Fig. 19.

Fig. 19.



Sie ziehen die Verbrennungsröhre *a* in eine Spitze aus, welche sie in die Chlorcalciumröhre *b* hineingehen lassen; die Verbindung beider bewirken sie durch eine Kautschukröhre, welche auf beiden Seiten festgebunden wird. Nach der Verbrennung wird die Spitze der Verbrennungsröhre bei *c* abgeschnitten, das Kautschukröhrchen, ohne die Spitze aus der Chlorcalciumröhre herauszuziehen, entfernt, das Chlorcalciumrohr mit der Spitze gewogen, die Spitze hernach herausgenommen, ausgeglüht und wieder gewogen; nachdem man nun das Gewicht der Spitze abgezogen hat von dem ersteren Gewicht, erhält man das Gewicht der Chlorcalciumröhre mit der durch die Aufnahme des gebildeten Wassers hervorgebrachten Gewichtszunahme.

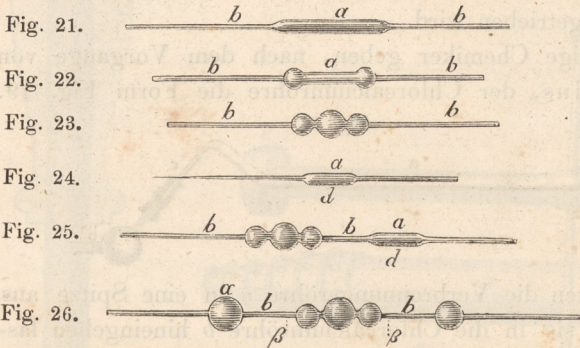
Die durch die Verbrennung gebildete Kohlensäure

Fig. 20.



wird in dem Apparate Fig. 20 aufgefangen; er wird mit Kalilauge angefüllt, und zwar so, dass in jeder Kugel noch eine kleine Luft-

blase bleibt. Dieser Apparat besteht in einer Glasröhre, in welcher 5 Kugeln ausgeblasen sind; er wird auf folgende Weise verfertigt: An eine 4 Linien weite, etwas starke Glasröhre von 3 Zoll Länge, *a*, Fig. 21, schweisst

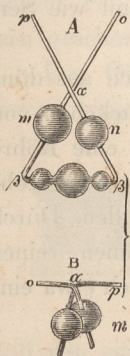


man zwei, 2 Linien weite, Barometerröhren *bb* an, schmilzt die Oeffnung der einen zu oder verstopft sie mit etwas geschmolzenem Siegelack, erweicht nun das eine Ende der dicken Glasröhre *a*, und bläst diesen Theil zu einer Kugel auf; man verfährt auf dieselbe Weise mit dem Ende der entgegengesetzten Seite, wie dies an Fig. 22 zu sehen ist; nachdem dies geschehen, wird der mittlere Theil sehr heiss gemacht und zu einer etwas grösseren Kugel aufgeblasen, wodurch das Ganze die Gestalt von Fig. 23 erhält. Man löthet nun an eine ähnliche enge Barometerröhre ein etwa zolllanges Stück *a* einer der Röhre *a* entsprechenden Glasröhre, zieht die eine Oeffnung zu einer Spitze aus, schneidet die Spitze bei *d* ab, Fig. 24, und schweisst diese Oeffnung mit der Röhre *b* zusammen; die letztere schneidet man vorher zu einer Länge von 2 Zoll ab, Fig. 25. Nachdem der Apparat so weit vollendet ist, wird das Stück *a*

zu einer Kugel  $\alpha$  aufgeblasen, Fig. 26. Auf die nämliche Art verfährt man mit dem entgegengesetzten Ende.

Die eine Kugel kann etwas kleiner seyn, als die andere; jedenfalls muss die eine so weit seyn, dass sie etwas mehr Flüssigkeit fassen kann, wie die mittlere Kugel. Man erhitzt nun über einer Spirituslampe die Stellen  $\beta\beta$  scharf an der Kugel, Fig. 26, und biegt die beiden Seitenröhren in einem Winkel von  $45^\circ$ , Fig. 27,

Fig. 27.



*A*; über den Kugeln  $m$  und  $n$  bei  $\alpha$  erhalten diese Röhren eine zweite Biegung, Fig. 27, *B*. Man hat hierbei Folgendes zu beachten: Es ist zweckmässig, die Röhre  $o$ , welche die weitere Kugel  $m$  trägt, so zu biegen, dass ihr horizontaler Theil, mit der Chlorcalciumröhre verbunden, dem Operateur zur Linken ist. Nachdem man die Röhren  $o$  und  $p$  bei  $\alpha$ , Fig. 27, *B*, erhitzt hat, biegt man sie gleichzeitig so, dass beide über einander greifen. Wenn man sich genau an die Fig. 27, *A* und *B*, hält, kann

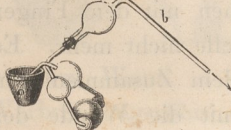
man die beste Disposition nicht verfehlen. Die scharfen Ränder der Röhren  $o$  und  $p$  werden an der Lampe glatt geschmolzen.

Um diesen Apparat mit Kalilauge zu füllen, bedient man sich einer kleinen Saugröhre, Fig. 28.

Fig. 28.



Fig. 29.



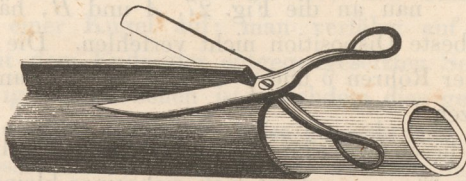
Das eine Ende des Apparates wird mit dieser Röhre mittelst eines Korkstöpsels in Verbindung gesetzt, während die andere Oeffnung  $o$  des Kaliapparates in ein passendes Gefäss mit Kalilauge taucht, Fig. 29. Man zieht nun mit dem Munde die Flüssigkeit in den Apparat.

sigkeit hinein. Nachdem dies geschehen ist, wird das inwendig feuchte Stück der Röhre *o* mit zusammengedrehtem Löschpapier vollkommen ausgetrocknet; der reine und trockne Apparat wird gewogen und mit der Chlorcalciumröhre mittelst einer Kautschukröhre verbunden.

Der Kaliapparat, mit der Lauge gefüllt, wiegt 40 bis 50 Grm. Bei einer Concentration von 1,25 bis 1,27 schäumt die Lauge nicht und ihre Absorptionsfähigkeit ist alsdann am stärksten. Natronlauge schäumt wie Seifenwasser, und muss vermieden werden.

Die Kautschukröhren schneidet man sich aus dünnen Blättern Kautschuck; man legt ein Stückchen von  $1\frac{1}{2}$  Zoll Länge so zusammen, dass dadurch eine Röhre gebildet werden kann von der Weite der Barometerröhren, welche mit einander verbunden werden sollen. Durch einen einzigen Schnitt mit einer vollkommen reinen Scheere, Fig. 30, schneidet man der Länge nach etwa eine

Fig. 30.

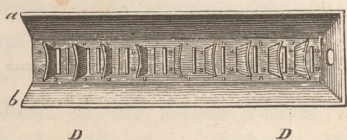


halbe Linie davon ab, und erhält auf diese Weise zwei gleiche Schnittränder, welche mit dem Nagel der beiden Daumen zusammengedrückt werden; zuletzt wird das fertige Röhrchen mehrmals stark auseinandergezogen. Wenn man die frischen Schnittflächen mit dem Finger berührt, so haften sie an dieser Stelle nicht mehr. Es ist gut, das Stück Kautschuk vor dem Zusammenlegen inwendig etwas zu befeuchten, damit die Wände der

Röhre nicht zusammenkleben. Indem man über die einfache Kautschukröhre von Neuem ein Kautschukblatt legt und dieses abermals der Länge nach mit der Scheere durchschneidet, erhält man eine doppelte Röhre, welche mehr Sicherheit als die einfache gewährt. Das Festbinden der Kautschukröhre geschieht mit starken gedrehten Seidenschnüren, deren Enden man, um das Ausgleiten zu verhüten, mit Knoten versieht. Die jetzt im Handel vorkommenden vulkanisirten Kautschukröhren, von geeignetem Durchmesser, sind den aus Blättern geschnittenen Röhren vorzuziehen.

Der Ofen, in welchem die Verbrennung der Substanz vorgenommen wird, ist Fig. 31 abgebildet; er ist

Fig. 31.



von Eisenblech, 22—24 Zoll lang, 3 Zoll hoch; der Boden ist 3 Zoll breit und mit Einschnitten in Gestalt eines Rostes versehen, die einen halben

Zoll von einander liegen; die Wände erweitern sich nach oben, ihre Entfernung *ab* kann  $4\frac{1}{2}$  Zoll betragen. Der Ofen ruht auf einem Ziegelstein und zwar so, dass die beiden vorderen Oeffnungen des Rostes offen, alle anderen hingegen durch den Ziegelstein verschlossen sind. Hat man gute Verbrennungsröhren, so lässt man den Ziegelstein weg und stellt den Ofen auf einen Dreifuß. Der ganzen Länge nach sind in dem Ofen Träger *D*

Fig. 32.



von starkem Eisenblech angebracht; sie haben die Form *D*, Fig. 32; sie sind gleich hoch und correspondiren genau mit der vordern Wand *A* des Ofens; sie sind bestimmt, die Verbrennungsröhre zu tragen.

Hat man die Absicht, stärkeres Feuer zu geben, d. h. den Zug zu vermehren, so wird der Ofen etwas auf die Seite geneigt und ein plattes Ziegelstück an zwei Stellen untergeschoben.

### Specielles Verfahren.

Die Verbrennungsröhre wird nöthigenfalls mit Wasser ausgewaschen und mit Papier, womit man einen Glasstab umwickelt hat, ausgetrocknet; nach dem Ausziehen und Zuschmelzen der Spitze wird sie sehr heiss gemacht, und eine lange engere Röhre bis auf das verschlossene Ende eingesteckt, Fig. 33. Indem man nun mit

Fig. 33.



dem Munde die Luft aus der engeren Röhre herauszieht, wird mit derselben der letzte Rest von Feuchtigkeit hinweggenommen. Die trockne Röhre wird mit etwas heissem Kupferoxyd zuletzt noch ausgespült, und dieses auf die Seite gethan. Damit man ein bestimmtes Maass für die Quantität hat, welche man mit der Substanz mischen will, füllt man jetzt die Röhre zu  $\frac{3}{4}$  ihrer Länge mit reinem Kupferoxyd aus dem Tiegel an, in dem es frisch geglüht wurde, wobei man vermeiden muss, es mit irgend einer fremden Materie in Berührung zu bringen; dieses Kupferoxyd ist bestimmt, mit der zu verbrennenden Substanz gemischt zu werden.

Die Mischung fester Materien geschieht meistens in einem heissen, tiefen Porzellanmörser mit glattem,