

Mitarbeiter und Schüler zu großem Dank verpflichten. Diese Verpflichtung wäre schwerlich größer geworden, gelänge es ihm, mir den kleinen Antheil an Verdienst abwendig zu machen, welcher mit der Entdeckung der directen Bildung metallhaltiger organischer Verbindungen und des Stannmethyls, Stannäthyls und Stannamyls verbunden ist. *Suum cuique.*

---

Ueber zwei neue Methoden zur Bestimmung des  
Stickstoffs in organischen und unorganischen  
Verbindungen;

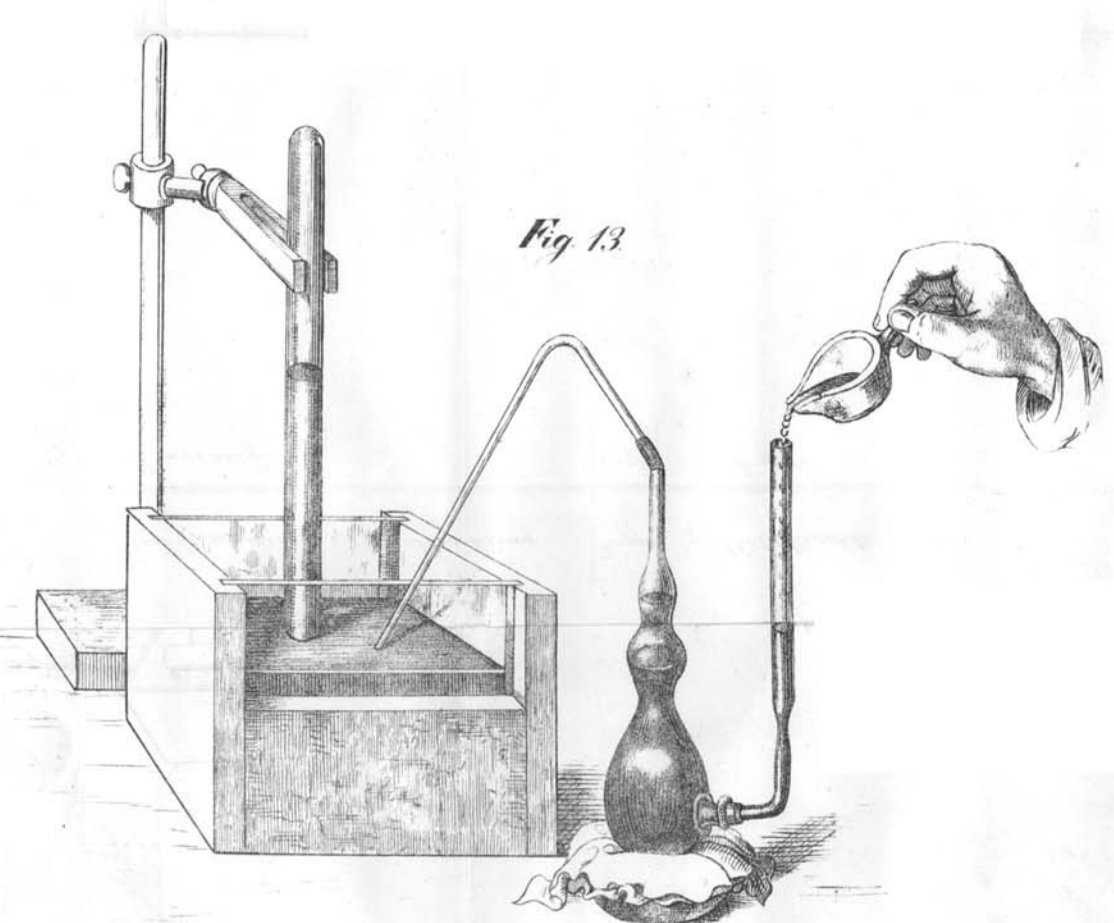
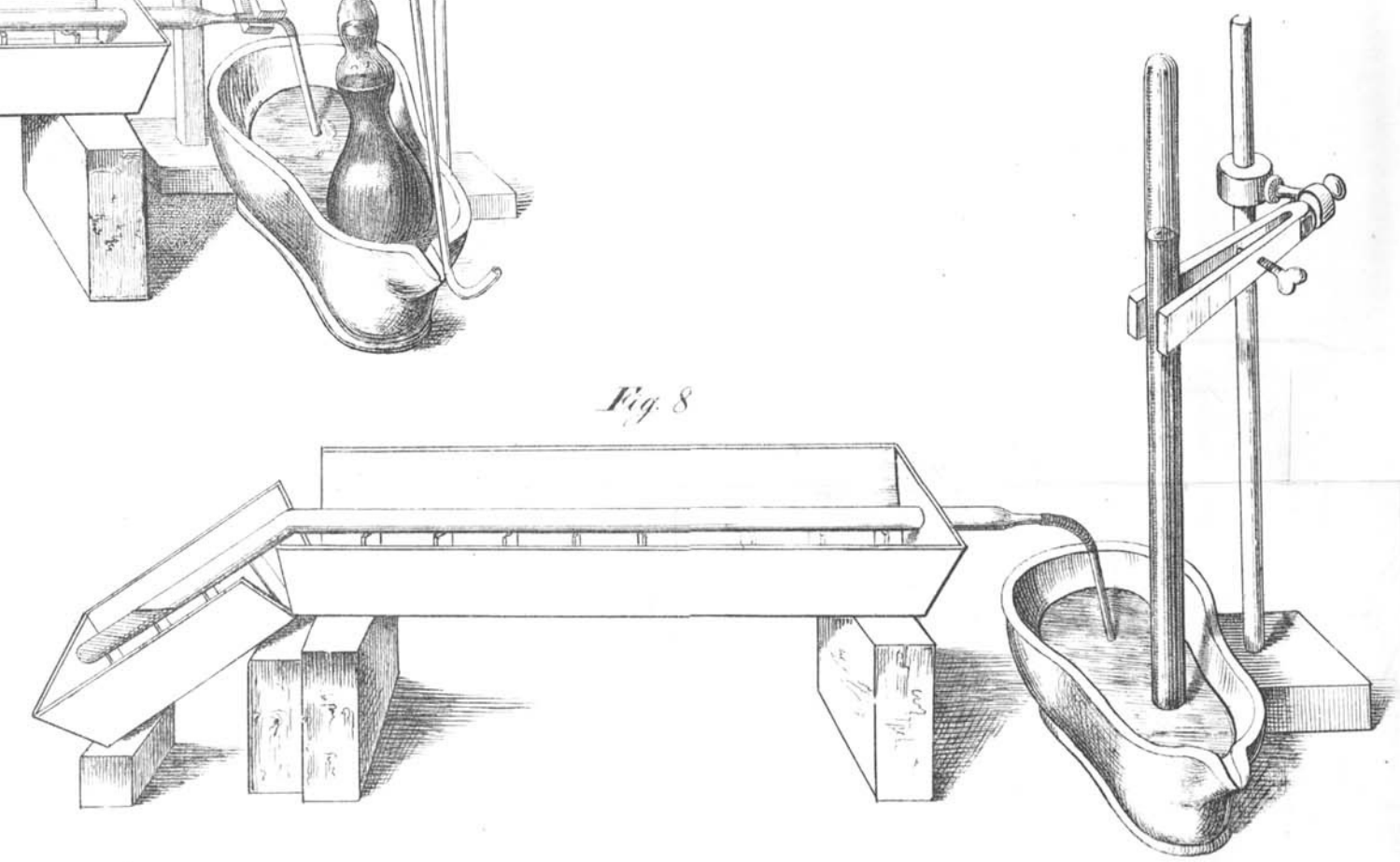
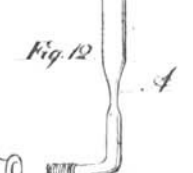
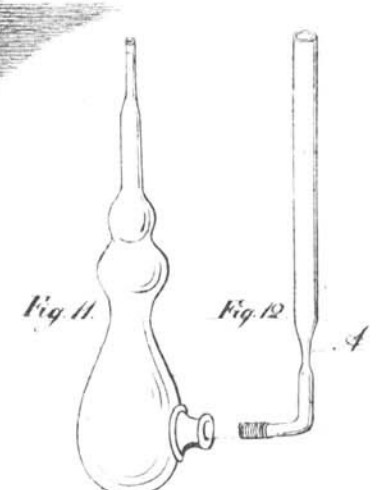
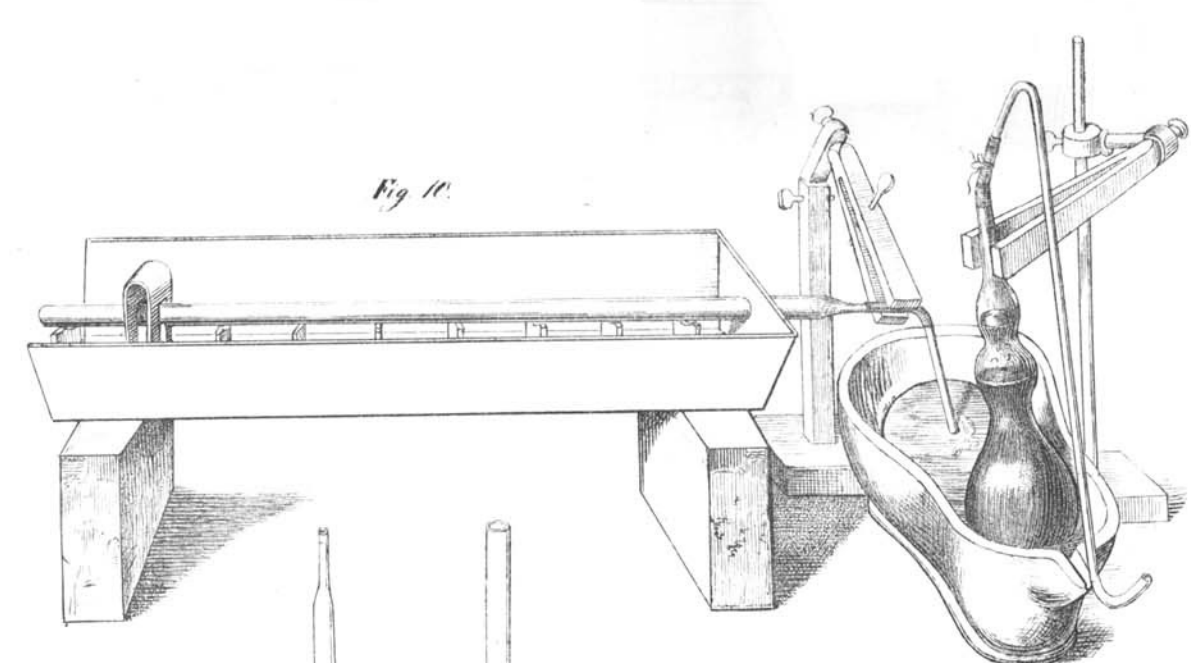
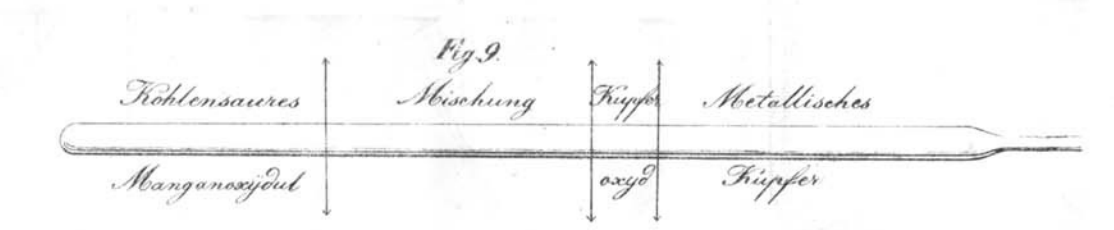
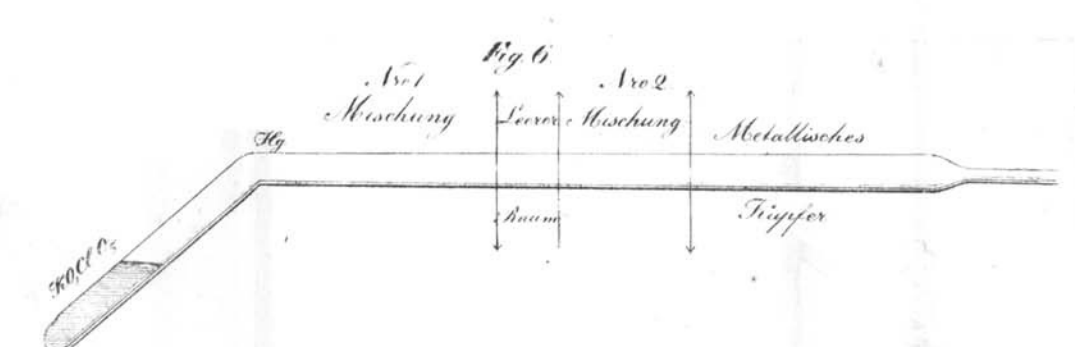
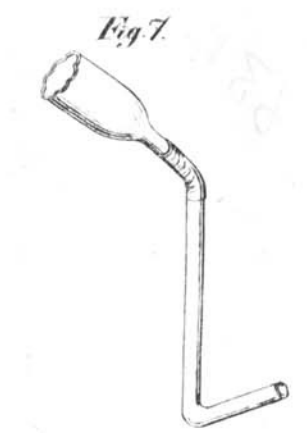
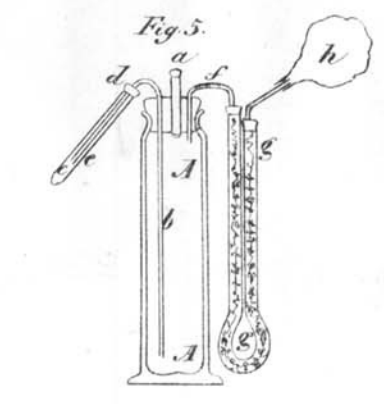
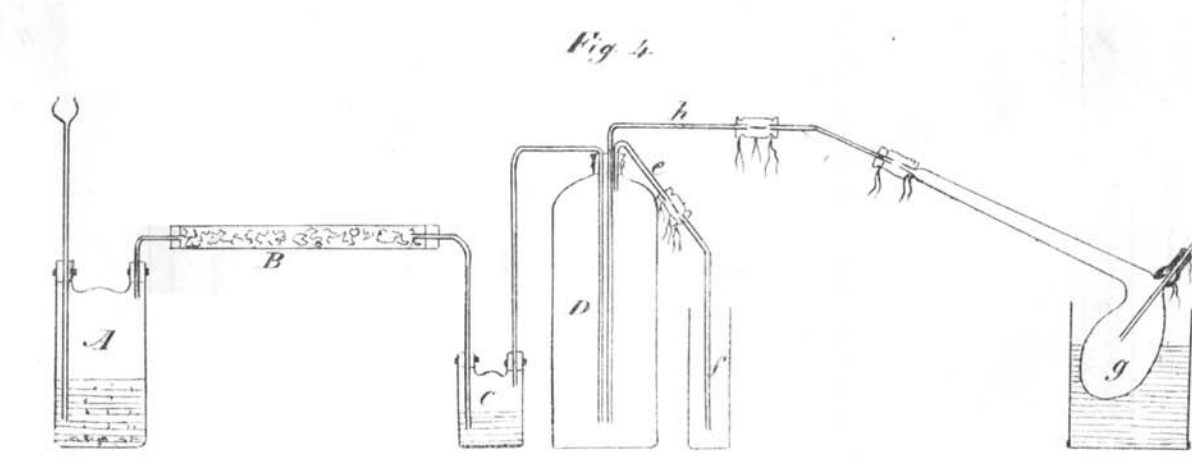
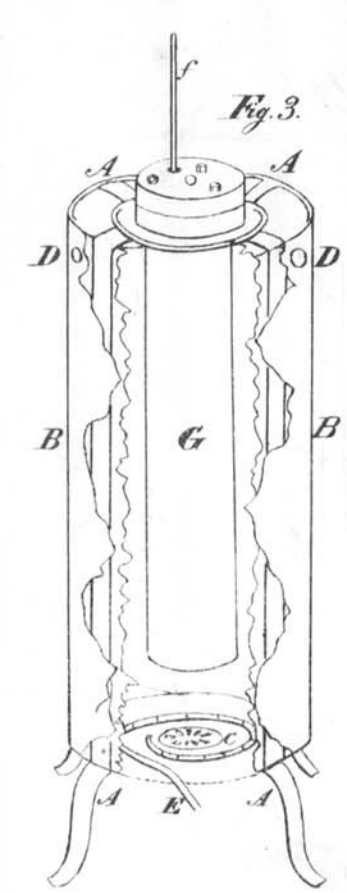
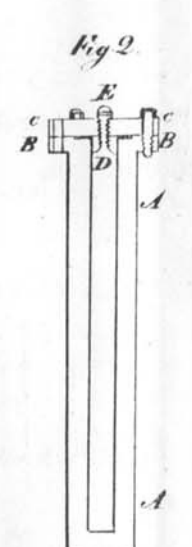
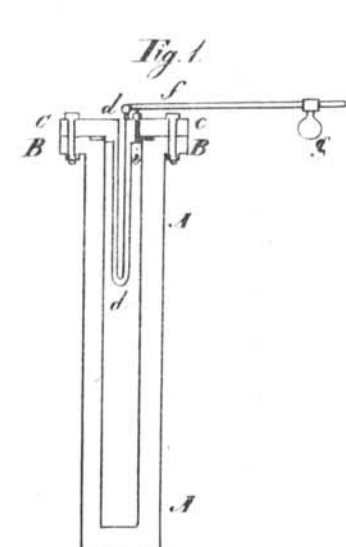
von *Maxwell Simpson.*

(Hierzu die Figuren 6 bis 13 auf Tafel II.)

---

Als ich vor einiger Zeit beschäftigt war, die Constitution verschiedener interessanter Nitroverbindungen zu untersuchen, wurde ich in meiner Arbeit durch die Schwierigkeiten aufgehalten, welche sich mir bei Bestimmung ihres Stickstoffgehalts entgegenstellten. Wegen der eigenthümlichen Constitution dieser Körper konnte ich Natronkalk mit Sicherheit hierzu nicht anwenden. Ich nahm daher zu Liebig's qualitativer Methode meine Zuflucht, die mich jedoch ganz im Stiche liefs, weil diese Verbindungen wegen ihres merkwürdig großen Kohlenstoffgehalts sich mit Kupferoxyd nicht vollkommen verbrennen lassen. Dumas' und Bunsen's Methode habe ich nicht versucht, weil offenbar dieselbe Quelle der Unsicherheit in ihnen liegt.

In der Absicht, diese Schwierigkeiten zu heben und zugleich einem Mangel abzuhelpen, den man in der organischen Chemie lange gefühlt hat, suchte ich nach einer neuen Me-



thode zur Bestimmung des Stickstoffs, und bin so glücklich gewesen, eine solche aufzufinden, die zugleich leicht auszuführen, genau und in ihrer Anwendung allgemein ist.

Ich zweifle nicht, daß das zu beschreibende Verfahren zur Analyse fast aller stickstoffhaltiger Verbindungen, sowohl organischer als unorganischer, anwendbar gefunden werden wird. Die erste, eine vergleichende Methode, läßt sich bei der Analyse derjenigen Körper gebrauchen, die im Verhältniß zum Kohlenstoff sehr viel Stickstoff enthalten. Körper, worin 1 Aeq. Stickstoff auf 10 oder 15 Aeq. Kohlenstoff kommt, können danach mit Sicherheit analysirt werden. Die zweite, eine absolute Methode, läßt sich zur Analyse fast aller Substanzen anwenden, mögen sie viel oder wenig Stickstoff enthalten.

#### *Vergleichende Methode.*

Diese Methode beruht auf demselben Princip wie die von Liebig. Die organische Substanz wird verbrannt und die sich entwickelnden Gase, nämlich Kohlensäure und Stickstoff, in einer graduirten Röhre über Quecksilber gesammelt. Man bestimmt ihr relatives Verhältniß durch Absorption der ersteren mittelst Aetzkali. Die Verbrennung geschieht jedoch mit Quecksilberoxyd statt des Kupferoxyds. Die Anwendung des ersteren macht es nöthig, eine große Menge metallisches Kupfer in den vorderen Theil des Verbrennungsrohrs zu bringen, um dadurch den freien Sauerstoff absorbiren zu lassen, der sonst mit in die graduirte Glocke treten und die Analyse ungenau machen würde.

Eine Explosion hat man nicht zu fürchten, da der Sauerstoff in dem Verbrennungsrohre stark mit Quecksilberdampf verdünnt ist. Bei dieser Methode ist natürlich erforderlich, wie bei der von Liebig, daß der Kohlenstoffgehalt der zur Analyse bestimmten Substanz zuvor bestimmt werde.

Der gute Erfolg derselben ist davon abhängig, daß alle dabei angewandten Substanzen nicht nur frei von Stickstoff, sondern auch von solchen Körpern sind, welche Kohlensäure absorbiren, wie Kali, Baryt u. s. w. Da nun der rothe Präcipitat des Handels häufig mit Salpetersäure verunreinigt ist, so muß man sich das Quecksilberoxyd zu dem Prozesse eigens selbst bereiten. Diefs geschieht am besten auf folgende Art :

Eine Auflösung von Quecksilberchlorid wird mit überschüssiger Aetzkalilauge versetzt (ein Ueberschuß ist nöthig, um die Präcipitation von Oxychlorid zu verhüten) und der entstandene Niederschlag durch Abgießen so lange gewaschen, bis die überstehende Flüssigkeit aufhört, rothes Lackmuspapier zu bläuen. Darnach wird er in eine Abdampfschale gebracht, das Flüssige mit einer Pipette hinweggenommen und tropfenweise eine Auflösung von Phosphorsäure hinzugesetzt, bis die feuchte Masse eine deutlich saure Reaction annimmt und dieselbe auch nach dem Umrühren behält. Zuletzt wird der Niederschlag getrocknet, ziemlich stark erhitzt und in einem wohlverstopften Glase zum Gebrauch aufbewahrt. Der Zusatz von Phosphorsäure verhütet mit Sicherheit die Gegenwart freien Kalis. Es ist rathsam, sich dieselbe durch Verbrennung von ein wenig Phosphor unter einer Glasglocke zu breiten.

Ich beschreibe nun den Proceß im Einzelnen.

Man schmilzt ein nahe 32 Zoll langes Verbrennungsrohr von hartem und ziemlich dickem Böhmischen Glase an einem Ende zu. Alsdann bringt man eine Quantität von 8 oder 9 Grm. chloresäures Kali, welches zuvor geschmolzen und gepulvert ist, hinein und hiegt das Rohr etwa 3 Zoll über demselben in einem stumpfen Winkel, wie es Fig. 6 darstellt. Ein Pfropf von frisch geglühtem Asbest wird bis an diesen Winkel eingetrieben. Er muß ziemlich genau einpassen,

doch aber den Durchgang von Gas gestatten. Der Zwischenraum zwischen dem chlorsauren Kali und dem Asbest ist für das Aufblähen des erstern beim Erhitzen berechnet. Zunächst werden alsdann 2 Grm. Quecksilberoxyd eingebracht und hierauf ein zweiter Asbestpfropf eingeschoben. Man wiegt ein Decigramm der zur Analyse bestimmten Substanz ab und mischt genau mit  $4\frac{1}{2}$  Grm. Quecksilberoxyd und  $1\frac{1}{2}$  Grm. Kupferoxyd\*).

Das Kupferoxyd dient bloß zur Verdünnung des Gemisches und um mangelhaftes Mischen zu ersetzen, da die obige Quantität von Quecksilberoxyd zur vollkommenen Verbrennung eines Decigramms organischer Substanz an und für sich genügen würde. Diese Mischung bringt man in das Rohr, und zwar so, daß sie eine Lage von 6 bis 7 Zoll Länge bildet. Jetzt führt man einen Asbestpfropf hinein und dann einen zweiten, der von dem ersten ungefähr 2 Zoll entfernt ist, so daß zwischen beiden ein leerer Raum bleibt, wie Fig. 6 zeigt. Eine zweite Mischung mit organischer Substanz wird bereitet aus 3 Grm. Quecksilberoxyd, 1 Grm. Kupferoxyd und 0,07 Grm. Substanz, welche man auch auf die Weise in das Rohr bringt, daß sie etwa 4 Zoll einnimmt. Endlich trägt man eine Quantität feinzertheiltes metallisches Kupfer, ungefähr 8 bis 10 Grm., in den vordern Theil des Rohrs, indem man dasselbe von der Mischung durch ein wenig Asbest ge-

---

\*) Ich möchte die Anwendung eines Gemenges von gleichen Theilen Kupferoxyd und Quecksilberoxyd zur Bestimmung des Kohlenstoffs im Graphit, im Kohlenstoffeisen, im Eiweiß und in andern schwerverbrennlichen Substanzen sehr empfehlen. Liebig's Apparat zur organischen Analyse kann ohne Aenderung gebraucht werden. Die Bestimmung des Wasserstoffs muß jedoch aufgegeben werden, da sich Quecksilberdampf im Chlorcalciumrohr verdichten und dessen Gewicht vermehren würde.

trennt hält und zu einer dünnen Lage von 6 bis 7 Zoll Länge ausbreitet \*).

Das so gefüllte Rohr wird vorn etwa 2 bis 3 Zoll lang ausgezogen und mittelst Caoutchouc ein Gasleitungsrohr von der in Fig. 7 angegebenen Gestalt daran befestigt.

Zwei Verbrennungsöfen werden jetzt so zusammengestellt, daß sie mit einander einen stumpfen Winkel machen, wie Fig. 8 zeigt. Ein alter Ofen kann hierzu vortrefflich zu-gerichtet werden, indem man denselben, etwa 12 Zoll vom Ende, quer durchschneidet. Man legt das Rohr so auf die Oefen, daß es aus dem vordern einen Zoll weit hervorragt, wie die Zeichnung zeigt. Diefs ist zur Erhaltung des Caoutchoucschlusses nöthig, da der enge Theil des Rohrs, mit welchem das Rohr in Berührung steht, während der Verbrennung durch die darin stattfindende Condensation einer großen Menge Quecksilberdampf stark erhitzt wird.

Das Gasleitungsrohr wird nun in eine Wanne unter Quecksilber getaucht und das chlorsaure Kali vorsichtig erhitzt, so daß eine rasche, doch nicht tumultuarische Gasent-wicklung entsteht. Hat der Durchgang des Gases eine Zeit lang stattgefunden, so ist es räthlich, das ungemischte Queck-silberoxyd gelinde zu erhitzen, damit auch hier etwas Sauerstoff frei wird, welcher die mechanisch in den Zwischenräumen zurückgehaltene atmosphärische Luft vollständiger austreibt. Ist das chlorsaure Salz beinahe erschöpft, so bringt man das Rohr vom zugeschmolzenen Ende bis zur Biegung zum Roth-glühen und erhält es in dieser Temperatur während des ganzen Processes, um damit das Zurückdestilliren von Zer-

---

\*) Das Kupfer bereitet man am besten durch Reduction von Kupfer-oxyd mit Wasserstoff. Geschieht diefs bei einer niedrigen Tem-peratur, so erhält man das Metall in sehr feiner Zertheilung, vor-trefflich geeignet zur Absorption von Sauerstoffgas.

68 *Simpson, über zwei neue Methoden zur Bestimmung des*  
setzungsproducten beim Erhitzen der organischen Mischung  
zu verhüten.

Nachdem die atmosphärische Luft so vollständig aus dem Rohr ausgetrieben und durch Sauerstoff ersetzt ist, schreitet man zunächst zur Verbrennung der Mischung Nr. 2. Man läßt die gasigen Producte durch das Quecksilber in die Luft entweichen, ohne sie zu sammeln. Der Grund hiervon wird später auseinandergesetzt werden. Die Verbrennung geschieht auf folgende Art.

Der leere Raum, welcher an beiden Enden durch einen eisernen Schirm geschützt werden muß, damit sich die Hitze den organischen Mischungen nicht mittheile, wird zuerst erhitzt, nachher das metallische Kupfer. Letzteres bringt man schnell zum vollen Rothglühen, und sobald sich in Folge der Absorption von Sauerstoff durch das Kupfer ein Steigen des Quecksilbers in dem Leitungsrohr bemerkbar macht, erhitzt man eine geringe Menge der Mischung Nr. 2; indem man mit dem vorderen Theile beginnt und das Uebrige durch einen Schirm schützt. Man schreitet mit der Verbrennung der ganzen Mischung fort, indem man den Schirm allmähig zurückschiebt und so jedesmal nur eine kleine Menge derselben dem Feuer aussetzt. Der leere Raum sowohl als das Kupfer müssen während der ganzen Verbrennung in vollen Rothglühen bleiben, ersterer deshalb, damit beim Erhitzen der Mischung Nr. 2 keine Zersetzungsproducte nach Nr. 1 zurückdestilliren, die von der ursprünglichen Substanz im Verhältniß ihres Kohlenstoffs und Stickstoffs abweichen könnten.

Man hat so durch Verbrennung der vorderen Mischung den Sauerstoff aus dem Theile des Verbrennungsrohrs, welcher vor dem metallischen Kupfer liegt, so wie aus dem Leitungsrohr vertrieben (der Sauerstoff hinter dem Kupfer schadet dem Processe nicht, da er das rothglühende Metall nicht

passiren kann) und durch ein Gasgemenge von derselben Zusammensetzung ersetzt, wie das, welches durch Verbrennung der hinteren Mischung entstehen wird. Da sich das Rohr jetzt in dem geeigneten Zustande befindet, so kann man das Feuer auf die Mischung Nr. 1 (Fig. 6) wirken lassen und die gasigen Producte sammeln. Diefs geschieht folgendermaßen.

Ein Eudiometer wird mit Quecksilber gefüllt und nach sorgfältiger Entfernung aller Luftblasen umgekehrt unter das Quecksilber in der Wanne getaucht. Sobald die Gasentwicklung von der Mischung Nr. 2 aufgehört, bringt man das Gasleitungsrohr unter das Eudiometer. Vor der Füllung des Eudiometers ist es nöthig, die innere Fläche mit einem Tropfen Wasser zu befeuchten, damit das hernach in demselben zu sammelnde Gas mit Feuchtigkeit gesättigt ist, eine zur genauen Messung desselben erforderliche Bedingung. Ein gewöhnliches Bunsen'sches Eudiometer wird dem Zwecke gut entsprechen, es muß nur weit genug sein. Das von mir angewandte Rohr war 550 Millimeter lang, hatte einen inneren Durchmesser von 21 Millimeter und einen Inhalt von etwa 200 Cubikcentimeter. Dieses fand ich vollkommen ausreichend, um die Producte der Verbrennung von einem Decigramm Substanz aufzunehmen. Es ist natürlich nicht nöthig, dasselbe mit Platindrähten zu versehen. In Betreff der Methode, ein Eudiometer herzustellen und zu graduiren, muß ich auf das Handwörterbuch der Chemie, Bd. II, S. 1053 verweisen.

Nachdem das Eudiometer über das Gasleitungsrohr gebracht worden, beginnt man die Verbrennung von Nr. 1, die so geleitet wird, daß sie einen langsamen, aber ununterbrochenen Gasstrom liefert. Nach Beendigung derselben erhitzt man das ungemischte Quecksilberoxyd in der Biegung des Verbrennungsrohrs, damit der sich entwickelnde Sauerstoff



die letzten Portionen von Gas in das Eudiometer treibe. Ist die Operation zu Ende, so transportirt man das Eudiometer in eine Quecksilberwanne mit Glaswänden.

Nach Verlauf von 6 bis 7 Stunden liest man das Volum des Gases ab und macht die geeignete Correction für Temperatur und Feuchtigkeit. Mit Sicherheit läßt sich nicht früher eine Beobachtung anstellen, weil sowohl das Gas als die Quecksilbersäule im Eudiometer (welche nachher mit einer kalten Barometersäule verglichen werden muß) während der Verbrennung eine hohe Temperatur annehmen, da sie dem Ofen so nahe sind. Man führt nun ein Kalikügelchen, an einem Platindraht befestigt und mit Wasser befeuchtet, in das Eudiometer. Das Kalihydrat muß außer seinem basischem Wasser so viel Krystallisationswasser als möglich enthalten \*).

Ist die Absorption der Kohlensäure vollendet und der zurückbleibende Stickstoff vollkommen trocken, so zieht man die Kugel heraus und macht eine zweite Ablesung. Diese, corrigirt für Temperatur und Druck, giebt den Stickstoff und die Differenz zwischen demselben und der ersten die Kohlensäure.

Die Vortheile dieser Methode sind folgende :

1) Die vollständige Verbrennung der organischen Substanz ist gesichert, da sie in einer Atmosphäre von Sauerstoffgas vor sich geht.

2) Die Bildung aller Oxydationsstufen des Stickstoffs ist verhütet durch den glühenden Quecksilberdampf, womit das Rohr während der Verbrennung gefüllt ist.

3) Man ist durch die Art der Analyse in Stand gesetzt, fast die ganze Menge des durch die Verbrennung der hinteren Mischung entstehenden Gases zu sammeln, so daß Koh-

---

\*) Handwörterbuch der Chemie, Bd. II, S. 1063.

lenstoff und Stickstoff fast quantitativ bestimmt werden können. Zwar bleibt bei Beendigung der Verbrennung eine kleine Menge Gas in dem Leitungsrohr, welches durch den Sauerstoff nicht in das Eudiometer getrieben werden kann, aber dies wird compensirt dadurch, daß das Leitungsrohr mit Gas von der vorderen Mischung gefüllt war, als die Verbrennung der hinteren begann, welches natürlich in das Eudiometer getrieben wurde.

Ich werde nun die Resultate der Analysen geben, welche ausgeführt wurden, um die Genauigkeit dieser Methode zu beweisen. Die angewandten Substanzen waren alle aus der Merck'schen Fabrik in Darmstadt bezogen und sehr rein.

### Harnsäure.

	Beobach- tetes Volum	Temp. C.	Höhe d. Quecks. über dem in d. Wanne	Barom.	Corrig. Vol. bei 0° C. u. 1 <sup>m</sup> Druck
Vol. d. gem. Gase					
CO <sub>2</sub> + N (feucht)	471,05	17,3°	117,0 <sup>mm</sup>	743,3 <sup>mm</sup>	270,94
Nach Absorption d. CO <sub>2</sub> (trocken)	219,54	17,2°	363,4 „	742,4 „	78,27
Verhältnifs des Volums			Gewichtsprocente		
Theorie	2,5	C : 1,000	N	33,33	N
Experiment	2,5	„ : 1,015	„	33,85	„

### Caffein I.

	Beobach- tetes Vol.	Temp. C.	Höhe d. Quecks. über dem in d. Wanne	Barom.	Corrig. Vol. bei 0° C. u. 1 <sup>m</sup> Druck
Vol. d. gem. Gase					
CO <sub>2</sub> + N (feucht)	489,28	18,5°	103,7 <sup>mm</sup>	740,0 <sup>mm</sup>	284,32
Nach Absorption d. CO <sub>2</sub> (trocken)	183,62	18,5°	403,1 „	738,3 „	57,64
Verhältnifs des Volums			Gewichtsprocente		
Theorie	4	C : 1,000	N	28,86	N
Experiment	4	„ : 1,017	„	29,36	„

*Caffein II.*

	Beobach- tetes Vol.	Temp. C.	Höhe d. Quecks. über dem in d. Wanne	Barom.	Corrig. Vol. bei 0° C. u. 1 <sup>m</sup> Druck
Vol. d. gem. Gase					
CO <sub>2</sub> +N (feucht)	406,98	19,1°	149,3 <sup>mm</sup>	743,2 <sup>mm</sup>	219,65
Nach Absorption					
d. CO <sub>2</sub> (trocken)	141,95	18,7°	411,4 „	745,8 „	44,42
Verhältnifs des Volums			Gewichtsprocente		
Theorie	4 C :	1,000 N		28,86 N	
Experiment	4 „ :	1,014 „		29,26 „	

*Asparagin.*

	Beobach- tetes Vol.	Temp. C.	Höhe d. Quecks. über dem in d. Wanne	Barom.	Corrig. Vol. bei 0° C. u. 1 <sup>m</sup> Druck
Vol d. gem. Gase					
CO <sub>2</sub> +N (feucht)	347,15	18,9°	194,7 <sup>mm</sup>	743,2 <sup>mm</sup>	172,82
Nach Absorption					
d. CO <sub>2</sub> (trocken)	110,49	19,5°	407,9 „	741,4 „	34,58
Verhältnifs des Volums			Gewichtsprocente		
Theorie	4 C :	1,000 N		21,21 N	
Experiment	4 „ :	1,0007 „		21,22 „	

*Hippursäure.*

	Beobach- tetes Vol.	Temp. C.	Höhe d. Quecks. über dem in d. Wanne	Barom.	Corrig. Vol. bei 0° C. u. 1 <sup>m</sup> Druck
Vol. d. gem. Gase					
CO <sub>2</sub> +N (feucht)	423,24	19,4°	124,4 <sup>mm</sup>	736,7 <sup>mm</sup>	235,35
Nach Absorption					
d. CO <sub>2</sub> (trocken)	54,7	19,4°	485,4 „	736,3 „	12,81
Verhältnifs des Volums			Gewichtsprocente		
Theorie	18 C :	1,000 N		7,82 N	
Experiment	18 „ :	1,036 „		8,10 „	

*Chinin.*

	Beobach- tetes Vol.	Temp. C.	Höhe d. Quecks. über dem in d. Wanne	Barom.	Corrig. Vol. bei 0° C. u. 1 <sup>m</sup> Druck
Vol. d. gem. Gase					
CO <sub>2</sub> + N (feucht)	441,18	17,5°	112,9 <sup>mm</sup>	739,7 <sup>mm</sup>	253,78
Nach Absorption d. CO <sub>2</sub> (trocken)	55,9	18,4°	493,4 „	741,9 „	13,01
Nach Laurent's Formel	Verhältnifs des Volums		Gewichtsprocente		
C <sub>38</sub> H <sub>22</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Theorie	19 C	: 1,000 N	9,03 N	
	Experiment	19 „	: 1,027 „	9,27 „	

Die eben beschriebene Methode ist nicht blofs leicht auszuführen, sondern gewährt dabei auch eine hinreichende Genauigkeit. In der That läfst sich gröfsere Genauigkeit durch Dumas' absolute Methode nicht erreichen, bei welcher 3 bis 6 Decigramm Substanz angewendet werden müssen und wobei man alle Beschwerlichkeit des Trocknens und genauen Wiegens zu bestehen hat \*).

Wie man sieht, liegt der Fehler bei allen diesen Analysen in derselben Richtung und kann mit völliger Sicherheit bei den erhaltenen Resultaten in Rechnung gezogen werden.

Quellen der Ungenauigkeit sind :

1) Dem Quecksilberoxyde im Verbrennungsrohre hängt mit grofser Hartnäckigkeit Luft an, welche selbst durch verlängertes Durchleiten von Gas nicht gänzlich entfernt werden kann. Nach der Art der Analyse ist es jedoch blofs die der hintern, nur 6 Grm. betragenden, Mischung anhängende Luft, welche ins Eudiometer tritt und die Genauigkeit der Analyse beeinträchtigt.

2) Nach dem Princip der Methode hängt die Genauigkeit der Resultate von der Correctheit der Kohlenstoffbestimmung ab.

---

\*) Handbuch der analyt. Chemie von Rose, II, 814.

3) Es ist unmöglich, die Kalikugel in das Eudiometer einzuführen, ohne zugleich etwas Luft mit einzulassen.

Sucht man grössere Genauigkeit, als diese Methode gewährt, oder soll ein stickstoffarmer Körper analysirt werden, so muß man die folgende Methode anwenden, welche alle diese Fehlerquellen ausschließt.

#### *Absolute Methode.*

Sie beruht auf demselben Princip, wie die von Dumas. Ein bekanntes Gewicht der zur Analyse bestimmten Substanz wird in einem Rohre verbrannt, aus welchem vorher die atmosphärische Luft durch Kohlensäure ausgetrieben ist, und die gasigen Producte werden über Quecksilber in einem Gefäße gesammelt, welches Aetzkalilauge enthält. Alle Kohlensäure wird absorbirt und nur der Stickstoff bleibt zurück. Das Volum des letzteren wird hernach bestimmt und sein Gewicht berechnet.

Um die in diesem Processe nöthige Kohlensäure zu erhalten, habe ich immer kohlensaures Manganoxydul statt des zweifach-kohlensauren Natrons oder des kohlensauren Kupferoxyds angewendet, welche bei Processen dieser Art gewöhnlich gebraucht werden, und zwar weil jenes mehr Kohlensäure und, wie ich glaube, weniger Wasser enthält, als diese Substanzen. Es läßt sich vortheilhaft aus dem unreinen Manganchlorür darstellen, welches in den meisten Laboratorien bei Bereitung von Chlor in großer Menge abfällt. Diefes wird zur Trockne verdampft, in Wasser gelöst, filtrirt und allmähig mit kohlensaurem Natron versetzt, bis alles Eisen niedergeschlagen ist. Man filtrirt dann wieder und fügt einen Ueberschuß an kohlensaurem Natron zu, welches alles Mangan als kohlensaures Salz niederschlägt. Der Niederschlag wird durch Abgießen gut gewaschen, im Wasserbade ge-

trocknet und in einem gut verstopften Glase zum Gebrauche aufbewahrt.

Wie bei der vorigen, so wird auch bei dieser Methode Quecksilberoxyd zur Verbrennung benutzt und muß auf dieselbe Weise dargestellt werden. Ich will jetzt eine specielle Beschreibung des Processes geben.

Man wählt ein Verbrennungsrohr von hartem Glase,  $2\frac{1}{2}$  bis 3 Fufs lang, mit ziemlich starken Wänden und schmilzt es an einem Ende zu. Dann mischt man in einem Mörser 12 Grm. kohlensaures Manganoxydul genau mit 2 Grm. Quecksilberoxyd und bringt das Gemenge in das Rohr (Fig. 9). Durch den Zusatz des Oxyds wird die mögliche Bildung von Kohlenoxyd verhütet, herrührend von organischen Substanzen im Mangan oder von andern Ursachen. Einen Zoll weit von dem kohlensauren Salze bringt man einen Pfropf von frisch geglühtem Asbest ein, so dafs, wenn das Rohr horizontal liegt, für den Durchgang von Gas ein Kanal bleibt. Eine Quantität der zur Analyse bestimmten Substanz, die zuvor gepulvert und im Wasserbade so lange getrocknet ist, bis sie nichts mehr an Gewicht verliert, wird noch warm in eine kleine, durch einen Kork verschließbare Glasröhre gefüllt und mit dieser gewogen. Man gießt alsdann ungefähr 5 bis 6 Decigramm davon behutsam in einen gut glasierten Mörser aus und wiegt das Rohr wieder; die Differenz der beiden Wägungen giebt genau die Menge der zur Analyse verwendeten Substanz. Man mischt sofort in einem andern Mörser genau etwas frisch geglühtes Kupferoxyd und Quecksilberoxyd, im Verhältnifs von 2 zu  $2\frac{1}{2}$  Theilen, trocknet die Mischung in einer Abdampfschale und wiegt so viel davon ab, dafs  $4\frac{1}{2}$  Grm. auf jedes Decigramm der zu verbrennenden Substanz kommen. Sechs Decigramm erfordern demnach 27 Grm. der gemischten Oxyde. Diefs giebt genug Sauerstoff zur vollständigen Verbrennung irgend einer organischen Substanz.

Die Oxyde werden danach in den Mörser gethan, welcher die zur Analyse bestimmte Substanz enthält, genau damit gemischt, und ohne Verlust in das Verbrennungsrohr eingetragen, in welches zuvor etwa 1 Grm. Quecksilberoxyd eingeschüttet war.

Der Mörser wird noch mit ein wenig reinem Kupferoxyd und etwas von der Mischung ausgespült und alles gleichfalls in das Rohr eingefüllt. Man setzt dann einen Asbestpfropf vor, ungefähr 10 bis 11 Zoll von dem ersten, so daß bei horizontaler Lage des Rohrs die organische Substanz keine zu dicke Lage bildet. Der Asbest muß jede Partikel der an den Wänden des Rohrs befindlichen organischen Substanz hinwegnehmen. Man bringt nun eine Quantität reines Kupferoxyd ein, hinreichend, um einen Raum von 2 bis 3 Zoll im Rohre auszufüllen, dann einen andern Asbestpfropf und endlich etwa 12 bis 15 Grm. fein zertheiltes metallisches Kupfer, eben so bereitet, wie bei der vorhergehenden Methode. Das Kupfer muß etwa 7 bis 8 Zoll des Rohrs einnehmen. Dieses wird nun ausgezogen und durch Caoutchouc mit einem Gasleitungsrohr verbunden, von derselben Größe und Gestalt, wie oben angegeben, nur mit dem Unterschiede, daß das Ende, welches unter Quecksilber getaucht wird, statt eines spitzen einen rechten Winkel bildet.

Durch Klopfen des Rohrs auf einem Tische wird der Inhalt desselben hinreichend zusammengerüttelt, um den sich entwickelnden Gasen von einem Ende zum andern Durchgang zu gewähren.

Das so zubereitete Rohr wird in den Verbrennungssofen gelegt, so daß es mit dem weiten Theile einen Zoll darüber hinausreicht (Fig. 10). Das Gasleitungsrohr taucht man unter das Quecksilber in der Wanne und befestigt es in dieser Lage durch einen hölzernen Halter. Alsdann wird ein Schirm über das Rohr gestellt, etwa  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Zoll von dem zuge-

schmolzenen Ende entfernt. Ueber den so abgesonderten Theil legt man nur einige Minuten lang glühende Kohlen, bis die Kohlensäure die darin enthaltene atmosphärische Luft ausgetrieben hat, bringt dieselben dann auf die andere Seite des Schirms, und erhitzt langsam weiter fortschreitend den ganzen vorderen Theil des kohlensauren Manganoxyduls. Gleichzeitig muß das metallische Kupfer und das ungemischte Kupferoxyd im vorderen Theile des Rohrs zum Rothglühen gebracht werden. Die die organische Substanz enthaltende Mischung ist dabei durch einen Schirm vor der Hitze geschützt. Indem die Kohlensäure über das rothglühende Kupfer und Kupferoxyd hinwegstreicht, nimmt sie jede Spur mechanisch anhängender atmosphärischer Luft mit hinweg.

Sobald die Gasentwicklung aufgehört hat, führt man das Ende des Gasleitungsrohrs, ohne dasselbe über die Oberfläche des Quecksilbers zu heben, in den Fig. 10 dargestellten Gasapparat, der zuvor sorgfältig mit Quecksilber gefüllt worden, mit Ausnahme des oberen Theils, welcher 16 oder 17 Cubikcentimeter concentrirte Kalilauge enthält, und erhitzt dann die organische Mischung. Während der ganzen Verbrennung muß der Theil des Rohrs vor dem Schirm, wo das erschöpfte Mangansalz liegt, rothglühend erhalten werden.

Ehe ich weiter gehe, wird es nöthig sein, eine genaue Beschreibung dieses Gasapparats und seiner Construction zu geben, besonders da ich ihn einer ausgedehnten Anwendung für fähig halte. Man verschafft sich ein Glasgefäß von der in Fig. 11 angegebenen Gestalt, welches ungefähr 200 Cubikcentimeter faßt; der obere Theil desselben darf nicht mehr als 7 bis 8 Millimeter äußeren Durchmesser haben. Ein Rohr von dickem vulkanisirtem Caoutchouc,  $1\frac{1}{2}$  Zoll lang, wird einen halben Zoll lang über die Spitze gezogen, an die es genau anschließen muß, und mit einer seidenen Schnur gehörig festgebunden, so daß 1 Zoll desselben über dem



Apparat bleibt. Ein Glasstab, einen halben Zoll lang, an den Enden abgeschliffen und von demselben Durchmesser, wie das Caoutchoucrohr, wird in demselben hinabgedrückt, bis er das Glasgefäß berührt. In den oberen Theil des Rohrs setzt man dann ein Stück einer Thermometerröhre, gleichfalls von demselben Durchmesser, wie das Caoutchouc, und mit feiner Haaröffnung, welche, wie Fig. 10 zeigt, gebogen ist, so tief ein, daß zwischen dem Glasstabe, dem gebogenen Rohre und dem Gasgefäße kein Zwischenraum bleibt, und befestigt sie darin gehörig mit einer seidenen Schnur. Zuletzt wird eine Seidenschnur auch um den Theil des Caoutchoucs gelegt, wo der feste Glasstab sich befindet. Vor dem Gebrauch des Apparats müssen die Fugen probirt werden, indem man denselben theilweise mit Quecksilber füllt, die Oeffnung unter Quecksilber taucht und beobachtet, ob das Niveau desselben constant bleibt.

Haben sich die Fugen als dicht erwiesen, so wird der Apparat mit Quecksilber und Kalilauge gefüllt, das Gasleitungsrohr unten eingefügt und das Feuer bis an die organische Mischung auf oben beschriebene Weise ausgedehnt. Man unterhält einen langsamen, aber ununterbrochenen Gasstrom, indem man den Schirm allmählig weiter rückt und so immer nur eine kleine Menge der Mischung der Wirkung des Feuers aussetzt.

Ist die Verbrennung zu Ende, so wird das noch unzersetzte kohlen saure Manganoxydul am verschlossenen Ende des Rohrs erhitzt und damit jede Spur von Stickstoff in den Gasapparat getrieben. Wenn die Gasblasen, welche in die Lauge treten, völlig absorbirt werden, so ist die Operation zu Ende und das Leitungsrohr kann vom Apparate entfernt werden. Während der ganzen Verbrennung muß das metallische Kupfer im vorderen Theile des Verbrennungsrohrs in vollem Rothglühen erhalten werden.

Hat man so allen bei der Verbrennung der organischen Substanz freigewordenen Stickstoff gesammelt, so ist die nächste Aufgabe, denselben zur Messung in ein Eudiometer überzutragen. Diefs geschieht auf folgende Art.

Ein Rohr, von der in Fig. 12 gegebenen Gestalt, welches bei *A* verdickt worden und dessen Durchmesser hier beträchtlich vermindert ist, wird mittelst eines durchbohrten Korks unter dem Quecksilber fest in den Tubulus des Gasgefäßes eingepaßt, wobei man Sorge trägt, daß nicht zugleich mit dem Korke Luft eintritt. Diefs wird am besten durch Anfeuchten desselben mit Aetzsublimat vor dem Hineinstecken vermieden. Jetzt wird Quecksilber in das Rohr gegossen, bis sein Niveau beträchtlich höher ist, als im Gasgefäße. Der ganze Apparat wird dann aus dem Quecksilber genommen, in eine Quecksilberwanne mit Glaswänden gebracht und dort ein bis zwei Stunden gelassen, damit die Absorption der Kohlensäure vollständig vor sich gehe. Inzwischen füllt man ein Eudiometer, ähnlich dem in dem vorigen Processe angewandten, welches jedoch nicht so lang zu sein braucht, sorgfältig mit Quecksilber, nachdem es zuvor mit einem Tropfen Wasser befeuchtet ist, und kehrt es unter dem Quecksilber in der Wanne um. Das Ende des mit dem Gasapparate verbundenen Rohrs wird jetzt unter diefs Eudiometer gebracht, die mittlere Schnur von dem Caoutchouc weggenommen und Quecksilber in das aufrechtstehende Rohr gegossen, Fig. 13. Auf diese Weise wird das Gas allmählig in das Eudiometer getrieben. Wenn es fast ganz übergetrieben ist, so muß das Quecksilber tropfenweise zugesetzt werden, bis die Kalilauge in dem gebogenen Rohre über dem Caoutchouc bemerkbar wird, worauf dann der Apparat entfernt werden kann. Man hat besondere Sorgfalt darauf zu verwenden, daß das Quecksilber beim Eingießen keine Luftblasen in den Apparat mit niederreißt. Diefs wird am besten dadurch

vermieden, daß man das aufrechtstehende Rohr vor dem Ablösen der Schnur mit Quecksilber füllt, alle Blasen mit einem Kupferdraht entfernt, und nachher, wenn die Schnur losgemacht ist, so viel Quecksilber nachschüttet, als Gas ausgetrieben wird, so daß man das Rohr fast immer voll erhält. Dieß ist leicht geschehen, wenn die Caoutchoucverbindung so beschaffen ist, so daß sie das Gas nicht ohne beträchtlichen Widerstand durchläßt.

Man hat nun genau die im Gasapparate enthalten gewesene Quantität Gas in das Eudiometer transportirt. Freilich war beim Anfang der Ueberführung des Stickstoffs das Haarrohr voll Luft, die natürlich mit in das Eudiometer getrieben wurde, dieß wird jedoch genau durch ein gleiches Maass von Stickstoff compensirt, welcher nämlich bei dem Auseinandernehmen des Apparats in dem Haarrohr zurückbleibt. Mittelst dieses Apparats und mit Anwendung einer sehr geringen Menge Quecksilber sind wir folglich im Stande, das Gas nicht nur vollständig in das Eudiometer zu bringen, sondern es auch gänzlich von der Kalilauge zu trennen, die durch die Tension ihres Dampfs sonst die exacte Messung des Gases beeinträchtigen würde.

Das Gasvolum wird jetzt abgelesen und für Temperatur und Wasserdampf gehörig corrigirt. Die wirkliche Zahl der Cubikcentimeter, welche es einnimmt, und sein Gewicht werden nachher durch Rechnung bestimmt.

Die Vortheile dieser Methode sind folgende :

1) Wie in dem vorigen Processe ist die völlige Verbrennung des organischen Körpers gesichert und die Bildung aller Oxydationsstufen des Stickstoffs vermieden.

2) Durch Anwendung des von mir beschriebenen Apparats ist die Genauigkeit der Gasmessung über Quecksilber gesichert, während bei ähnlichen Processen der Stickstoff bisher immer über Wasser gemessen wurde.

3) Sie ist anwendbar bei fast allen stickstoffhaltigen Verbindungen, mögen sie viel oder wenig Kohlenstoff oder Stickstoff enthalten, und ganz unabhängig von dem Zustande, in welchem das letztere Element sich befindet, als Ammoniak, Amidogen oder in Verbindung mit Sauerstoff.

4) Der Proceß ist sehr leicht ausführbar, erfordert nur wenige Stunden zu seiner Vollendung und schließt auffallend wenige Fehlerquellen ein.

Ich will jetzt die Resultate der Analysen geben, welche ausgeführt wurden, um ihre Genauigkeit zu prüfen.

### Narcotin.

Angewandte Substanz 0,5756 Grm.

	Beobach- tetes Vol.	Temp. C.	Höhe d. Quecks. über d. in d. Wanne	Barom.	Corrig. Vol. bei 0° C. u. 760 <sup>mm</sup> Druck
Vol. des Stick- stoffs(feucht)	71,67	21,0°	211,2 <sup>mm</sup>	745,2 <sup>mm</sup>	44,97 =
15,793 Cubikcentimeter, welche wiegen				0,01989 Grm.	=
3,45 pC. Stickstoff.					

	Procent Theorie	Liebig	Regnault		Hofmann
			1.	2.	
C <sub>46</sub>	64,61	64,09	64,01	64,50	64,53
H <sub>25</sub>	5,85	5,50	5,96	5,97	6,21
N	3,31	2,51	3,46	3,52	3,30
O <sub>14</sub>	26,23		26,57	26,01	25,96
	100,00.				

### Morphin.

Angewandte Substanz 0,5562 Grm.

	Beobach- tetes Vol.	Temp. C.	Höhe d. Quecks. über d. in d. Wanne	Barom.	Corrig. Vol. bei 0° C. u. 760 <sup>mm</sup> Druck
Vol. des Stick- stoffs(feucht)	94,1	23,2°	186,7 <sup>mm</sup>	744,3 <sup>mm</sup>	60,97 =
21,412 Cubikcentimeter, welche wiegen				0,026979 Grm.	=
4,852 pC. Stickstoff.					

	Procent Theorie	Liebig	Regnault		Will	Dumas
			1.	2.		
C <sub>34</sub>	71,57	72,34	72,87	72,41	72,50	72,02
H <sub>19</sub>	6,66	6,366	6,86	6,84	—	7,06
N	4,91	4,995	5,01	5,01	6,72	5,53
O <sub>6</sub>	16,86	16,299	15,26	15,74	—	14,84
<hr/>						
	100,00.					

Die Formel C<sub>33</sub>H<sub>20</sub>NO<sub>6</sub> giebt 4,80 pC. Stickstoff.

### *Codein.*

Angewandte Substanz 0,5517 Grm.

	Beobach- tetes Vol.	Temp. C.	Höhe d. Quecks. über d. in d. Wanne	Barom.	Corrig. Vol. bei 0° C. u. 760 <sup>mm</sup> Druck
Vol. des Stick- stoffs (feucht)	88,04	20,7°	197,3 <sup>mm</sup>	745,6 <sup>mm</sup>	56,88 =
19,976 Cubikcentimeter, welche wiegen				0,02517 Grm.	=
4,56 pC. Stickstoff.					

	Procent Theorie	Regnault		Gerhardt
		1.	2.	
C <sub>36</sub>	72,24	74,32	73,94	73,30
H <sub>21</sub>	7,02	7,19	7,23	7,19
N	4,67	4,89	4,86	4,89
O <sub>6</sub>	16,07	13,60	13,94	14,62.

Diese Formel, von Gerhardt gegeben, ist neuerdings von Anderson bestätigt \*).

### *Nicotin.*

Um es wasserfrei zu erhalten, erhitze ich dasselbe in einem Oelbad auf 140° C. und hielt es in dieser Temperatur länger als eine Stunde, während ein Strom von trockenem Wasserstoffgas hindurch strich.

\*) Diese Annalen LXXVII, 341.

Eine geringe Modification des Processes ist nöthig, um ihn für die Analyse von Flüssigkeiten anwendbar zu machen. Das Mangansalz wird in das Verbrennungsrohr gebracht und darauf wie gewöhnlich ein Asbestpfropf. Ein zweiter Pfropf kommt nun ungefähr 3 Zoll von dem ersten, so daß zwischen beiden ein leerer Raum bleibt. Alsdann macht man sich eine Glaskugel mit langem Halse und Haarröhrchenöffnung und wiegt dieselbe. Sie wird mit Ausnahme des Halses ganz mit der zu analysirenden Flüssigkeit gefüllt, zugeschmolzen und wieder gewogen. Zunächst bringt man nun etwas Kupferoxyd in das Rohr, dann die Kugel mit abgebrochenem Halse und endlich noch mehr Kupferoxyd, bis der Hals halb bedeckt ist. Alsdann wird eine Mischung aus 15 Theilen Kupferoxyd und 10 Thln. Quecksilberoxyd gemacht, wovon man so viel abwägt, daß auf jeden Decigramm des zur Analyse bestimmten Fluidums 8 Grm. kommen, und bringt dieselbe in das Rohr, das davon auf 8 bis 10 Zoll gefüllt wird. Etwas ungemischtes Kupferoxyd wird hinzugefügt, hinreichend, um eine Lage von 3 Zoll Länge auszufüllen. Das Uebrige des Rohrs wird wie zuvor gefüllt. Es wird nun in den Ofen gelegt und das Mangansalz wie gewöhnlich erhitzt, wobei man die Glaskugel während des Durchgangs des Gases ganz kalt hält. Zunächst wird das metallische Kupfer und das Kupferoxyd erhitzt; das Feuer wird dann auf die Mischung ausgedehnt, wovon man eine kleine Quantität erhitzt, während man zugleich eine rothglühende Kohle in die Nähe der Kugel bringt. Allmählig verbreitet man das Feuer rückwärts bis zu der Kugel, die so zu erhitzen ist, daß sich eine langsame aber constante Gasentwicklung einstellt. Der übrige Proceß wird wie zuvor ausgeführt.

Wenn eine sehr flüchtige Flüssigkeit analysirt werden soll, so ist es rathsam, zum Erhitzen des Mangansalzes eine Retorte anzuwenden.

Angewandte Substanz 0,3312 Grm.

	Beobach- tetes Vol.	Temp. C.	Höhe d. Quecks. über d. in d. Wanne	Barom.	Corrig. Vol. bei 0° C. u. 760 <sup>mm</sup> Druck
Vol. des Stick- stoffs (feucht)	170,51	19,7°	112,0 <sup>mm</sup>	744,9 <sup>mm</sup>	128,38 =
45,087 Cubikcentimeter, welche wiegen 0,056809 Grm. =					
17,15 pC. Stickstoff.					

	Procent Theorie	Barral	Melsens
C <sub>10</sub>	73,17	73,33	74,3
H <sub>8</sub>	9,76	9,42	8,8
N	17,07	17,04	17,3.

Die Formel C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>N giebt 17,28 pC. Stickstoff.

### *Salpetersaures Kali.*

Bei dieser Analyse gebrauchte ich ein kürzeres Verbrennungsrohr und weniger Mangansalz. 0,5033 Grm. des salpetersauren Salzes, welches zuvor wasserfrei gemacht worden, wurden abgewogen und zur Sicherung einer vollständigen Zersetzung in einem Mörser mit 1½ Grm. vollkommen trockenem zweifach-schwefelsaurem Kali gemischt. Alsdann wurden 12 Grm. einer Mischung aus gleichen Theilen Kupferoxyd und Quecksilberoxyd hinzugefügt und das Ganze gut zusammengerieben. Diese Mischung kam in das Rohr. Uebrigens wurde die Analyse wie zuvor angegeben ausgeführt.

	Beobach- tetes Vol.	Temp. C.	Höhe d. Quecks. über d. in d. Wanne	Barom.	Corrig. Vol. bei 0° C. u. 760 <sup>mm</sup> Druck
Vol. des Stick- stoffs (feucht)	200,17	22,3	84,6 <sup>mm</sup>	743,2 <sup>mm</sup>	154,89 =
54,397 Cubikcentimeter, welche wiegen 0,0685402 Grm. =					
13,62 pC. Theorie = 13,83 pC.					

### *Chlorammonium.*

Bei dieser Analyse wurde gleichfalls ein kürzeres Rohr und weniger Mangansalz angewendet.

Angewandte Substanz 0,3101 Grm.

	Beobach- tetes Vol.	Temp. C.	Höhe d. Quecks. über d. in d. Wanne	Barom.	Corrig. Vol. bei 0° C. u. 760 <sup>mm</sup> Druck
Vol. des Stick- stoffs (feucht)	228,37	22,7°	56,5 <sup>mm</sup>	744,8 <sup>mm</sup>	184,51 =
64,799 Cubikcentimeter, welche wiegen				0,08164 Grm.	=
26,32 pC. Stickstoff. Theorie =					26,21 pC.

Diese Analysen lassen wenig zu wünschen übrig. Ich glaube jedoch, daß durch eine sehr geringe Modification des Processes Resultate von fast absoluter Genauigkeit erhalten werden können. Statt das Verbrennungsrohr zuzuschmelzen, zieht man dasselbe hinten aus und macht es an einer Stelle so fein, daß es leicht mit dem Löthrohr zugeschmolzen werden kann.

Dies Ende verbindet man mittelst eines Caoutchoucrohrs mit einer kleinen Retorte, welche chlorsaures Kali enthält, und füllt das Rohr genau wie früher. Jetzt wird es auch vorn ausgezogen und ein enges Gasleitungsrohr von 30 Zoll Länge daran befestigt. Dann wird es auf den Ofen gelegt, das Ende des Leitungsrohrs unter Quecksilber getaucht und das chlorsaure Kali mittelst einer Lampe eine Viertelstunde lang erhitzt. Nach dieser Zeit nimmt man die Lampe weg, erhitzt eine kleine Quantität des metallischen Kupfers in dem vordern Theile des Verbrennungsrohrs und unterhält die Hitze, bis die Höhe des Quecksilbers in dem Gasleitungsrohr nahezu mit der Barometerhöhe übereinstimmt. Es ist keineswegs eine hohe Temperatur nöthig, um das Kupfer zur Absorption des Sauerstoffs zu veranlassen, und eine solche muß vermieden werden. Sobald das Quecksilber aufgehört hat in dem Gasleitungsrohre zu steigen, werden die Kohlen von dem Kupfer entfernt; wenn es fast kalt ist, so erhitzt man das chlorsaure Kali nochmals eine Viertelstunde lang und hinterher eine frische Quantität Kupfer, wie zuvor. Ist das Quecksilber



zum zweitenmale bis zur Barometerhöhe gestiegen, so wird das Verbrennungsrohr hinten abgeschmolzen und die Retorte entfernt. Jetzt erhitzt man das Mangansalz und führt übrigens die Analyse aus wie zuvor, mit der Ausnahme, daß die Kalilauge mit Stickstoff oder atmosphärischer Luft gesättigt werden muß, ehe sie in den Gasapparat gebracht wird.

Ich habe keine Zeit gehabt, diese Abänderung der Methode durch den Versuch zu prüfen, hoffe aber bald dazu im Stande zu sein. Sie möchte vielleicht auch mit gutem Erfolge bei der vergleichenden Methode Anwendung finden.

Diese Untersuchung wurde in Professor Bunsen's Laboratorium in Heidelberg ausgeführt. Ehe ich schliesse, kann ich mir nicht das Vergnügen versagen, ihm meinen Dank für seine große persönliche Güte und seinen schätzbaren Rath auszusprechen.

---

## Ueber die Zersetzungsproducte von Nitrobenzol und Nitrotoluol durch schwefligsaures Ammoniak; von *Ludwig Hilkenkamp*.

---

Weit weniger als die reducirende Einwirkung des Schwefelammoniums auf die Nitroverbindungen organischer Körper ist die des schwefligsauren Ammoniaks studirt. Man kennt nur die aus dem Nitronaphtalin durch dieses Agens entstehenden Derivate, zwei isomere Säuren, die Thionaphtamsäure und die Naphthionsäure, deren Existenz R. Piria \*) nachgewiesen hat. — Herr Professor Will veranlafte mich, in dem chemischen Laboratorium zu Gießen die Nitroverbindungen

---

\*) Diese Annalen LXXVIII, 31.