

um nachher bei Anwendung von $\frac{1}{50}$ davon directe Procente abzulesen ($0,15835 \times 50 = 7,9175$), sowie bei allen Angaben meiner neuesten Veröffentlichung.

Das Gasvolumeter, ein Apparat zur völligen Ersparung aller Reductionsrechnungen bei Ablesungen von Gasvolumen.

Von

G. Lunge.

Gerade bei technischen Analysen ist die Zeit und Mühe, welche man bei Ablesungen von Gasvolumen für Reduction derselben auf den Normalzustand verwenden muss, ein gewiss nicht zu unterschätzendes Hinderniss für Ausbreitung solcher Methoden. Die eigentliche Gasanalyse leidet hierunter wenig oder gar nicht; für technische Zwecke kann man die Anfangs- und Endbedingungen von Temperatur und Luftdruck wegen der kurzen Dauer der Analyse meist als gleich ansehen, und für genauere Zwecke bietet das von Doyère 1848 eingeführte, von Pettersson 1887 in geistreicher Weise ausgebildete Princip des „Compensators“ eine vollständige Befreiung von der Beobachtung von Temperatur und Druck.

Ganz anders liegt die Sache bei der gasvolumetrischen Analyse, d. h. der Bestimmung einzelner (gewöhnlich der massgebenden) Bestandtheile fester oder flüssiger Körper in Form eines Gases. Hier, wo ein Gasvolumen mit einem Gewicht in Beziehung gesetzt werden muss, muss das erstere nothwendig auf den Normalzustand, d. h. auf Trockenheit, 0° und 760 mm umgerechnet werden. Dazu sind also zwei weitere Ablesungen am Thermometer und Barometer, sowie eine Rechnung nothwendig, und der dafür nöthige Zeitaufwand wäre für den Techniker in vielen Fällen geradezu unerschwinglich, wenn ihm nicht schon jetzt auf verschiedenen Wegen Hilfe geboten wäre. Schon früh wurden für die Bestimmung des Ammoniaks als Stickstoff im Azotometer Tabellen entworfen, welche die Reduction auf 0° und 760 mm durch Aufsuchung einer einzigen Zahl bewirken. Ähnliche Tabellen sind von mehreren Seiten für Kohlensäure, ganz neuerdings von Baumann für Mangandioxyd, von Vanino für activen Sauerstoff und Chlor gegeben worden;

ausserdem bestehen jedenfalls noch mehrfach andere Tabellen für analoge Zwecke, die einzeln aufzuzählen mir nicht lohnend erscheint. Nur auf die in vielen wissenschaftlichen Laboratorien verbreiteten Tabellen für Stickstoffbestimmungen nach Dumas sei noch hingewiesen. Für alle Gase war eine grosse Tabelle von mir schon 1879 berechnet worden (Dingl. 231, 522); Leo Lieberman hat eine andere Tabelle der Art aufgestellt, und kleinere Tabellen finden sich an vielen Orten. In allen diesen Fällen wird die Beobachtung des Thermometers und Barometers nicht erspart, und nur die Rechnung in eine einfache Ablesung verwandelt, was schon ein grosser Vortheil ist, und den gasvolumetrischen Methoden gerade in der Technik gewiss den grösseren Theil ihrer schon jetzt weiten Verbreitung verschafft hat.

Um in dieser Richtung noch weiter zu gehen, wurden dann auch Instrumente erfunden, welche die Ablesung von Thermometer und Barometer ersparen, und bei ihrer eigenen Einstellung einen Factor ergeben, mit dem das abgelesene Gasvolum zur Reduction auf Normalien nur einfach dividirt oder multiplicirt werden darf. Diese Instrumente, wie die von Kreusler, Cl. Winkler und mir selbst, haben sich bisher anscheinend nicht sehr verbreitet; sie erfordern in der That ja doch immer noch eine besondere Beobachtung und eine kleine Rechnung, was nicht viel weniger Zeit beanspruchen wird, als die im vorigen Absatz beschriebenen zwei Beobachtungen in Verbindung mit den verschiedenen allgemeinen oder speciellen Reductions-Tabellen.

Ich glaube nun auf eine Idee gekommen zu sein, welche die Vortheile aller früheren Erleichterungsmittel vereinigt und gestattet, alle anderweitigen Beobachtungen und Rechnungen bei Ablesung von Gasvolumen vollständig bei Seite zu lassen. Da mein neues Verfahren nach meiner Ansicht auch für wissenschaftliche Zwecke Bedeutung hat, und z. B. bei Stickstoffbestimmungen nach Dumas grosse Zeitersparniss verursacht, so beschreibe ich dasselbe in einem, etwa gleichzeitig hiermit erscheinenden Hefte der Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft und verweise hierauf sowohl für die historische Einleitung, als auch für verschiedene hier nicht zu wiederholende Einzelheiten. Da aber andererseits mein Verfahren gerade für den technischen Chemiker, bei dem es auf Zeitersparniss ja weit mehr ankommt, noch weit nützlicher sein dürfte, so scheint es mir am Platze zu sein, dasselbe auch hier zu beschreiben und

dabei auf Verschiedenes näher, als an jenem anderen Orte, einzugehen.

Das, wie ich glaube, ganz neue Princip desselben ist Folgendes. Mittels eines Dreischinkelrohres und genügend langer und dicker Kautschukschläuche sind drei Röhren mit einander verbunden, welche in Federklammern eines Statives senkrecht auf und nieder zu schieben sind. Das eine Rohr ist das Gasmessrohr; dieses kann ein Nitrometer beliebiger Form, eine Bunte'sche Bürette oder ein sonstiger Gasmessapparat sein. Das zweite nenne ich das Reductionsrohr; es ist ein Rohr der von mir in der „Chem. Ind.“ 1885 S. 163 (und fast gleichzeitig von Cl. Winkler) beschriebenen Gestalt, welches als „Reductionsinstrument“ in jeder Apparatenhandlung käuflich ist, nämlich ein oben erweitertes Rohr, welches bis zu dem ersten Theilstrich unterhalb der Erweiterung 100 cc fasst, und darunter im cylindrischen Theile noch 30 bis 40 cc in $\frac{1}{10}$ getheilt enthält. Dieses Instrument wird in der früher von mir beschriebenen Art ein für allemal eingestellt, indem man an dem Beobachtungstage Thermometer und Barometer beobachtet, daraus das Volum ableitet, welches 100 cc trockene Luft unter den obwaltenden Bedingungen einnehmen würden, das Quecksilber auf diesen Theilstrich einstellt und den oberen Hahn schliesst. Wenn dieser Hahn luftdicht schliesst, hat man ein für allemal die Reduction auf 0° und 760 mm besorgt; will man sich auf einen Hahn nicht verlassen, so kann man auch statt dessen das Rohr oben mit einer Capillare versehen und diese nach erfolgter Einstellung abschmelzen. Sollen in dem Gasmessrohr feuchte Gase gemessen werden, so bringt man in das Volumrohr ein kleines Tröpfchen Wasser; für trockene Gase, z. B. das im eigentlichen Nitrometer über Schwefelsäure entwickelte Stickoxyd, muss man umgekehrt ein Tröpfchen conc. Schwefelsäure in das Volumrohr bringen. Selbstredend wird im ersteren, aber nicht im zweiten Falle die Tension des Wasserdampfes von dem Barometerstand abgezogen. Das dritte vorhin erwähnte Rohr ist nicht eingetheilt und dient als Niveau- oder besser Druckrohr.

In meiner Mittheilung an die deutsche chemische Gesellschaft sind mehrere Formen des von mir als „Gasvolumeter“ bezeichneten Apparates gezeigt, darunter auch eine solche, welche für die Stickstoffbestimmungen nach Dumas bestimmt ist. Hier wird es genügen, das Princip an der beistehenden schematischen Fig. 45 näher zu erläutern. *A* ist hier ein gewöhnliches Nitrometer, statt dessen

man sich jede andere der bekannten Formen dieses Apparates, oder jede andere Gasbürette denken kann. Hier können entweder in dem Rohre selbst, oder in dem Anhängeschälchen Gase entwickelt werden, oder das Rohr *A* dient nur als eigentliche Gasbürette, indem man dasselbe mit Doyère-Hempel'schen Absorptionspipetten u. dgl. verbindet, oder Gase aus anderen Apparaten in dasselbe überführt u. dgl. Mein neues Verfahren beschränkt sich ja eben nicht nur auf diese oder jene Form eines Apparates, sondern ist für jede gasanalytische oder gasvolumetrische Operation anwendbar. *B* ist das Reductionsrohr, dessen Gefäss, statt kugelförmig, auch cylindrisch sein kann, und das statt eines Hahnes auch mit einer Capillare zum Zuschmelzen versehen sein kann; hierzu kann nicht nur jedes der von Winkler und mir beschriebenen Reductionsinstrumente, sondern auch jedes Nitrometer, am besten ein Kugelnitrometer für 140 cc dienen. *C* ist das Druckrohr. Alle drei sind durch sehr dicken Gummischlauch (13,5 mm äussere, 4,5 mm Lichtweite) mit dem Dreischinkelrohre *D* verbunden. Solch' dicker Schlauch hält den Quecksilberdruck ohne Aufblasen und ohne Drahtschlingen an den Glasröhren aus, wenigstens wenn deren Mündungen ein wenig verdickt sind; er lässt sich leicht über Röhren von 10 mm und mehr Durchmesser ziehen. Alle drei Röhren werden in starken Federklammern gehalten, so dass sie sich mit Reibung auf- und abschieben lassen, aber nicht von selbst herabsinken. Wenn man will, kann man *A* und *B* (dessen oberes Gefäss dann cylindrisch sein muss) mit Wassermänteln versehen, und muss dann entsprechend grössere Klammern nehmen; doch ist dies für technische Analysen durchaus nicht nöthig, da beide, dicht nebeneinander stehende Röhren nur bei groben Verstössen ungleiche Temperatur haben werden. In *B* ist, wie früher erklärt, ein für allemal eine solche Luftmenge eingeschlossen, dass dieselbe bei 0° und 760 mm im trockenen Zustande = 100 cc sein würde. Wenn also durch Hebung des Druckrohrs *C* das Quecksilber in *B* auf den Theilstrich 100 eingestellt ist, so wird genau der Druck ausgeübt, welcher bei dem herrschenden Thermometer- und Barometerstande nöthig ist, um die Luft in *B* oder irgend ein anderes Gas auf den Normalzustand zu comprimiren.

Gesetzt nun, es sei eine beliebige gasanalytische oder gasvolumetrische Operation in *A* ausgeübt werden, so geschieht die Ablesung des Gasvolums nicht, wie gewöhnlich, nach Gleichstellung der Niveaus von *A* und *C*. Nur dann, wenn man mit Anhänge-

fläschchen gearbeitet hat, wie bei dem Azotometer, den Methoden mit Wasserstoffsuperoxyd, den Kohlensäurebestimmungen u. dgl., muss man zunächst die Niveaus in *A* und *C* gleichstellen, um das Gas in *A* auf den herrschenden Atmosphärendruck zu bringen, worauf man den Hahn von *A* schliesst, ohne das Gasvolum erst abzulesen. Wird das Gas in *A* selbst entwickelt, oder dorthin von anderwärts übergeführt, so fällt dies

Die verlangte Art der Einstellung ist am leichtesten und äusserst schnell in folgender Art zu bewirken. Das Rohr *A* wird in seiner Klammer festgestellt, *B* und *C* aber gehoben, und zwar *C* um so viel mehr, dass in *B* das Quecksilber auf den Punkt 100 steigt. Nun schiebt man *B* und *C* gleichzeitig in ihren Federklammern in der Art herunter, dass ihr gegenseitiger Abstand erhalten bleibt, bis das Quecksilberniveau

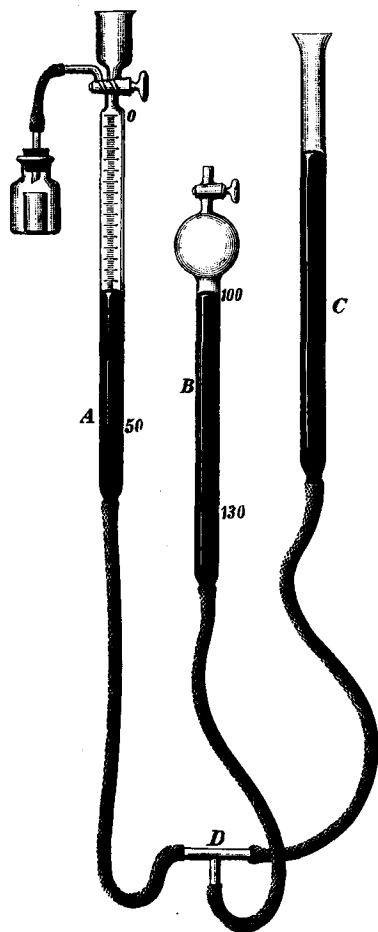


Fig. 45.

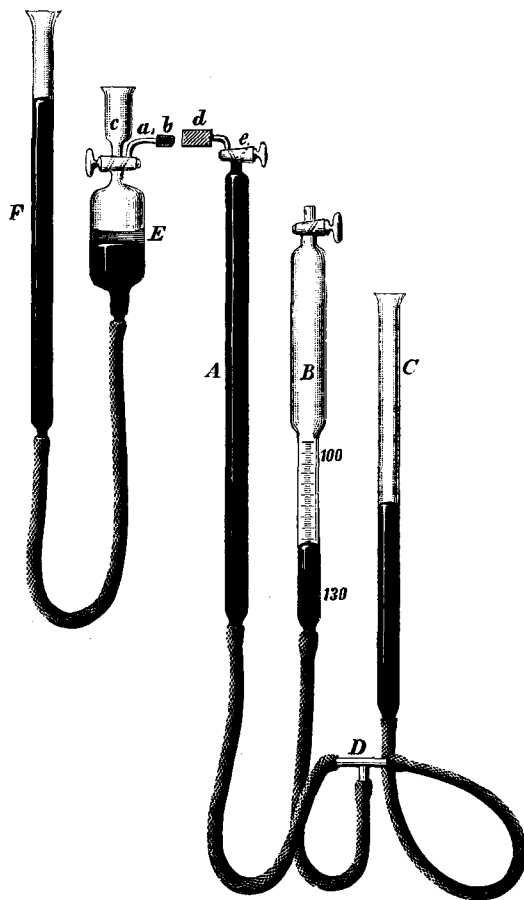


Fig. 46.

natürlich fort. Die wirkliche Ablesung in *A* geschieht erst, nachdem man die drei Röhren so gestellt hat, dass die Niveaus des Quecksilbers in *A* und *B* auf gleicher Höhe stehen und das von *B* zugleich am Punkte 100 steht. Alsdann stehen die Gase in beiden Röhren *A* und *B* unter solchem Druck, dass die Ablesung des Volums anzeigt, wie viel Raum sie im trockenen Zustande bei 0° und 760 mm einnehmen würden. Für *B* ist ja diese Bedingung ein für allemal hergestellt, und in *A* besteht sie jetzt auch, da die Temperatur und der (durch *C* verursachte) Druck gleich dem in *B* sind.

in *B*, also der Strich 100, im Niveau des Quecksilbers von *A* steht. Meist wird dies nicht ganz gleichmässig geschehen, aber durch eine neue kleine Verschiebung von *B* sofort vollständig erreicht werden. Diese Doppeleinstellung verlangt nur einige Sekunden mehr Zeit als die gewöhnliche Einstellung des Druckrohres auf die Gasbürette allein. Dass man die Gleichstellung der Niveaus von *A* und *B* genau in derselben Art, wie in allen ähnlichen Fällen durch Visiren nach einer Mauerkante, einem Fensterrahmen, einem besonderen Visirlinial mit Libelle oder sonst wie erleichtern kann, ist selbstverständlich. Überhaupt soll die hier

mitgetheilte Skizze nichts als das Princip des Apparates erläutern, und behalte ich es mir vor, irgend welche Verbesserungen im Einzelnen vorzunehmen. Im Übrigen steht es jedem Fachgenossen frei, sich solche „Gasvolumeter“ in beliebiger Art zusammenzustellen, und ersuche ich nur, bei Anwendung des von mir eingeführten Principes auch den von mir dafür vorgeschlagenen Namen zu benutzen.

Auf eines muss allerdings aufmerksam gemacht werden. In solchen Fällen, wo in das Gasmessrohr ausser dem Quecksilber noch eine andere Flüssigkeit hineinkommt, muss auch deren Druck in Berücksichtigung gezogen werden. Ich habe dies bei der in den „Berichten“ beschriebenen Vorrichtung für Stickstoffbestimmungen nach Dumas in der Art gethan, dass man an dem Reductionsrohr unterhalb des Theilstriches 100 eine besondere Marke anbringt, welche einem Zehntel der Höhe der im Gasmessrohr befindlichen Kalilauge entspricht, deren spec. Gew. = 1,36, also $\frac{1}{10}$ von dem des Quecksilbers genommen wird. Wenn man nun vor der Ablesung so einstellt, dass das Quecksilber im Reductionsrohr auf 100, im Gasmessrohr aber auf einer Höhe mit der darunter befindlichen Marke steht, so hat man die Höhe der Laugenschicht compensirt. In genau gleicher Weise kann man bei den eigentlichen nitrometrischen Bestimmungen verfahren, wo man eine gewisse Menge Schwefelsäure über dem Quecksilber im Gasmessrohr hat. Hier ist jedoch die Sache ein wenig complicirter, da die Höhe der Säureschicht nicht immer die gleiche, und auch ihr spec. Gew. etwas wechselnd sein wird. Ich ziehe deshalb vor, die nitrometrische Operation in einem besonderen Apparate vorzunehmen, und dann das Gas nur zur Messung in das Gasvolumeter einzuführen. Man kann für Ersteres natürlich jedes beliebige Nitrometer verwenden; da man aber dazu kein graduirtes Rohr braucht, und ein schon vorhandenes Nitrometer günstiger als Gasmessrohr im Gasvolumeter selbst verwerthen kann, so ziehe ich es vor, zur Reaction der Salpetrigsäure- und Salpetersäureverbindungen mit Schwefelsäure und Quecksilber lieber ein besonderes, ungetheiltes, weiteres Gefäss zu verwenden, in welchem das Schütteln besser von statten geht als mit einem langen engen Rohre. Fig. 46 zeigt den Apparat in dieser Zusammenstellung. *A*, *B* und *C* haben dieselbe Bedeutung wie in Fig. 45. *E* ist das für Nitrose etwa 100, für Salpeter, Dynamit u. s. w. etwa 200 fassende Reactionsgefäss, dessen Hahn und Becher genau wie beim Nitrometer gestaltet sind; *F* ist das dazugehörige Niveaurohr. Das

Gefäss *E* ruht am besten in einem Ringe; *F* gleitet in einer Federklammer. Natürlich kann man statt *E* auch die Hempel'sche oder eine sonstige Vorrichtung benutzen.

Vor Beginn der Operation hebt man *F* so weit, dass das Quecksilber an das Ende des Ansatzröhrchens *a* tritt und verschliesst dies durch eine angeschliffene oder Kautschukkappe *b*, um beim späteren Schütteln das Quecksilber darin zurückzuhalten. Dann führt man wie sonst die Nitrose oder andere Substanz durch den Becher *c* ein, beendet die Reaction durch Schütteln und lässt bis zur Ausgleichung der Temperatur stehen. Hierauf bringt man *E* und *A* in gleiche Höhe, wie es die Figur zeigt; in *A* hat man inzwischen ebenfalls das Quecksilber so hoch gedrängt, dass es bis zum Ende des Ansatzröhrchens *d* gekommen ist. Über dieses stülpt man ein Stückchen dicken, weichen Kautschukschlauch und führt, nach Abnahme des Kappchens *b*, das Röhrchen *a* so weit ein, dass es mit *d* zusammenstösst. Nun hebt man *F* und senkt man *C* (wie in der Figur), und öffnet erst den einen, dann den zweiten Hahn, den letzteren aber vorsichtig. Zuerst tritt natürlich das Gas aus *E* nach *A* über, dann folgt die Säure. In dem Augenblick, wo die Säure das Verbindungsröhrchen *e* erfüllt hat, schliesst man den Hahn und stellt nun, wie oben beschrieben, die Niveaus in *A* und *B* gleich hoch, und *B* zugleich auf den Theilstrich 100. Dieses Verfahren gewährt nicht nur den Vortheil, dass man im Gasvolumeter nur auf Quecksilberdruck zu achten hat, sondern beschränkt auch die unvermeidliche Verunreinigung auf das Reactionsgefäss *E*, welches leicht für sich zu reinigen ist. — Es ist darauf zu achten, dass die Lichtweiten der Ansatzröhrchen *a* und *d* an den Enden nicht erweitert, sondern eher ein wenig verengert seien, damit nicht beim Verbinden der Röhren Luftbläschen zurückbleiben, die übrigens kaum je merkliche Fehler verursachen werden. Der Hahn von *A* kann hier, wie in der Figur, ein solcher mit einfacher Bohrung sein, ohne Becher, und dasselbe gilt ja vom Gebrauche mit Anhängelfläschchen, oder als Gasbürette in Verbindung mit beliebigen Absorptionsapparaten. Ferner kann *A* 50 cc als gerades Rohr, oder 100 cc ebenso, oder 100 bis 140 cc als Kugelrohr enthalten u. s. w., je nach dem speciellen Gebrauche des Apparates.

Es ist nun ohne Weiteres klar, dass bei Anwendung des Gasvolumeters alle Thermometer- und Barometerbeobachtungen, sowie alle Reductionsrechnungen vollkommen wegfallen; das Gasvolumen wird gleich im auf Nor-

malien reducirten Zustande abgelesen. Nur muss man, wie schon oben bemerkt, je nach der Art der analytischen Operation das Reductionsrohr auf trockenes oder feuchtes Gas einrichten. Alle Tabellen, sowohl die von mir und Anderen berechneten allgemeinen, als auch die für N , NH_3 , CO_2 , O , MnO_2 , Cl u. s. w. berechneten Specialtabellen werden nun vollständig überflüssig. Die an sich im figürlichen Sinne mechanische Arbeit des Umrechnens wird durch eine im buchstäblichen Sinne mechanische Arbeit, die in wenigen Secunden zu bewirkende Einstellung, ersetzt, bei der nicht wie bei Rechnungen oder selbst bei Benutzung von Tabellen, Irrthümer vorkommen können. (Dass man zur Vorsicht von Zeit zu Zeit die Richtigkeit des Volumrohrs controliren wird, indem man von Neuem eine Thermometer- und Barometerbeobachtung macht und sich überzeugt, ob das berechnete Volum dem bei Gleichstellung der Niveaus in B und C sich ergebenden entspricht, ist selbstverständlich).

Man kann aber in der Ersparniss von Zeit und Irrthümern noch weiter gehen. Wenn man, wie bei Technikern dies häufig der Fall sein wird, das Instrument nur für einen bestimmten Zweck benutzt, so kann man auf der Gasbürette oder dem Nitrometer statt der Eintheilung in cc, oder neben derselben, gleich Gewichtsmengen in mg, oder aber die bei Anwendung einer bestimmten Substanzmenge erhaltenen Procente anbringen lassen. Am besten vereinigt man beides, wie wir gleich sehen werden. Bei Stickstoffbestimmungen nach Dumas würde man, da 1 cc N im Normalzustande 1,254 mg wiegt, Intervalle (Grade) von 0,798 cc in $\frac{1}{10}$ getheilt anbringen, von denen jedes = 1 mg N ist, und würde nach Beendigung einer Verbrennung und Abkühlung des Rohres sofort das richtige Gewicht des entwickelten Stickstoffs ablesen. Für die azotometrische Bestimmung des Ammoniakstickstoffs (mit Bromnatron) könnte man entweder dieselbe Eintheilung annehmen, oder, da 1 cc N im Normalzustande 1,523 mg NH_3 entspricht, Grade von 0,657 cc = 1 mg NH_3 anbringen lassen. Verwendet man also z. B. 0,200 g Ammoniaksalz, so zeigt jeder Grad im ersteren Falle 0,5 Proc. N , im zweiten Falle 0,5 Proc. NH_3 direct an. Aber auch bei Eintheilung des Azotometers in cc kann man diesen Vortheil erreichen; nur müsste man dann z. B. 0,1254 g Substanz anwenden, um für je ein cc Gas 1 Proc. N , oder 0,1523 g Substanz, um für je ein cc Gas 1 Proc. NH_3 zu finden. Allerdings ist bei den eben gemachten Zahlenangaben noch keine Rücksicht auf die so-

genannte „Absorption“ des Stickstoffs in der Bromnatronlauge (in Wirklichkeit auf die Unvollständigkeit der Reaction) genommen. Ich habe schon in der „Chem. Ind.“ 1885 S. 165 gezeigt, dass es ganz unnöthig ist, zur Correction dieses Fehlers die bekannten Dietrich'schen Tabellen zu benutzen, dass vielmehr ein Zusatz von 2,5 Proc. des Betrages der abgelesenen Zahl genügt. Das bedeutet, dass bei der azotometrischen Analyse 1 cc N im Normalzustande in Wirklichkeit 1,285 mg Ammoniakstickstoff oder 1,561 mg Ammoniak entspricht; man verwendet also zur Analyse 0,1285 bez. 0,1561 g Ammoniaksalz, wenn 1 cc Gas immer 1 Proc. N bez. NH_3 anzeigen soll. Bei Harnstoff beträgt die Correction 9 Proc. (vgl. a. a. O.), und zeigt daher jedes cc Gas: 2,952 g Harnstoff an. Bei Anwendung von 5 cc Urin entspricht 1 cc Gas rund 0,06 Proc. Harnstoff.

Für Bestimmung von Calciumcarbonat in Knochenkohle, Mergel u. dgl., also als Calcimeter, entspricht jedes cc CO_2 im Normalzustande 1,966 mg CO_2 , oder 4,468 mg $CaCO_3$. Soll also z. B. ein Calcimeter für jeden Theilstrich 1 mg $CaCO_3$ anzeigen, so wird man diese in Zwischenräumen = 0,224 cc setzen müssen. Verwendet man dann jedesmal 0,5 g Substanz zur Analyse, so zeigt jeder Theilstrich 0,2 Proc. $CaCO_3$ u. s. w. (Auf die Asorption der CO_2 in der Entwicklungsflüssigkeit muss natürlich Rücksicht genommen werden, wenn diesenicht durch die Art des Entwicklungsapparates ausgeschlossen ist.) Dass man in ganz derselben Weise, sei es durch andere Eintheilung des Instrumentes, sei es durch Verwendung bestimmter Ausgangsgewichte, den Stand des Quecksilbers im Gasvolumeter zur sofortigen Ablesung von Gewichtsprocenten auch in beliebigen anderen Fällen benutzen kann, liegt auf der Hand. Für den Augenblick theile ich nur einige wenige Daten mit, welche die sofortige Anwendung des Gasvolumeters in dem eben erwähnten Sinne erleichtern werden.

Die folgende Tabelle führt eine Anzahl von Substanzen auf, welche schon jetzt häufig nach gasvolumetrischen Methoden behandelt werden. In der zweiten Spalte findet sich der „wirksame Bestandtheil“, d. h. die Grösse, auf welche bei der Analyse in der Regel die Procentangaben bezogen werden. Die dritte Spalte erklärt die analytische Methode; die vierte gibt das dabei entwickelte Gas an, die fünfte zeigt an, welche Gewichtsmenge der „wirksamen Substanz“ (Spalte 2), ausgedrückt in mg, je 1 cc des entwickelten, auf 0° und 760 mm reducirten Gases entspricht. Wenn man zur Analyse das Hundertfache der in Spalte 5 ange-

Tabelle

zur Berechnung der im Gasvolumeter enthaltenen Gasmengen auf wirksame Substanz.

Bezeichnung der analysirten Substanz	Wirksamer Bestandtheil	Analysenmethode	Entw. Gas	1 cc Gas = mg wirks. Best.
Organische Substanzen	Stickstoff	nach Dumas	N	1,254
Ammoniaksalze	do.	durch Bromnatron (Azotometer)	N	1,285 ¹⁾
do.	Ammoniak	do.	N	1,561 ¹⁾
Harn	Harnstoff	do.	N	2,952 ¹⁾
Knochenkohle, Mergel u. s. w.	Kohlensäure	Zersetzung mit HCl	CO ₂	1,966
do.	Calciumcarbonat	do.	CO ₂	4,468
Braunstein	Mangandioxyd	durch H ₂ O ₂	O	3,882
Chlorkalk	Chlor	do.	O	1,5835
Kaliumpermanganat	Sauerstoff	do.	O	0,715
Chilisalpeter	Natriumnitrat	im Nitrometer	NO	3,805
Nitrose	N ₂ O ₃	do.	NO	1,701
do.	HNO ₃	do.	NO	2,820
do.	Salpetersäure 36° B.	do.	NO	5,330
do.	Natriumnitrat	do.	NO	3,805
Nitroglycerin, Dynamit u. s. w.	Trinitroglycerin	do.	NO	3,387
do.	Stickstoff	do.	NO	0,6267
Nitrocellulose, Pyroxylin	do.	do.	NO	0,6267

¹⁾ Hier ist schon die Correction für die sogenannte „Absorption“ des Stickstoffs angebracht.

zeigten Menge von Substanz verwendet, so gibt je 1 cc des entwickelten Gases die Gewichtsprocente der wirksamen Substanz direct an. In manchen Fällen wird und muss man das Zweifache, Zehnfache u. dgl. verwenden, wo dann jedes cc nur 0,5 bez. 0,1 Proc. u. s. w. anzeigt. Für Nitrose und andere Flüssigkeiten kann man sich Pipetten anfertigen lassen, welche die gewünschte Menge von Substanz fassen. Wenn man z. B. dabei die Stärke der Nitrose in Proc. von N₂O₃ ausdrücken will, so müsste eine Pipette 0,1701 g fassen, damit je 1 cc Gas = 1 Proc. N₂O₃ sein soll; besser wird man das Zehnfache, also 1,701 g nehmen. Da aber das Volumgewicht der gewöhnlichen Nitrosen sehr nahe = 1,701 (= 59 ¹/₂° B.) ist, so kann man ohne merklichen Fehler annehmen, dass eine 1 cc-Pipette Nitrose = 1,701 g fasst und mithin jedes cc NO im Nitrometer immer ¹/₁₀ Proc. N₂O₃ anzeigt.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass für das Gasvolumeter kein Patent nachgesucht ist und Jedermann sich dasselbe beschaffen kann, wie er will; wer ein Nitrometer und Gasreductionsapparat oder aber zwei Nitrometer besitzt, kann es sich selbst zusammenstellen. Zur Bequemlichkeit derer, welche sich dieser Methode bedienen wollen, habe ich Herrn C. Desaga in Heidelberg veranlasst, alle verschiedenen Formen des Gasvolumeters mit beliebigen Eintheilungen (auch das für Dumas'sche Stickstoffbestimmungen dienende etwas abweichende Instrument) anzufertigen. Ich werde übrigens demnächst noch ein Verfahren beschreiben, nach wel-

chem die Apparatenhandlungen gleich Reductionsrohre in zum Gebrauch fertigen Zustande, d. h. gefüllt mit dem richtigen Luftvolum, liefern können, so dass dem Käufer auch die erste Einstellung des Reductionsrohres nach Thermometer und Barometer erspart bleibt.

Der heutige Stand der Gasfeuerungsfrage.

Von

Ferd. Fischer.

[Fortsetzung v. S. 19.]

Legt man die S. 19 angegebenen Gasanalysen zu Grunde und berechnet den Kohlenstoffdampf auf Methan, so würden die Generatorgase (I) verglichen mit den Verbrennungsgasen (II) folgende Zusammensetzung gehabt haben:

	I	II
Kohlensäure	4,6	17
Kohlenoxyd	23,0	—
Methan	3,0	—
Wasserstoff	11,4	—
Sauerstoff	0	2
Stickstoff	53,5	81

Der Stickstoff ist hier als unveränderlich anzunehmen; 100 cbm Verbrennungsgase hätten dann gegeben:

$$53,5:81 = 4,6:x =$$

Kohlensäure . . .	7,0 cbm, ferner
Kohlenoxyd . . .	34,6
Methan	4,5
Wasserstoff . . .	17,3
Stickstoff	81,0
	<hr/> 144,4