Ein tragbarer Apparat für hygienische Luftanalysen (Kohlensäurebestimmung).

Von

Otto Bleier
in Wien.

Vor Kurzem hat Gerda Troili-Petersson¹ drei Apparate zu gleichem Zwecke veröffentlicht, an welche ich zunächst einige kurze Bemerkungen knüpfen möchte, bevor ich auf die Beschreibung meines eigenen Apparates übergehe.

Vor Allem ist an allen drei Apparaten auszusetzen, dass sie ein grösseres Volumen einnehmen als nöthig wäre, wodurch ihre Tragbarkeit beeinträchtigt wird. Wie bei den älteren Apparaten befindet sich nämlich die graduirte Scala unterhalb des Wassergefässes, während der Raum innerhalb desselben verschwendet wird, wodurch die Apparate um 15 bis 20^{cm} höher werden als nothwendig. Ich würde demnach den kugelförmig erweiterten Theil des Messgefässes unmittelbar unterhalb der Wasseroberfläche angebracht haben, während die graduirte Scala, daran anschliessend, sich noch innerhalb des Wassergefässes befände, — wenn ich es nicht vorgezogen hätte, bei meinem Apparat ein neuartiges Gasmessgefäss in Anwendung zu bringen, eine sogenannte Gasmessröhre mit Reserverraum.²

Was nun den ersten Apparat betrifft, so ist an demselben nur die Einrichtung zur Entnahme von in gläsernen Pipetten eingeschmolzenen Luftproben neu. Dieselbe ist an sich gewiss sehr brauchbar, aber doch

¹ *Diese Zeitschrift.* 1897. Bd. XXVI. S. 57—64.

² Otto Bleier, Ueber vier neue Methoden der Gasabmessung. *IV. Berichte der deutschen chem. Gesellschaft.* 1897. S. 2753.

entbehrlich, weil bereits von Anderen, z. B. von U. Kreusler,¹ viel einfachere Vorrichtungen zu gleichem Zwecke vorgeschlagen worden sind.

Der zweite Apparat ist im Wesentlichen bereits von früher her bekannt.²

Grösseres Interesse verdient der dritte Apparat, weil derselbe durch Beseitigung des oben erwähnten Constructionsfehlers oder durch Anwendung der von mir erfundenen zweischenkeligen Messröhre in einer sehr compendiösen Form (30 bis 35^{cm} Höhe) hergestellt werden könnte, und weil die Handhabung desselben bedeutend weniger Aufmerksamkeit erheischt, wie die der beiden ersten Apparate.

Trotzdem kann man mit dieser Modification nicht einverstanden sein, schon deshalb nicht, weil Verfasserin vor Allem darauf ausgeht, die Empfindlichkeit des Differentialmanometers herabzusetzen, statt dieselbe für einen grossen Vortheil zu halten und die kleinen Unbequemlichkeiten, die damit verbunden sind, nach Möglichkeit zu beseitigen, (was mir, wie ich glaube, bei dem im Folgenden zu beschreibenden Apparate gelungen ist).

Ausser dieser geringeren Genauigkeit der Druckausgleichung sind aber mit dem neuen Princip der Verfasserin noch zwei Fehler verbunden:

1. Das Volumen der Flüssigkeit im Orsatrohr ändert sich mit den Temperaturschwankungen und damit auch das Volumen des Compensationsraumes, welches ja ganz constant bleiben sollte.

2. Der Compensationsraum ist mit den Dämpfen der Kalilauge erfüllt; in Folge dessen ist die Compensation keine vollständige.

Die Folge dieser Fehler ist, dass sich in den Beleganalysen Differenzen bis zu 0.07 Procent zeigen, und solche Resultate lassen sich unter sonst gleichen Umständen auch ohne jede Compensationsvorrichtung erzielen, da die zu compensirenden Temperatur- und Druckschwankungen innerhalb der wenigen Minuten, welche eine Kohlensäurebestimmung durch Absorption in Anspruch nimmt, ohnedies nur sehr gering sind.

Der principielle Unterschied des in nachstehender Abbildung dargestellten Apparates gegenüber den früheren Apparaten (von analoger Construction) besteht darin, dass man nicht gezwungen ist, die zu unter-

¹ *Landwirthschaftl. Jahrb.* 1885. S. 333. — W. Hempel, *Gasanalyt. Methoden.* Braunschweig 1890. S. 286.

² O. Petersson u. A. Palmquist. *Berichte der deutschen chem. Gesellschaft.* 1887. Bd. XX. S. 2129.

suchende Luft genau bei dem Druck der umgebenden Atmosphäre abzumessen, was besonders dann angenehm ist, wenn man eine Luftprobe nicht direct der umgebenden Luft entnimmt, sondern einem Gasometer oder einer Pipette, in der sie eingeschmolzen ist. Dies wird dadurch ermöglicht, dass das Volumen des Compensators *C* nicht, wie gewöhnlich, vollständig constant ist; wenn man nämlich die Schraube *e* dreht, welche an den Kautschukbeutel (oder Lederbeutel) *E* angelegt ist, so wird das Niveau des darin befindlichen Quecksilbers, (über welchem sich im Compensator etwas Wasser befindet), verschoben und der Rauminhalt des Compensators dadurch etwas geändert.

Eine zweite wichtige Neuerung betrifft das

Differentialmanometer, das ist die gebogene Röhre, welche den Compensator *C* mit dem Gasmessgefäß (*A*, *B*) verbindet. Die ausserordent-

liche Empfindlichkeit desselben für Druckdifferenzen wurde von Gerda Troili-Petersson und auch von Anderen als ein Uebelstand empfunden, da eine kleine Unachtsamkeit genügt, um

den Flüssigkeitstropfen aus der Röhre herauszuschleudern, wodurch natürlicher Weise die betreffende Analyse verloren geht; ausserdem ist dann noch einige Mühe erforderlich, um den Apparat wieder in Stand zu setzen.

Diese grosse Empfindlichkeit beruht darauf, dass sich das leichte Flüssigkeitströpfchen in der nicht sehr engen Röhre nahezu ohne alle

Reibung bewegt. Man könnte nun die Empfindlichkeit künstlich herabsetzen, indem man statt des kleinen Tropfens eine etwas längere Flüssigkeitssäule wählt und die Röhre verengt.

Statt dessen habe ich einen anderen Ausweg gefunden, durch welchen die Empfindlichkeit vollständig gewahrt bleibt, ohne dass dieselbe eine grosse Aufmerksamkeit beim Arbeiten nothwendig macht. Bei vorliegendem Apparat ist nämlich die Röhre dort, wo sich der Flüssigkeitstropfen befinden soll, also in dem horizontalen Theil, ziemlich weit, so dass er sich ohne Reibung bewegen kann. Im weiteren Verlauf verengt sie sich aber zu beiden Seiten zu einer sehr engen, flachgedrückten Capillare, wie sie zu Thermometern gebraucht wird. In einer solchen kann sich eine Flüssigkeit in Folge der Reibung und Adhäsion nur ganz langsam bewegen, ein plötzliches Herausschleudern ist unmöglich, während die Bewegung der Gase in derselben noch kaum behindert ist.

Das Gasmessgefäss besteht aus zwei Schenkeln *A* und *B*, welche zusammengekommen von den Marken *m* und *p* angefangen bis oben 50^{cem} fassen. Während der weite Schenkel *A* dazu dient, die Hauptmengen der zu untersuchenden Luft aufzunehmen, fasst der engere *B*, zwischen den Theilstrichen *m* und *n* nur 0.5^{cem} und ist in 200 Theile getheilt, so dass jeder Theil 0.005 Procent des Gesammtinhaltes des Messgefässes beträgt.

Um die zu untersuchende Luft darin abzumessen, gleichgültig ob dieselbe einer zugeschmolzenen Pipette oder der umgebenden Luft entnommen ist, verfährt man folgendermassen: Nachdem man das Messgefäss vollständig mit Quecksilber angefüllt hat, senkt man das Druckgefäss *g* und saugt die Luft an, bis das Quecksilberniveau ungefähr auf den Marken *m* und *p* steht, schliesst die Glashähne *c* und *d* und besorgt die feinere Einstellung mit Hülfe der Klemmschrauben *a* und *b*. Nun wird der Hahn *h* geschlossen und *f* geöffnet, und man dreht die Schraube *e* so lange, bis der Flüssigkeitstropfen im Differentialmanometer seine Ruhelage in der Mitte eingenommen hat. Während dieser Operation muss das Wasser in dem grossen cylindrischen Gefäss umgerührt werden; wenn dann alles in Ordnung ist, darf an der Schraube *e* nichts mehr geändert werden. — Bei der zweiten Messung nach der Absorption der Kohlensäure wird das Quecksilberniveau in *A* wieder auf die Marke *p* eingestellt; in *B* wird es natürlicher Weise höher zu stehen kommen, und man kann dann die absorbirte CO₂ direct in Volumprocenten ablesen.

Das zur Absorption der CO₂ dienende Orsatrohr *D* ist mit dem von Gerda Troili-Petersson verwendeten äusserlich identisch (abgesehen von der kleinen Tubulatur); es unterscheidet sich aber von demselben dadurch, dass es nicht mit Kalilauge angefüllt ist, sondern mit Quecksilber, auf welchem sich nur 1 bis 2^{cem} Kalilauge befinden. Dadurch werden

die von Gerda Troili-Petersson erwähnten Fehler, welche durch die Luftaufnahme der Kalilauge bedingt werden, auf ein Minimum reducirt. 1 bis 2^{cem} 30 procentige Kalilauge reichen bei hygienischen Luftanalysen mindestens für 80 bis 100 Analysen aus. Dann muss die Kalilauge erneuert werden, indem man das Glasstäbchen *g* aus dem dadurch verschlossenen Kautschukschlauchstück herausnimmt, welches auf einer Tubulatur aufgesteckt ist.

Im Uebrigen ist über die Handhabung des Apparates nichts Neues zu sagen.

Dimensionen: Die Gesammthöhe des Apparates beträgt nur 45^{cm}, die Länge der Scala zwischen *m* und *n* 20^{cm}, der Inhalt des Messgefässes 50^{cem}. — Man könnte auch ein bedeutend kleineres Messgefäss wählen; ein Inhalt von 20 bis 25^{cem} würde für die meisten Fälle vollkommen genügen; da aber dadurch an den äusseren Dimensionen und an dem Preise des Apparates nur wenig geändert wird (höchstens das Gewicht wird etwas geringer), so sehe ich nicht ein, warum man sich in Bezug auf die Grösse des Messgefässes einen Zwang auferlegen soll, wenn dadurch die Genauigkeit beeinflusst wird.

Der Apparat ist leicht tragbar; zu diesem Zwecke wird über denselben ein mit Handgriff versehener rechtwinkliger Holzkasten übergestülpt und festgeschraubt.

Modificationen: An Stelle des der Beschreibung zu Grunde gelegten Compensators *C* kann auch der gewöhnliche Compensator mit constantem Volumen treten. Dann entfällt natürlicher Weise der Kautschukbeutel *E*; dafür ist aber wie bei den älteren Apparaten ein Hahn nöthig, durch welchen der Compensator mit der äusseren Luft verbunden werden kann. Andererseits könnte ein derartiger Ballon mit der Röhre *B* verbunden sein; das Gabelrohr und der Hahn *c* entfällt dann, und *A* ist mit *G* durch einen einfachen Schlauch verbunden. Es ist klar, dass noch andere ähnliche Combinationen getroffen werden können.