

## 275. M. Ballo: Ueber die Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Luft.

[Vorgetr. in der ungarischen Akademie d. Wissenschaften am 17. März 1884.]

(Eingegangen am 19. März.)

Zur Beurtheilung in wie hohem Grade die Luft eines geschlossenen Raumes (Schulstube, Spital, Wohnzimmer u. s. w.) verdorben ist, benutzt man bekanntlich die Kohlensäure, als das charakteristische und am leichtesten bestimmbare Produkt der Athmung. Solche Luft, deren Kohlensäuregehalt 10 Volumen in 10000 Volumen Luft nicht überschreitet, wird noch für geeignet befunden, um den Athmungsprocess für kurze Zeit zu unterhalten, ohne ernstliche Beschädigung des Organismus. Eine Luft von höherem Kohlensäuregehalt ist von schädlichem Einflusse, und zwar natürlich in um so höherem Maasse, je weiter sich der Kohlensäuregehalt von dieser Grenze entfernt.

Eine rasch ausführbare Bestimmung der Kohlensäure ist längst als Bedürfniss empfunden worden, welchem Lunge mit seiner bekannten Methode abhelfen wollte. Als Indicator bei dieser und ähnlichen Methoden wird ein gewisser Grad der Trübung benutzt, welcher eintritt, wenn man eine genügende Anzahl Ballonfüllungen durch Baryt- oder Kalkwasser hindurchpresst. Es ist jedoch leicht einzusehen, dass derselbe Grad der Trübung bei verschiedenen Versuchen nur sehr schwer zu erreichen sein wird; geringere Mengen Kohlensäure werden, wie ich mich oft überzeugen konnte, von Kalkwasser, ohne eine deutlich sichtbare Trübung hervorzubringen, absorbirt. Es kommt hierbei nicht allein auf die Schärfe des Gesichtes an, als auch auf die Form des Absorptiongefässes und auf die Schnelligkeit, mit welcher die Luft hindurchgepresst wird; und bei so verdünnter Kohlensäure, wie die in Frage stehende, können durch zu rasches Hindurchpressen bedeutende Kohlensäuremengen in Verlust gerathen.

Ich habe versucht, ob Kohlensäure das mit Phenolphtaleïn roth gefärbte Kalkwasser zu entfärben vermag, um eventuell hierauf eine Methode zu begründen. Bläst man ausgeathmete Luft durch solches Kalkwasser, so erfolgt, wenn dasselbe nicht zu concentrirt war, die Entfärbung alsbald, u. z. momentan. Die Erscheinung ist ganz ebenso als wenn man Kalkwasser mit Oxalsäure titrirt, und sie tritt selbst bei sehr verdünnten Lösungen ein.

Schüttelt man in einer etwa ein halbes Liter fassenden Flasche die zu untersuchende Luft mit einer gewissen Menge des gefärbten Kalkwassers, unter erneuertem Zusatz desselben, bis keine Entfärbung mehr erfolgt, so lässt sich auf diese Art die Kohlensäure mit annähernder Genauigkeit bestimmen. Allein ein so stark verdünntes Kalkwasser wirkt zu wenig rasch absorbirend, und der Versuch er-

fordert  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  Stunde, auch wenn man statt der gewöhnlichen Flaschen flache Feldflaschen verwendet, welche die Absorption ungemein befördern.

Ich habe deshalb anstatt Kalkwasser ein energischer wirkendes Absorptionsmittel gesucht und bin schliesslich bei einem Gemisch von Kali- oder Natronlauge mit einer Chlorbaryumlösung stehen geblieben. Eine solche Lösung von genügender Verdünnung lässt sich mit Hülfe titrirter Lauge sehr schnell herstellen und die Absorption ist in etwa 10 Minuten so weit vollendet, dass die erreichte Genauigkeit für die meisten praktischen Zwecke genügt. Die Ausführung des Versuches ist einfach. Man leert die mit Wasser gefüllte Feldflasche, deren Inhalt gemessen wurde, in jenem Raume aus, dessen Luft auf ihren Kohlensäuregehalt geprüft werden soll, und verschliesst den Hals der Flasche mit einem Kautschukstopfen. Alsdann lässt man so viel der mit Phenolphthaleïn gefärbten Flüssigkeit hinzufließen, als dem Normal-kohlensäuregehalt der Luft entspricht, und schüttelt. Ist der Kohlensäuregehalt irgend ein bedeutender, so erfolgt die Entfärbung in 1 bis 2 Minuten. Man lässt noch einmal so viel Flüssigkeit nachfließen und schüttelt gelinde zwei Minuten. Erfolgt eine Entfärbung, so ist der Kohlensäuregehalt der Luft mehr als doppelt so gross, als wie der normale; man setzt dies so lange fort, bis nach mindestens 3 Minuten Schütteln die Flüssigkeit noch deutlich roth bleibt. In einer zweiten Luftportion kann nach dieser Vorermittlung durch cubikcentimeterweisen Zusatz der Absorptionsflüssigkeit der Kohlensäuregehalt nöthigenfalls noch genauer ermittelt werden.

Wenn man zu einem derartigen Versuche 10—15 Minuten verwenden kann, so können auf diese Art ziemlich genaue Resultate erzielt werden, welche sich von den nach der Pettenkofer'schen Methode gleichzeitig ausgeführten nur wenig unterscheiden. Wohl ist hierbei wegen der grossen Verdünnung des Reagens ein nicht unbedeutender Fehler möglich; verfährt man jedoch mit einiger Vorsicht, so ergiebt der Controlversuch beinahe genaue Resultate.

Folgende Versuche mögen zur Beurtheilung der Methode dienen:

1. Aus einem Schulzimmer wurden auf angegebene Weise am Ende der zweiten Lehrstunde in zwei Feldflaschen Luft geholt und dieselbe mit der roth gefärbten Absorptionsflüssigkeit titirt. Die Temperatur betrug  $17^{\circ}$  C., Barometerstand 763 mm. Es wurde gefunden:

	Ohne	Mit
	Berücksichtigung von t und b	
a) In der Feldflasche von 580 ccm Inhalt .	42.6	45.2
b) In der Feldflasche von 800 ccm Inhalt .	39.8	42.3
c) Nach Pettenkofer's Methode . . . .	42.1	44.7

Volumen Kohlensäure in 10000 Volumen Luft.

2. Aus einem anderen Schulzimmer um 11 Uhr Vormittags geholte Luft enthielt in 10000 Raumtheilen, ohne Berücksichtigung der Temperatur und des Luftdruckes:

- a) In einer Feldflasche von 560 ccm Inhalt 56.9 Volumina CO<sub>2</sub>.
- b) In einer Feldflasche von 800 ccm Inhalt 49.8 Volumina CO<sub>2</sub>.
- c) Nach Pettenkofer . . . . . 61.9 Volumina CO<sub>2</sub>.

3. Aus einem dritten Schulzimmer, nach Schluss der zweiten Lehrstunde geholte Luft enthielt in 10000 Raumtheilen, ohne Berücksichtigung der Temperatur und des Luftdruckes:

- a) In der Feldflasche von 560 ccm Inhalt 42.7 Volumina CO<sub>2</sub>.
- b) In der Feldflasche von 800 ccm Inhalt 38.8 Volumina CO<sub>2</sub>.
- c) Nach Pettenkofer . . . . . 49.3 Volumina CO<sub>2</sub>.

4. Auf ähnliche Weise erhielt ich am Schlusse der ersten Stunde 28.3, am Schlusse der zweiten Stunde 30.4, am Schlusse der dritten aber 50.0 Volumen Kohlensäure in 10000 Raumtheilen Luft, mit Hilfe von Flaschen, deren Inhalt 530, 660 und 530 ccm betrug.

5. Ein anderes Mal wurden mit Hilfe einer kleineren Flasche 47.0 Volumen, und in derselben Luft mit Hilfe einer 800 ccm fassenden Flasche nur 34.7 Volumina Kohlensäure gefunden.

6. In der Luft meines Laboratoriums fand ich Vormittags 11 Uhr 10.9, Nachmittags 4 Uhr 14.4 Volumina Kohlensäure mit Hilfe der Halbliterflasche. Nach Pettenkofer im letzteren Falle 16.8 Volumen.

Aus diesen Zahlen folgt evident, dass die Genauigkeit dieser Methode für praktische Zwecke vollkommen genügt und dass der Versuch ziemlich rasch ausgeführt werden kann, da er nicht mehr als zehn Minuten Zeit beansprucht. Unangenehm ist nur das Schütteln, welches aber durch die Anwendung möglichst flacher Feldflaschen wesentlich abgekürzt werden kann. Aus den angeführten Versuchen kann man ersehen, dass mit kleineren Flaschen — höchstens solchen von  $\frac{1}{2}$  Liter Capacität — die Kohlensäure am raschesten und vollständigsten absorbiert wird. Dieser Umstand gereicht der Methode zum Vortheil.

Die Behandlung und Aufbewahrung der Absorptionsflüssigkeit dürfte im Laboratorium und an solchen Orten, wo Luftuntersuchungen in grosser Anzahl ausgeführt werden, keine Schwierigkeiten bieten. Man würde dieselbe in Gefässen halten, in denen die Luft nur durch Kaliröhren gelangen kann und würde die Bürette nach bekannter Art mit diesen Gefässen derart verbunden werden, dass beide eine gemeinschaftliche Atmosphäre hätten.

Die Concentration der Absorptionsflüssigkeit kann zwar so gewählt werden, dass 1 ccm derselben 1 ccm Kohlensäure in 10000 ccm Luft entspräche. Allein das ist nicht durchaus nothwendig. War die

Concentration der Absorptionsflüssigkeit derart, dass zur Sättigung von 100 ccm derselben m ccm  $\frac{1}{10}$  Normaloxalsäure nöthig waren, hat man ferner zur Filtration eines Luftvolumens V im Ganzen a ccm der Absorptionsflüssigkeit verbraucht, so ist der Kohlensäuregehalt der Luft in 10000 Raumtheilen, ohne Berücksichtigung der Temperatur und des Luftdruckes:

$$X = 111.6 \frac{m \cdot a}{V},$$

wobei der Factor  $\frac{m \cdot 111.6}{V}$  für eine und dieselbe Absorptionsflüssigkeit und dasselbe Gefäss eine constante Grösse ist.

Bezüglich der Wirkung des Chlorbaryums in der empfohlenen Absorptionsflüssigkeit habe ich zu bemerken, dass dasselbe die Bildung von doppelkohlensauern Salzen zu verhindern hat. Reine Kali- und Natronlauge, mit Phenolphtalein gefärbt, verliert beim Einleiten in Kohlensäure ebenfalls ihre Farbe, allein erst dann, nachdem doppelkohlensaures Salz gebildet wurde; da aber der Bildung des letzteren eine solche von einfach kohlensaurem Salz vorangeht, und diese letztere nicht energisch genug Kohlensäure absorbirt, so müsste durch Zusatz von Chlorbaryum (oder anderer ähnlich wirkender Salze) die Bildung des sauren Salzes verhindert werden, — das einfach kohlensaure Alkali setzt sich nämlich sofort in sich ausscheidendes Baryumcarbonat um.

Da ich beobachtet habe, dass die mit Phenolphtalein gefärbte Absorptionsflüssigkeit sich mit der Zeit entfärbt, so würde es sich dort, wo wenig Kohlensäurebestimmungen zu machen sind, empfehlen, den Indicator erst unmittelbar vor dem Versuche in die mit der zu untersuchenden Luft gefüllten Flasche einfließen zu lassen und dann auf beschriebene Weise zu titiren.