

Zu Dr. H. Bitter: „Ueber Methoden zur Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Luft.“

Von

Dr. A. Wolpert,
Professor in Nürnberg.

Die „Zeitschrift für Hygiene“ brachte im neunten Bande (1890) in einer Abhandlung von Dr. H. Bitter „Ueber Methoden zur Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Luft“ Mittheilungen, welche mich durch Inhalt und Form zu einer Berichtigung veranlassen. Dass ich nicht früher mit einer solchen hervortrat, hat seinen Grund darin, dass eine Berichtigung von anderer Seite, theilweise von Hrn. Dr. Bitter selbst, erwartet werden durfte, da einerseits nach Bitter „alle vereinfachten Methoden zur CO₂-Bestimmung, mit Ausnahme vielleicht des Lunge'schen Verfahrens, keine für den Hygieniker brauchbaren Werthe ergeben“ (S. 34) und sogar „nach der Pettenkofer'schen Methode wissenschaftlich genaue Resultate nicht zuverlässig erhalten werden“ (S. 14), andererseits die Bitter'sche Arbeit mit schwer wiegenden — aber in Referaten¹ unberücksichtigt gelassenen — Fehlern behaftet ist, auf welche ich schon vor längerer Zeit durch eine Arbeit meines Sohnes, Dr. med. Heinrich Wolpert,² aufmerksam gemacht wurde.

Bitter bringt auf S. 35 die Beschreibung eines von ihm erdachten Verfahrens mit einer Schüttelflasche zu 500^{ccm} und verdeutlicht auf S. 36 die Art der Berechnung durch ein Beispiel. Da er das Molekulargewicht der Soda als 90 statt 106 setzt, wodurch allein schon der Kohlensäuregehalt der Untersuchungsluft sich um 15 Procent zu gross ergeben muss,

¹ *Supplement der deutschen Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege.* 1891. S. 45. — *Centralblatt für allgemeine Gesundheitspflege.* 1891, 9. Heft, S. 348.

² Inzwischen erschienen: *Eine einfache Luftprüfungsmethode auf Kohlensäure mit wissenschaftlicher Grundlage.* Nebst Tabellen und Diagrammen. 1892. Leipzig, Baumgärtner. 4 M.

ferner bei dem vorgeführten Beispiel (nach einer Tabelle von 1865) eine Reductionszahl 1.8 statt der richtiger zu berechnenden 1.9 benützt und noch zwei Rechenfehler macht, erhält er den Kohlensäuregehalt 2.619‰ anstatt des sich bei richtiger Rechnung ergebenden 1.843‰ , also um 42 Procent zu hoch.

Nun ist aber der Satz beigefügt: „Es waren also in 1000 Volumtheilen der untersuchten Luft 2.619 Volumtheile CO_2 enthalten, eine Menge, wie sie auch bei einer gleichzeitig mittels der Controlmethode ausgeführten Bestimmung fast genau ebenfalls gefunden wurde.“

Es stehen sich demnach bei diesen gleichzeitigen Untersuchungen nach zwei als zuverlässig anzunehmenden Methoden die Ergebnisse 1.8 und 2.6‰ CO_2 gegenüber. Wie ist das aufzuklären?

Auffallend sind auch mehrere andere Vergleichsresultate, so die in den auf S. 20 oben zusammengestellten Beispielen, bei welchen der Kolben mit Baryumhydrat 0.851 und 0.782‰ , der mit Strontiumhydrat 0.940 und 0.963‰ , also um 10 und 23 Procent mehr CO_2 finden liess; ferner auf S. 27 die Abweichungen von 17 u. 29 Procent bei dem von Bitter am meisten unter den einfachen Methoden empfohlenen Lunge'schen Verfahren gegenüber der Controlmethode.

Soll man aus solchen verschiedenen Ergebnissen von Paralleluntersuchungen folgern, dass die Methoden mit so grossen Fehlerquellen behaftet sind, oder dass die Untersuchungen nicht sorgfältig ausgeführt wurden?

Weder das Eine noch das Andere, so lange eine dritte Ursache der Differenzen gefunden werden kann. Diese liegt hier nahe: Der CO_2 -Gehalt der untersuchten Luftmengen war in der That sehr verschieden gross und konnte zufällig bei der einen Luftprobe ungefähr im Verhältniss des unrichtig berechneten Resultates grösser sein als bei der anderen. Diese Annahme hat nichts Unwahrscheinliches; denn in einem geheizten oder auch nicht geheizten, aber durch Personen und Beleuchtungsflammen erwärmten Zimmer bestehen vielfache Luftströmungen nach verschiedenen und wechselnden Richtungen; man findet da bedeutende Unterschiede der Temperatur, der absoluten und relativen Feuchtigkeit und der Reinheit der Luft an verschiedenen Stellen des Zimmers. Die ausgleichenden Wirkungen der Diffusion und mechanischen Mischung sind nicht so beträchtlich, dass eine gleichmässige Luftbeschaffenheit anzunehmen wäre. Im Untersuchungszimmer war in Folge des Anzündens von Gasflammen die Luft der oberen Schichten sehr warm und kohlensäurereich; nach Auslöschen der Gasflammen wurde die Luft mittels einer grossen Papptafel durchgemischt. Das konnte aber nicht verhindern, dass alsbald nach dem Durchfächern die Luft der oberen Schichten wieder kohlensäurereicher

war als die der unteren, weil ohne Zweifel die Innenluft wärmer war, als die Aussenluft und diese durch die unvermeidlichen Oeffnungen eindringen und zunächst die unteren Schichten einnehmen musste. Diese Veränderung der Luft im Versuchsraume mag allerdings bei manchen rasch ausgeführten Luftentnahmen nicht wesentlich gewesen sein (Bitter S. 9).

Im allgemeinen aber ist in einem Raume, in welchem nicht Zuführung erwärmter reiner Luft stattfindet, aber die Luft durch Producte der Respiration, Perspiration und Beleuchtung erwärmt und zugleich verunreinigt wird, die Luft an der Decke die schlechteste; sie sinkt an den kälteren Wänden herab, mischt sich auf diesem Wege und mehr noch am Boden mit besserer Luft, und zum Ersatz dieser abwärts fliessenden Luft findet Aufwärtsströmen mehr in der Zimmermitte und an allen wärmeren Gegenständen statt. Zwischen den nahezu vertical abwärts und aufwärts gerichteten Luftbewegungen bestehen auch horizontale und schräge. In der Nähe einer Aussenwand kann, wenngleich sie am kältesten ist, die Zimmerluft besser sein als an den anderen Wänden, auch in dem vorderen Zimmertheile besser als in dem hinteren, namentlich wenn der Wind gegen die Aussenwand gerichtet ist.

Es muss daher meistens der Kohlensäuregehalt der Luft an verschiedenen Stellen eines Zimmers verschieden und an derselben Stelle veränderlich sein.

Wenn sich nun auf diese Weise die gefundenen beträchtlichen Differenzen bei exacter Durchführung wissenschaftlicher Methoden erklären lassen, so ist es nicht angängig, auf Grund der Bitter'schen Vergleichsbeobachtungen irgend eines der vereinfachten Verfahren zu verwerfen. Der Unterschied der arithmetischen Mittel beträgt bei meinem Taschenluftprüfer gegen die Controlmethode für die acht von Bitter aufgeführten Beobachtungen ungefähr 20 Procent, bei meinem continuirlichen Luftprüfer für die 18 aufgeführten Beobachtungen gegen die Kolbenmethode weniger als 8 Procent. Die Abweichungen sind theils positiv, theils negativ und theilweise so verschieden bei nahezu gleichen Ergebnissen der andern Methoden, dass eine ungleichmässige Handhabung meiner Apparate angenommen werden müsste, wenn nicht die Annahme wirklich verschiedener Luftbeschaffenheit begründet wäre.

An die richtige Beurtheilung der massgeblichen Trübung bei meinem Taschenluftprüfer gewöhnt man sich bald, und selbstverständlich ist es, dass man die Luftprüfung nicht am Apparate sitzend und mit dem Gesichte gegen ihn gewendet vornimmt, sondern stehend und mit ausgestrecktem Arme, von dem tiefer auf einem Tische stehenden Apparate möglichst abgewendet. Dann wird nicht leicht Ausathmungsluft in den Ballon aufgesaugt.

Bei meinem continuirlichen Luftprüfer ist es natürlich, dass er nicht eine momentane Veränderung der Luftreinheit anzeigt, sondern die durchschnittliche von einem längeren Zeitraum, etwa der letzten Viertelstunde, und dass man bei neuer Ingangsetzung die Durchtränkung der Kordel mit Reagensflüssigkeit und das regelmässige Functioniren abwarten muss. Die Grenze zwischen Blassroth und entschieden Weiss ist hinreichend genau zu erkennen, so lange die Kordel rein ist. Anstatt sie zu reinigen, thut man besser, bei continuirlicher Inganghaltung wöchentlich eine neue Kordel einzuhängen, was keine nennenswerthe Mühe und Ausgabe verursacht. Ein sieben Meter langes Stück der geeigneten übersponnenen Leinenkordel, in Kurzwaarenhandlungen für 14 Pfennige zu kaufen, reicht für 15 malige Auswechslung. Es ist kein weiteres Präpariren der Kordel nöthig, als dass man sie kurze Zeit in Wasser legt und dann einig Mal nass durch die Finger zieht und ausdrückt, um den daran haftenden Appreturstoff zu entfernen.

Nun einige Worte über die weniger sachlichen Nebenbemerkungen des Hrn. Dr. Bitter. Mein Taschenluftprüfer wird (S. 28) als „der mit so viel Reclame angepriesene Apparat“ bezeichnet. — Mir ist von reclamenhafter Anpreisung nichts bekannt. Die den Apparat ausführende Fabrik hat nicht einmal durch Geschäftsanzeigen auf ihn aufmerksam gemacht, weil sie es für genügend hielt, dass von mir einige Aufsätze in technischen und anderen Zeitschriften veröffentlicht wurden. Diese Veröffentlichungen, wie auch einige Vorträge in technischen Vereinen, behandelten ausser der Beschreibung meines Luftprüfers, sachgemäss die Wichtigkeit der Sorge für gute Luft in Wohnräumen und folglich der häufigen Untersuchung der Zimmerluft, wozu mein Luftprüfer als gut geeignet bezeichnet wurde. In solcher Weise meinen Taschenluftprüfer zu empfehlen, dazu hielt ich mich für vollkommen berechtigt, nachdem ich unter den verschiedensten Verhältnissen unzählige Luftuntersuchungen ausgeführt und immer der Wahrscheinlichkeit entsprechende Resultate, auch bei Controle vieler Resultate durch Pettenkofer's Methode genügende Uebereinstimmung gefunden hatte. Ich habe den Taschenluftprüfer schon vor dem Jahre 1882 construirt, als noch kein anderer einfacher Luftprüfer bekannt war, als der ursprüngliche Smith-Lunge'sche, und auch dieser nicht fertig zu kaufen. Es sollte doch Anerkennung finden, dass ich durch Bewerksstellung der fabrikmässigen Anfertigung und Verbreitung meines unstreitig handlichen Apparates einem Bedürfniss zu entsprechen suchte. Das Bedürfniss zeigt sich darin, dass ungefähr 1100 Stück verkauft worden sind. Dieser Umstand spricht auch für die Brauchbarkeit. Der Apparat macht, wie ich von Anfang an häufig betonte, nicht Anspruch auf wissenschaftliche Genauigkeit, aber er ermöglicht es einem Jeden, schnell und leicht

sich zu überzeugen, ob die Zimmerluft zu schlecht, noch zulässig gut oder sehr gut ist.

Gleiches gilt von meinem continuirlichen Luftprüfer, dessen Construction durch den Wunsch hervorgerufen wurde, einen Apparat zu haben, an welchem sich der jeweilige Reinheitsgrad der Zimmerluft ebenso ablesen liesse, wie die Temperatur am Thermometer. Mein continuirlicher Luftprüfer entspricht der Vergleichung mit dem Thermometer wenigstens einigermaßen, wenn auch seine Anzeigen nicht so scharf und genau sind und seine Benutzung nicht so ganz ohne Aufwand an Zeit, Mühe und Kosten möglich ist. Ich brachte bei diesem Luftprüfer aus nahe liegenden Gründen nicht wieder Kalkwasser in Anwendung (wie Uffelmann in seinen Handbuch der Hygiene, 1890, S. 60 sagt) sondern Sodalösung, und hierin glaube ich die Priorität beanspruchen zu können. Jetzt wird fast bei allen Methoden zur Ermittlung des Kohlensäuregehaltes der Luft, auch bei der von Bitter, Sodalösung in Anwendung gebracht.

Herr Dr. Bitter hat, wie er auf S. 31 sagt, bei seinen Beobachtungen die Ueberzeugung gewonnen, dass der continuirliche Luftprüfer „durchaus nicht so zuverlässig functionirt, wie der Erfinder in einer grossen Reihe von Publicationen immerfort behauptete.“ Hierzu ist S. 31 unter dem Text die Reihe von Publicationen aufgeführt und zwar wörtlich aus einem Fabrikprospect entnommen. Wer die Litteratur durchsehen will, wird finden, dass nur wenige dieser Artikel von mir verfasst sind und dass ich darin nichts Unbegründetes behauptet habe. Von den meisten dieser Publicationen erhielt ich erst nach ihrem Erscheinen Kenntniss. Die Reihe kann übrigens noch erweitert werden, ohne mit den folgenden Angaben vollständig zu sein: *Revue d'hygiène*. — *Philadelphia Times*. — *Zeitschrift für Schulgesundheitspflege*. — *Praktische Physik*. — *Gartenlaube*. — *Encyklopädie der gesammten Thierheilkunde*. — *Gesundheitslehre von Dr. Schmitz*. — *Schulgesundheitspflege von Dr. Rembold*.

Ueber das letztgenannte Buch hat Dr. E. Roth in Belgard (Pommern) in der *Deutschen Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege* (1891) 23. Bd., 2. Heft — ein Referat veröffentlicht, in welchem neben lobender Anerkennung des sonstigen Inhalts gesagt ist, der Empfehlung des „verbesserten“ (continuirlichen) Wolpert'schen Luftprüfers könne nicht beigepflichtet werden, da dieser Apparat auch zur Erzielung nur approximativer Werthe zu ungenau sei. — Dr. E. Roth besitzt aber keinen solchen Luftprüfer und gründet sein Urtheil nur auf die Mittheilungen Bitter's.

Durch die grosse Reihe der Publicationen, deren einige von Fachmännern auf Grund vergleichender Beobachtungen verfasst sind, ist offenbar wieder das Bedürfniss bekundet, welches für derartige Apparate vorliegt, und das Interesse, welches dem Gegenstände in weiteren Kreisen entgegengebracht wird.

Schliesslich bitte ich den geneigten — und auch nicht geneigten — Leser, mir zu glauben, wenn ich sage: es ist mir in pecuniärer Hinsicht gleichgültig, ob viele oder wenige oder gar keine meiner Apparate gekauft werden; den Patentschutz halte ich schon lange nicht mehr aufrecht, die Apparate können also von jedem nachgebildet, verändert, verbessert werden. Aber zu bedauern wäre es, wenn die einfachen, billigen und handlichen Luftprüfungs-Apparate, die von Jedem leicht benutzt werden können, und dadurch, wenn sie auch nur annähernd richtige Resultate geben, unstreitig zur Förderung des Wohles der Menschheit dienen, durch abfällige Urtheile unterdrückt würden, ohne dass Besseres von gleicher Einfachheit und Wohlfeilheit als Ersatz geboten würde. Kann man als Luftprüfer für's Haus ein auch wissenschaftlich brauchbares Instrument bieten, um so besser; aber nöthig ist das nicht.

In ähnlicher Weise sprach ich bereits in einer Generalversammlung des Vereins für Gesundheitstechnik 1885 in Gegenwart von Pettenkofer's und anderer Vertreter der medicinischen Hygiene für die Existenzberechtigung der kleinen aber handlichen Apparate, die keinen Anspruch auf wissenschaftliche Genauigkeit machen, und fand bei der sich an meinen Vortrag anknüpfenden Discussion von keiner Seite Widerspruch.

Auch habe ich mit meinem Taschenluftprüfer durch den Nachweis der schlechten Luft in Schulen bewirkt, dass Lüftungseinrichtungen in einigen angebracht, in anderen wenigstens die Fenster häufiger geöffnet wurden; und seit mehreren Jahren wird in meinen Wohn- und Schlafzimmern täglich die Lüftung nach meinem continuirlichen Luftprüfer geregelt, ebenso in anderen mir bekannten Familien.

Man möchte meinen, das gehe an einem Tage wie am andern, man finde die continuirliche Luftprüfung alsbald überflüssig. Allein die Verhältnisse gestalten sich sehr verschiedenartig, und selbst bei gleicher Raumbenutzung kann die Luft an dem einen Abend gut, an dem andern schlecht sein, weil Wind und Temperaturunterschied von grossem und fast täglich wechselndem Einflusse auf die Lüftung sind.

Es würde zum Zwecke der Regelung der Zimmerlüftung schon genügen, wenn der Luftprüfer nur gute und schlechte Luft ohne weitere Abstufungen anzeigen würde. Es ist ein gewiss nicht zu unterschätzender Nutzen, wenn man einerseits für Lüfterneuerung sorgt, sobald und so lange der Luftprüfer „schlecht“ zeigt, andererseits im geheizten Zimmer es unterlässt, auf Kosten des Heizmaterials verschwenderisch zu lüften, so lange der Luftprüfer reine Luft anzeigt.

Ist es da zu billigen, dass Herr Dr. Bitter (S. 32) den Apparat als „eine für den Laien vielleicht interessante Spielerei“ bezeichnet?

Nürnberg, im October 1891.