

**Zeitschrift:** Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern  
**Herausgeber:** Naturforschende Gesellschaft Bern  
**Band:** - (1868)  
**Heft:** 654-683

**Artikel:** Untersuchungen über die Luft in Schulzimmern  
**Autor:** Schwarzenbach  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-318824>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 01.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

**Prof. Schwarzenbach.**

## **Untersuchungen über die Luft in Schulzimmern.**

(Vorgetragen den 13. Juli 1868.)

Im Laufe des eben verflossenen Sommers ist unter meiner Leitung durch Hrn. W. Trechsel, Chemiker in Bern, eine ziemlich beträchtliche Reihe von Untersuchungen über die Veränderungen angestellt worden, welche die Atmosphäre in geschlossenen Räumen betreffs ihrer procentischen Zusammensetzung erfährt, wenn eine grössere Anzahl von Menschen ihren Athmungsprozess während einer bestimmten Zeit in denselben vollzieht. Bekanntlich wird mit dem Ausdrucke „Athmen“ gewöhnlich derjenige physiologische Akt bezeichnet, durch welchen Kohlensäure und Wasserdampf mittelst der Lungen aus dem Blute ausgeschieden und gegen eine entsprechende Quantität atmosphärischer Luft ausgetauscht werden. Für den uns vorliegenden Zweck mag auch diese Auffassung genügen, obschon die Wissenschaft mit dem Sammelbegriffe „Athmen“ noch eine grössere Anzahl von Vorstellungen verbindet. Von den ausgeathmeten gasförmigen Substanzen verdient jedenfalls die Kohlensäure in erster Linie Berücksichtigung, weil sie, ein unathembares und selbst giftiges Gas, auch wenn ihre Menge in einem Raum nur bis zu einigen Volumprozenten ansteigt, belästigend und störend auf den Organismus einwirkt, welcher sie mit der Luft einzuziehen und somit immer wieder dem Blute zuzuführen genöthigt ist. Es sollte also durch unsere Analysen zunächst ermittelt werden, bis zu welchem Grade eine Anhäufung der Kohlensäure in den uns zugänglichen Schulzimmern Bern's während der Unterrichtszeit stattfindet, um mit späteren

Untersuchungen ein Gesamtbild von dem Zustande der Atmosphäre in diesen Räumen zu liefern.

Diese Art von Studien ist nicht neu, sondern vor längern Jahren schon von Prof. Pettenkofer in München ausgeführt worden\*), dessen Verfahren wir auch vollständig adoptirt haben; da dasselbe als ziemlich allgemein bekannt vorausgesetzt werden darf, so mag die Beschreibung der Procedur und der dabei nothwendigen Vorsichtsmassregeln unterbleiben.

In erster Linie war es nun bei dem stets etwas wechselnden Gehalte der Atmosphäre an Kohlensäure nöthig, die sogenannte *reine* Luft unserer Stadt selbst zu untersuchen, um Vergleichungspunkte zu gewinnen, wobei für verschiedene Tage nicht unwesentlich von einander abweichende Resultate erhalten wurden, wie aus nachstehender Tabelle zu ersehen ist.

Am 11. Mai enthielt die Luft des Gartens auf der Südseite der Hochschule in 10,000 Raumtheilen 4,52 Raumtheile Kohlensäure bei einer Temperatur von 22,5° C. und 714 Millimeter Barometerstand.

Datum.	Kohlensäure in 10,000 Raumtheilen Luft.	Temperatur.	Barometerstand.
11. Mai.	4,52	22,5° C.	614
12. „	7,59	20,5 „	714
1 1/2 Stundspäter.	7,48	22,5 „	714
16. Mai.	4,36	23,7 „	717
18. „	6,94	22,0 „	721
20. „	4,81	23,5 „	?

Als Mittel aus diesen sechs Versuchen berechnen sich 5,95 Raumtheile Kohlensäure auf 10,000 Volumina Luft.

Von nun an wurden die weiteren Studien zunächst im chemischen Hörsaale der Hochschule je am Ende

---

\*) Auch Leblanc und Valentin haben solche Bestimmungen gemacht.

einer Vorlesung vorgenommen, wobei sich folgende Verhältnisse ergaben:

Datum.	Kohlensäuregehalt in 10,000 Vol. Luft.	Personenzahl.	Durchschnittsalter.	Temperatur.
6. Mai.	23,84	35	20—24	21 ° C.
7. „	22,39	34	id.	21 „
11. „	25,04	36	id.	22,5 „
18. „	26,36	37	id.	24 „

Diese vier Bestimmungen geben sonach eine Vermehrung der Kohlensäure von ihrer Durchschnittszahl 5,95 auf 24,4, wenn 35 erwachsene Personen im geschlossenen Raume, welcher einen Inhalt von 126,5 Kubikmeter aufweist, während ungefähr einer Stunde geathmet haben. Ist nun schon diese Zunahme eine gewiss beträchtliche zu nennen, so gestaltet sich die Sache, wie wir sogleich sehen werden, noch ungünstiger in Räumen, wo viel jüngere Individuen in grosser Anzahl ohne Luftwechsel während einer bestimmten Zeit ihren Respirationprozess durchführen. Wir haben darüber folgende Erfahrungen in verschiedenen Schulen gesammelt:

- I. 34 Knaben von 6—7 Jahren, 1 Lehrer. Kohlensäure, Rauminhalt 106 Kubikmeter. Temperatur 27,3° C. auf 10,000: 35,22 Vol,
- II. 39 Knaben von 8 1/2 Jahren, 1 Lehrer. Rauminhalt derselbe. Temp. 28,5° C. 29,69 „
- III. 26 Knaben von 10 Jahren, 1 Lehrer. Rauminh. 97,15 K.-M. Temp. 25° C. 21,78 „
- IV. 23 Knaben von 10 Jahren, 1 Lehrer. Rauminh. 97,73 K.-M. Temp. 24° C. 19,83 „

(Dieses letztere Ergebniss ist zwar der Vollständigkeit wegen hergesetzt, aber nicht ganz schlussfähig, weil während der Stunde ein kleiner Fensterflügel offen geblieben war.)

V.	25 Knaben von 11 Jahren, 1 Lehrer. Rauminh. 214,5 K.-M. Temp. 22° C.	33,03	„
	(Es war während einer Stunde gesungen worden.) Nach dem Austreten ungefähr derselben Anzahl Knaben aus dem Schulzimmer, wobei die Thüre während einiger Minuten geöffnet war, fand sich der Kohlensäuregehalt auf 45,89 Vol. heruntergesunken.		
VI.	22 Knaben von 12 Jahren hatten im vorigen Zimmer während 40 Minuten gesungen (die Luft war 10 Minuten vor Beendigung der Stunde untersucht worden). Temp. 23° C. . . . .	26,40	„
	auf 50 Minuten berechnet :	32,5	„
VII.	14 Knaben von 15 Jahren. Rauminhalt 114,45 K.-M. Temp. 23° C. . . . .	18,54	„
VIII.	21 Knaben von 15 Jahren. Rauminhalt 100,49 K.-M. Temp. 26° C. . . . .	21,31	„
IX.	16 Zöglinge von 17—19 Jahren. Rauminhalt 104,14 K.-M. Temp. 25,5° C, . . . . .	19,70	„
X.	38 Mädchen von 8 Jahren. Rauminhalt 95,13 K.-M. Temp. 28° C, (!) . . . . .	23,98	„
XI.	33 Mädchen von 9 Jahren. Rauminhalt 122,5 K.-M. Temp. 26,5° C. , . . . .	22,86	„
XII.	11 Mädchen von 12 u. 8 von 15 Jahren, Rauminh. 220,6 K.-M. Temp. 23°.	27,58	„
XIII.	11 Mädchen von circa 15 Jahren. Rauminhalt 81,9 K.-M. Temp. 23° C. . . . .	20,37	„

Zur besseren Orientirung mag nachträglich bemerkt werden, dass bei der Bestimmung des Rauminhaltes der Zimmer jedesmal die grossen Stubenöfen besonders gemessen und ihr Volum in Abzug gebracht wurde; die

Mobilien, Schulbänke etc. konnten dagegen aus begreiflichen Gründen nicht abgezogen werden, so wenig als die von den Personen verdrängte Luftmasse. In Bezug auf die Luftschichte, welche zur Untersuchung verwendet wurde, ist zu bemerken, dass man dieselbe immer ungefähr in der Höhe der Schulzimmertische fasste. Vergleichen zwischen verschiedenen Schichten desselben Zimmers sind noch nicht vorgenommen worden.

So weit unsere thatsächlichen Erhebungen. Dieselben zeigen auf den ersten Blick, dass der Kohlensäuregehalt der Luft in den Schulzimmern wenigstens auf das Sechsfache von demjenigen der äusseren Atmosphäre, selbst bei dem weniger günstigen Verhältnisse der Städte, steigen kann. Bedenkt man nun, dass mit dem besprochenen Gase und mit dem dasselbe begleitenden Wasserdampfe noch viele andere flüchtige Substanzen von jeder Körperoberfläche abgegeben werden, deren relative Menge sich allmählig entsprechend anhäuft, so zwar, dass die Verhältnisse der Kohlensäure nur ein Bild von diesen Ansammlungen überhaupt geben, so kann man sich einen ungefähren Begriff von der Abnahme der Respirabilität dieser Atmosphären oder von dem Anwachsen ihrer Untauglichkeit für die Unterhaltung einzelner Abtheilungen des Stoffwechsels machen. Wirklich ergreift auch jeden in einem solchen Raum Eintretenden sofort das Gefühl der Athembeklemmung, welches ihn erst allmählig wieder verlässt, wann eine gewisse Adaption an die vorhandenen Verhältnisse stattgefunden hat. Es wird dies sogleich erklärlich, wenn man Folgendes in Betracht zieht. Setzen wir voraus, mein Hörsaal sei derart gelüftet, dass die Zusammensetzung seiner Atmosphäre mit der äusseren übereinstimme, und nehme man mit Valentin an, ein erwachsener Mann wechsele bei ruhigem

Athmen 500 Kubikcentimeter Luft mit jedem Zuge und vollführe deren 18 in der Minute, so wird er bei den von uns gefundenen Zahlen in diesem Zeitraume 5,4 Kubikcentimeter Kohlensäure mit der Atmosphäre einge- zogen haben; derselbe würde aber bei seinem Eintritte gegen Ende der Vorlesung nahezu 22 Kubikcentimeter des Gases per Minute einziehen, welche nun besonders anfangs weit störender in den Gasaustausch seines Respi- rationsapparates eingreifen müssen, da er sich der Ein- athmung seiner eigenen oder fremder Expirationsluft genähert hat, welche bekanntlich schliesslich zur Er- stickung führt.

Sucht man nun aus den angeführten Zahlenverhält- nissen Gesetzmässigkeiten zu abstrahiren oder Regeln über Personen- oder Raumverhältnisse zu gewinnen, so stösst man nothwendigerweise auf sehr bedeutende, ja theilweise unübersteigliche Schwierigkeiten, welche so- wohl in der Zahl als der Natur der zum Gesamtergebniss beitragenden Faktoren begründet sind. In der That bilden Alters-, Individualitäts-, Beschäftigungsverschiedenheiten, Raumverhältnisse, Beschaffenheit der Zimmerwände und der Verschlüsse von Fenstern und Thüren und endlich die mehr oder weniger erfolgreiche Lüftung der Zimmer in den hier üblichen Pausen zwischen je zwei Lehr- stunden so wesentliche Momente zur Abänderung des jedesmaligen Analysenergebnisses, dass wohl von vorn- herein Niemand erwarten wird, die Ergebnisse ähnlicher Arbeiten als einfache Rechenexempel behandeln zu kön- nen. Da es sich hier aber nicht um Aufstellung von Theo- remen, sondern um die Ermittlung wirklicher Vorkomm- nisse handelt, so mögen wir immerhin einen Blick auf eine Tabelle werfen, welche vielleicht einige Anhalts- punkte zur Beurtheilung von Unterschieden in Bezug auf Alter und Beschäftigung zu liefern vermag.

In meinem Hörsaale hatten also von 35 erwachsenen Personen jede im Verlauf einer Stunde zur Vermehrung der Kohlensäure beigetragen 0,52 Volumen auf 10,000 Luft, in Versuch

I.	von	6jährigen Knaben	jeder	.	.	0,86	Vol.,
II.	"	8 <sup>1/2</sup>	"	"	"	0,64	"
III.	"	10	"	"	"	0,61	"
IV.	"	10	"	"	"	0,60	"
V.	"	11	"	"	(singend)	1,08	"
VI.	"	12	"	(singend, auf 50 Min. berechnet)		1,15	"
VII.	"	15	"	"	"	0,90	"
VIII.	"	15	"	"	"	0,76	"
IX.	"	17—19jähr.	"	"	"	0,86	"
X.	"	8jährigen Mädchen	jedes	.	.	0,47	"
XI.	"	9	"	"	"	0,51	"
XII.	"	12	"	"	"	0,44	"
XIII.	"	15	"	"	"	1,31	"*)

Die vorstehende Reihe liefert ungeachtet aller ihrer Verwerthung entgegenstehenden Bedenklichkeiten immerhin Stoff zu mancherlei interessanten Betrachtungen, denen wir uns aber aus Furcht, zu weitläufig zu werden, nicht mehr hingeben dürfen. Jedenfalls schliesst sich an sie unmittelbar die praktisch hochwichtige Frage an, in welcher Beziehung die Raumverhältnisse zur Zunahme der Kohlensäure bei gegebener Personenzahl, das Uebrige gleich gesetzt, stehen mögen; gerade darüber aber sind wir trotz aller versuchten Abschätzungen leider ganz ausser Stande, Rechenschaft zu geben, auch wird überhaupt nicht leicht Jemand im Stande sein, dies zu thun, wie eine frühere Bemerkung und die einfache Reflexion er-

\*) Diese letzte Zahl darf nicht als schlussfähig erscheinen, weil nachträglich nicht ermittelt werden konnte, ob die Mädchen sich nicht schon längere Zeit im Zimmer aufgehalten hatten.

gibt. Vertheile ich z. B. den Luftraum meines Hörsaales auf 35 Personen, so kommen auf jede derselben vor ihrem Eintritt 3,6 Kubikmeter Luft; sind aber diese Personen eingetreten, so ist von dem gefundenen Volum ein für mich nicht bestimmbarer, aber jedenfalls sehr beträchtlicher Antheil abzuziehen, so dass sich das berechnete Verhältniss wesentlich abändert. Dieselbe Schwierigkeit besteht aber in allen Fällen. Jedenfalls ist zu beachten, dass in dem grossen Gesangszimmer, in welchem bei Versuch V 8,25 Kubikmeter, bei Versuch VI gar 9,4 Kubikmeter auf die Person kamen, der Kohlensäuregehalt so rasch zugenommen hatte, während im Versuch X, wo mir 2,44 Kubikmeter Raum für die Person bestand, das Verhältniss der Kohlensäure (allerdings ohne Gesang, aber bei weit grösserer Personenzahl) viel geringer geblieben war. Mit einem Worte, ich getraue mir nicht, über die Beziehungen der Raumgrösse zur Anhäufung der Exhalationsgase ein entscheidendes Wort zu sprechen. Wie Eingangs hervorgehoben, bildet die Kohlensäure nur einen der Faktoren, welche bei der so rasch fortschreitenden Verderbniss der Luft mitwirken, zur Erstellung des Gesamtbildes gehören noch die Bestimmungen anderer flüchtiger Substanzen, welche aus den Organismen in die Atmosphäre abgegeben. Diese Bestimmungen, obschon meist weit schwieriger als die bisherigen, sollen nun im Laufe des kommenden Winters ausgeführt und später darüber Bericht erstattet werden. Vorläufig möge diese Notiz dazu dienen, die öffentliche Aufmerksamkeit der so unerlässlichen Ventilation der Schulen wieder zuzuwenden.