



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Verschiedene Konstruktionen**

**Scholtz, Adolf**

**Leipzig, 1900**

Einfluß der Beleuchtung auf die Verschlechterung der Zimmerluft

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96800](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96800)

Im allgemeinen ist also die Größe der Kohlenäureausscheidung durch vorstehende Zahlenangaben festgestellt. Um sicher zu gehen, wird man aber nach C. Lang gut thun, in Lehranstalten schon für Schüler von 13 Jahren die Kohlenäureausscheidung Erwachsener anzunehmen und für Lokale, in denen Personen von verschiedenem Alter und Geschlecht sich aufhalten, die Zahlen zu benutzen, welche sich nach v. Pettenkofer und Voit für kräftige Männer ergaben (22,6 l), weil ein auf diese Rechnung basierter, mäßiger Überschuß stets willkommen sein wird. Für Turnhallen, Fechtböden und Tanzsäle ist die Ausscheidung kräftiger Männer bei starker Muskelarbeit = 36,3 l anzunehmen.<sup>1)</sup>

Man ist zwar durch Erfahrung bestätigt, daß man sich ohne Störung des Wohlbefindens einige Stunden in einer Luft aufhalten kann, welche 10% an Kohlenäure enthält. Die Kohlenäure ist also kein Bedenken erregendes Moment an sich, aber mit ihr im gleichen Verhältnis nehmen auch die übrigen Ausatmungsprodukte, nämlich der Wasserdampf und gewisse andere, noch nicht näher bekannte Stoffe, die man als Atengift (Anthropotoxin) bezeichnet, zu. Diese letzteren scheinen es aber gerade zu sein,<sup>2)</sup> welche — wenn sie sich zersetzen — das Wohlbefinden der Menschen stören, denn lange ehe der Kohlenäuregehalt eine bedenkliche Höhe erreicht, bemerkt man durch die Geruchsorgane, daß die Luft verunreinigt ist. Für jeden Raum, der gesund erhalten werden soll, muß daher die durch die Atmung und Ausdünstung resp. Beleuchtung verdirbene Luft ersetzt werden.

Alle diese Veränderungen vollziehen sich proportional zur Zahl der im Raume atmenden Menschen und — in ungelüfteten Räumen — auch proportional zur Stundenzahl, während welcher die Personen im Raume eingeschlossen sind.

Es ist nun die Frage, ob nicht die Analyse der Luft des geschlossenen Raumes ein Maß für die Luftverschlechterung abzugeben vermag. Da aber eine quantitative Bestimmung der obengenannten Ekelstoffe, die das Atengift bilden, zur Zeit nicht ausführbar ist und der Wasserdampf kein sicheres Zeichen für die Verunreinigung ist, so begnügt man sich mit einer partiellen Luftanalyse und benutzt — nach Pettenkofer's Vorschlag — die im Raume enthaltene Kohlenäure als Maßstab der Luftverschlechterung, da diese sich am leichtesten genau bestimmen läßt und die Annahme berechtigt ist, daß die Stoffe, welche die Luft eines Raumes ekel-

erregend machen, im gleichen Verhältnis mit der CO<sup>2</sup> zunehmen.

v. Pettenkofer erklärte jede Luft als schlecht für dauernden Aufenthalt, welche — infolge von Atmung und Ausdünstung — mehr als 1 Proz. Kohlenäure enthält; gute Zimmerluft hat nach seinen Angaben<sup>1)</sup> höchstens 0,7 Proz. Kohlenäuregehalt! Da aber die Kohlenäureproduktion je nach Alter und Geschlecht verschieden ausfällt, so gilt daselbe auch für den Lüftungsbedarf. Um dieses Luftquantum theoretisch zu ermitteln, bezeichnen wir mit:

C den stündlichen Ventilationsbedarf pro Kopf; ferner sei:  
l die stündliche Kohlenäureproduktion,  
p der Grenzwert der Verunreinigung der Luft,  
a der Gehalt der atmosphärischen Luft an Kohlenäure,  
dann ist:

$$C = \frac{l}{p-a}$$

Ausgeatmete Luft enthält nach Vierordt 43,34%<sub>00</sub> Kohlenäure, sie muß also mit so viel frischer Luft gemischt werden, daß die Kohlenäure nach der Mischung höchstens den Grenzwert (0,0007) erreicht. Die atmosphärische Luft kann daher, um gut zu bleiben, nur 0,0002, höchstens 0,0005 an Kohlenäure aufnehmen, d. h. man bedarf für jedes Volumen ausgeatmeter Luft nach umstehender Formel

$$\frac{43,34}{0,7-0,5} = \frac{43,34}{0,2} = 216,7$$

Volumina frischer Luft.

Die stündlich pro Kopf ausgeatmete Luftmenge beträgt bei 1050 Atemzügen à 0,05 l zusammen = 525 l, mithin die theoretische Luftzufuhr pro Kopf und Stunde:

$$525 \times 216,7 = 113,8 \text{ cbm.}$$

Beispiel. Ein erwachsener Schüler erzeugt stündlich 19,3 l Kohlenäure (nach Voit und v. Pettenkofer).

1) für den Grenzwert p = 0,0007 ist

$$C = \frac{0,0193}{0,0007 - 0,0005} = 95,5 \text{ cbm,}$$

2) für p = 0,001 ist dagegen

$$C = \frac{0,019}{0,001 - 0,0005} = 38,6 \text{ cbm,}$$

und zwar ohne Rücksicht auf die durch Flammen hervorgerufene Verunreinigung.

II. Einfluß der Beleuchtung auf die Verschlechterung der Zimmerluft. Der Grenzwert p ist nach v. Pettenkofer auch für größere Räume 0,0007 bis 0,0010. Für beleuchtete Räume ist ein sicherer Grenz-

1) Untersuchungen über die Verunreinigung der Luft durch künstliche Beleuchtung. Zeitschrift für Biologie, Bd. XII.

2) Vergl. die Untersuchungen von Lang und Wolffhügel im „Archiv f. Hygiene“, 18. Bd. 1893.

Brehmann, Bautechniklehre. IV. Vierte Auflage.

1) Über den Luftwechsel in Wohngebäuden. München 1858.

wert noch nicht festgestellt;<sup>1)</sup> es bleibt also kein anderer Ausweg, als die Kohlenäureproduktion der gegebenen Anzahl Flammen von bestimmter Lichtstärke zu berechnen und diesen Betrag mit dem durch die Bewohner erzeugten Grenzwert in Verbindung zu bringen. Um in der Praxis einen Überschlag zu machen, kann nachstehende, aus den Versuchen von Erismann herrührende Tabelle dienen:

Tabelle I. Über die Entwicklung von Kohlenäure durch verschiedene Beleuchtungsmaterialien (nach Erismann).

Beleuchtungsmodus	Materialverbrauch für eine Stunde	Kohlenäureproduktion per Stunde in Litern
Petroleumspaltbrenner . . . . .	35,5 g = 0,045 l	56,8
Petroleumrundbrenner . . . . .	5,05 g = 0,064 l	61,6
Öllampe . . . . .	22,4 g = 0,025 l	31,2
Kerze . . . . .	20,7 g	11,3
Steinkohlengasbrenner . . . . .	140 l	92,8
Steinkohlengasflachbrenner . . . . .	127 l	86,0

Ein Gasbrenner, der stündlich 140 l Gas verbraucht, erzeugt also in dieser Zeit 92,8 l Kohlenäure, d. h. etwa so viel als vier erwachsene Personen.

Der Kohlenäuregehalt a der zuströmenden Luft kann nach Lang und Wolffhügel in Städten zu 0,005 angenommen werden, wodurch sich der Ventilationsbedarf bei Aufstellung des Programmes eher zu groß als zu klein ergibt.

Bei Berechnung von C aus der Formel  $C = \frac{1}{p-a}$  ist nun nach obiger Anleitung zu verfahren. Als Beispiel für derartige Berechnungen diene folgender Fall:<sup>2)</sup>

Ein Zimmer, welches durch zwei Gasbrenner beleuchtet ist, wird bewohnt von einem Manne, zwei Frauen, einem Jüngling, 16 Jahre alt, einem Mädchen von 9 Jahren. Es ist die stündliche Kohlenäureabgabe bei sitzender Thätigkeit und daraus der Ventilationsbedarf zu bestimmen.

Es beträgt die stündliche Kohlenäureabgabe

des Mannes . . . . .	22,6 l
der zwei Frauen à 17 l . . . . .	34,0 l
des Jünglings . . . . .	17,4 l
des Mädchens . . . . .	12,0 l
zusammen	86,0 l

1) Nach v. Pettenkofer ist es zulässig, einen Zuschlag zum Grenzwert p in der Formel einzuführen, welcher bis 1 Proz. betragen darf.

2) C. Lang, über natürliche Ventilation. S. 31 u. 32.

Dazu die Kohlenäureproduktion von zwei Schnittbrennern à 92,8 l . . . . . 185,6 l.

Die gesamte im Raume bei Gaslicht erzeugte Kohlenäuremenge beträgt daher . . . . . 271,6 l = 0,2716 cbm.

I. Um bei dieser Kohlenäureproduktion die Luft völlig rein zu erhalten, d. h. den Grenzwert a = 0,0007 nicht zu überschreiten, braucht man stündlich bei Gaslicht

$$\frac{0,2716}{0,0007 - 0,0005} = 1385 \text{ cbm frische Luft;}$$

wenn man aber die Zahl a = 0,0010 als Grenzwert dulden will, sind nur erforderlich:

$$\frac{0,2716}{0,0010 - 0,0005} = 543 \text{ cbm;}$$

II. Der Lüftungsbedarf bei Tage für den Grenzwert a = 0,0007 beträgt dagegen nur:

$$\frac{0,0860}{0,0007 - 0,0005} = 430 \text{ cbm;}$$

und für den Grenzwert 1,0 pro Mille = 0,001 sogar nur

$$\frac{0,0860}{0,0010 - 0,0005} = 172 \text{ cbm.}$$

Anstatt wie oben, die durch Leuchtstoffe erzeugte Kohlenäure wirklich zu bestimmen, kann man in der Formel auch einen Zuschlag zum Grenzwert einführen, welcher nach v. Pettenkofer 1 Proz., nach Erismann 0,7 Proz. betragen soll. Dadurch findet man für den kleineren Grenzwert:

nach v. Pettenkofer

$$\frac{0,2716}{0,0017 - 0,0005} = 226,3 \text{ cbm;}$$

nach Erismann

$$\frac{0,2716}{0,0014 - 0,0005} = 301,8 \text{ cbm;}$$

und wenn der Grenzwert a = 0,001 geduldet wird:

nach v. Pettenkofer

$$\frac{0,2716}{0,0020 - 0,0005} = 181,1 \text{ cbm;}$$

nach Erismann

$$\frac{0,2716}{0,0017 - 0,0005} = 226,3 \text{ cbm.}$$

Rechnet man aber getrennt mit dem v. Pettenkofer'schen Grenzwerte, so erfordern die fünf Personen ohne Rücksicht auf Beleuchtung für den Grenzwert p = 001 . . . . . 172 cbm, und für die Beleuchtung allein:

$$\frac{0,186}{0,0020 - 0,0005} = \dots \dots \dots 120 \text{ „}$$

zusammen 292 cbm.

Die für verschiedene Beleuchtungsarten stündlich erforderlichen Luftmengen stellen sich nun wie folgt:

1) Für Kerzenbeleuchtung. Eine Stearinkerze, welche stündlich 11 g konsumiert und nach umstehender Tabelle 15 l Kohlenäure entwickelt, bedarf, wenn der Grenzwert 1 pro Mille nicht überschritten werden soll, eine stündliche Zufuhr von

$$\frac{0,015}{0,001 - 0,0005} = 30 \text{ cbm Luft.}$$

Ein Kilogramm Stearinsäure erzeugt aber bei der Verbrennung 9715 Wärmeinheiten und daher werden bei 11 g Konsum pro Stunde entwickelt: 106,5 Wärmeinheiten.

Diese 106 Wärmeinheiten genügen, um das stündlich erforderliche Lüftungsquantum von 30 cbm um

$$\frac{106}{30 \times 1,2 \times 0,237} = 12,4 \text{ Grad}$$

zu erwärmen, wobei der Faktor 0,237 die spezifische Wärme der Luft und 1,2 das Gewicht eines Kubikmeter Luft bei 20° bezeichnet.

2) Für Gasbeleuchtung. Ein Steinkohlengasflackbrenner von zwölf Meterkerzen Lichtstärke absorbiert stündlich 127 l Gas und erzeugt stündlich 86 l Kohlenäure (vergl. die Tabelle S. 194). Diese 86 l erfordern, wenn der Grenzwert  $p=1$  pro Mille nicht überschritten werden soll, eine Zuführung pro Stunde von

$$\frac{0,086}{0,0005} = 172 \text{ cbm Luft.}$$

Bei der Verbrennung von 1 cbm Leuchtgas werden erzeugt 6814 Wärmeinheiten (ohne Kondensation); durch einen Schnittbrenner, der stündlich 127 l Gas konsumiert, werden daher stündlich 865 Wärmeinheiten entwickelt, welche die einzuführende Luftmenge erwärmen um:

$$\frac{865}{172 \times 0,237 \times 1,2} = 17,9 \text{ Grad.}$$

3) Für elektrische Beleuchtung. Nach den Versuchen des Ingenieur Fontaine<sup>1)</sup> giebt eine elektrische Lampe ein gleichmäßiges Licht von der Stärke von 100 Schnittbrennern, wobei stündlich 5 cm Kohlenstäbe von 1 qcm Querschnitt verbrannt werden. Die Dichtigkeit der Kohle ist ungefähr 2,35, man verbraucht aber stündlich im Maximum 12 g Kohle, welche 44 g oder nahezu 22 l Kohlenäure erzeugen.

Um die Kohlenäure auf das zulässige Maß zu reduzieren, sind stündlich nötig nur

$$\frac{0,022}{0,0005} = 44 \text{ cbm Luft}$$

für 100 Flammen Lichtstärke! Vergleicht man dies geringe zur Verbrennung erforderliche Luftvolumen mit dem

1) Eclairage à l'électricité, pag. 63.

für gewöhnliches Leuchtgas zu beschaffenden, welches sich auf 172 cbm pro Flamme berechnet, also für 100 Flammen = 17200 cbm beträgt, so ergibt sich: daß die Gasbeleuchtung ein Luftvolumen verlangt, welches  $\frac{17200}{44} = 380$ mal so beträchtlich ist, als das zur elektrischen Beleuchtung erforderliche.

Diese Zahlenresultate führen uns mit Notwendigkeit dahin, im Sinne der Zimmerhygiene nach Möglichkeit die elektrische Beleuchtung an Stelle der Gasbeleuchtung zu setzen.

Aus nachstehender Tabelle, welche F. Fischer in den „Jahresberichten der chemischen Technologie“ veröffentlicht hat, ist das Maß der Luftverschlechterung durch verschiedene Beleuchtungskörper übersichtlich zusammengestellt:

Art der Beleuchtung	Stündlicher Verbrauch an Sauerstoff	Produzierte Kohlenäure pro Stunde u. cbm bei 0° C.
Leuchtgas, Argandbrenner . . .	0,8cbm (bis 2)	0,46
„ Zweisloßbrenner . . .	2,0 „ („ 8)	1,14
Petroleum, großer Rundbrenner . . .	0,28 kg	0,44
„ kleiner Flachbrenner . . .	0,60 „	0,95
Wachs . . . . .	0,77 „	1,18
Stearin . . . . .	0,92 „	1,30
Elektrisches Bogenlicht . . . . .	Spuren	Spuren
„ Glühlicht . . . . .	Nichts	Nichts

### III. Die Überhitzung der Luft durch Wärme- produktion der Menschen.

Der Atmungsprozeß ist nichts anderes, als die langsame Verbrennung (Oxydation) des kohlenstoffreichen, venösen Blutes in den Lungen, wobei eine, im Verhältnis zu seiner Intensität gesteigerte Wärmemenge frei wird. Diese Wärmemenge beträgt nach Gavaret's Versuchen 2,3 Wärmeinheiten pro Kilogramm Körpergewicht und pro Stunde, und da das Gewicht des Menschen im Mittel 65 kg beträgt, so resultiert daraus eine mittlere Wärmeproduktion von 169,5 Wärmeinheiten. Hirn<sup>1)</sup> fand die mittlere stündliche Wärmeproduktion nach direkten Versuchen:

bei einem sitzenden Manne = . . .	170 Wärmeinh.
„ starker Muskelarbeit = . . . . .	255 „
ein Fieberkranker von 65 kg Körpergewicht verlor . . . . .	308 „

Bei sitzendem, ruhigen Verhalten werden aber nach dem früheren 60 g Wasserdampf erzeugt, zu deren Verdampfung 37 Wärmeinheiten erforderlich sind. Zieht man davon die durch Abkühlung des Dampfes von 37° auf 20° frei gewordene Wärme ab mit  $17° \times 0,47 = \text{rot. } 8$  Wärmeinheiten,

1) G. N. Hirn, Théorie mécanique de la chaleur, III. édit. Paris.