[Aus dem hygienischen Institut der Universität Königsberg i./Pr.]

Ueber die Kohlensäureverunreinigung der Luft in Zimmern durch Petroleumöfen.

Von

Dr. E. Babucke.

Die Frage, inwieweit die Luft in Wohnräumen durch Anwendung der bekannten Petroleumöfen verunreinigt wird, ist deshalb der Lösung wohl werth, da diese Oefen von vielen Seiten als äusserst praktisch und bequem empfohlen werden. Ihr Verbreitung ist keine geringe und ihre Anwendung in Badezimmern, Laboratorien und anderen kleinen Räumen sehr beliebt.

Neben der Beurtheilung des praktischen Werthes dieser Oefen wollen wir die Frage einer Kritik unterziehen, ob dieselben hygienisch unanfechtbar sind.

Wir haben durch die Kohlensäurebestimmung der Luft in der Regel ein bequemes Mittel, den Werth derselben für den menschlichen Organismus abzuschätzen. Als Grenzwert der Kohlensäuremenge in Wohnräumen ist, abgesehen von der Kohlensäureproduction durch Heizung und Beleuchtung, 1 pro mille anzusehen.

Haben wir jedoch eine Heizung oder Beleuchtung, bei deren Einrichtung den Gasen kein Abzug nach aussen möglich ist, so findet eine Production von Kohlensäure statt, welche eine directe Schädigung des menschlichen Organismus bewirken kann.

Lehmann¹ hat in einer Tabelle folgende Werthe angegeben, welche von Emmerich, Friedländer und Herter festgestellt sind:

¹ Lehmann, *Die Methoden der praktischen Hygiene*. 1890. S. 175.
Zeitschr. f. Hygiene. XXXII.

Kohlensäureconcentration, die bei mehrstündiger Einwirkung nur minimale Symptome bedingt = 1 Procent;

Kohlensäureconcentrationen, die noch $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde ohne schwerere Störung zu ertragen sind = bis 8 Procent;

Kohlensäureconcentrationen, die rasch gefährliche Erkrankungen bedingen = ca. 30 Procent;

Wir wollen nun untersuchen, ob bei den Petroleumöfen ohne besondere Abführung der Gase die Menge der entwickelten Kohlensäure einen direct gesundheitsschädigenden Einfluss ausüben kann.

Zur Ausführung der Versuche standen mir zwei Räume zur Verfügung, ein grösserer und ein kleiner von 12 ^{cbm} Rauminhalt, welche durch eine Holzthür getrennt waren. Letzterer wurde zum Versuchszimmer bestimmt, da ich von der Voraussetzung ausging, dass gerade in solch kleinen Räumen ein Ofen ohne Abzug gefährlich werden könnte.

In dem kleinen Raum (1 Fenster, 12 ^{cbm} Luftinhalt) wurde nun der Petroleumofen aufgestellt.

Derselbe ist von der Königsberger Firma J. W. Haack geliefert und besteht:

1. aus einem 35''' Blau-Bunsenbrenner,
2. einem durchgitterten Stativ von 62 ^{cm} Höhe,
3. einem Wasserbehälter, welcher oben auf das Stativ gesetzt werden kann.

Durch die Thür, welche die beiden Räume trennt, wurden zwei rechtwinklig gebogene Glasröhren geführt, von denen eine durch das Schlüsselloch, die andere durch ein in die Thür gebohrtes Loch, in den grösseren Raum gingen. Die Bohrung wurde im oberen Drittel der Thür gemacht, so dass man nach Belieben sowohl vom Boden als auch aus den oberen Regionen des Versuchszimmers Luft entnehmen konnte.

Die in den Nebenraum ragenden Enden der Glasröhren waren mit Gummischläuchen versehen, welche durch Sperrhähne abgeschlossen waren. Die Kohlensäurebestimmung der Luft des Versuchszimmers geschah nach der Pettenkofer'schen Flaschenmethode.

Zu diesem Zweck wurden zwei Flaschen von bekanntem Inhalt mit doppelt durchbohrten Korken versehen, durch welche zwei Glasröhren gingen, die eine bis auf den Boden der Flasche, die andere nur knapp bis in das Gefäss.

Um nun ausschliesslich nur Luft des Versuchszimmers zu erhalten, füllte man die Flasche mit Wasser, verband das längere Glasrohr der Flasche mit dem Gummischlauch der aus dem Versuchszimmer kommenden Glasröhre. Nun kehrte man die Flasche um und liess das Wasser ausfliessen.

Kohlensäuregehalt der Luft im Versuchszimmer

nach 1 stünd. Heizung unten 2, oben 10·8 pro mille,

" 2 " " " 3·4, " 12·4 " "

Ofen sehr gut brennend. Beim Oeffnen des Versuchszimmers kaum wahrnehmbarer Geruch nach Petroleum.

Dem Versuch war eine starke Lüftung des Versuchszimmers vorausgegangen.

IV. Versuch.

Dauer der Heizung 1 Stunde.

Petroleumverbrauch 120 ^{ccm}.

Barometer 765.

Temperatur aussen 3°.

Temperatur im Vorzimmer 18°.

Temperatur im Versuchszimmer vor der Heizung unten 10°, oben 15°,

" " " nach " " " 11°, " 19°.

Kohlensäuregehalt der Luft im Versuchszimmer vor der Heizung 0·7 pro mille.

Kohlensäuregehalt der Luft im Versuchszimmer

nach 1 stünd. Heizung unten 3·4, oben 10·4 pro mille.

Die Thür zwischen Vor- und Versuchszimmer hat vor dem Versuch längere Zeit offen gestanden.

Ofen gut brennend. Kein Geruch nach Petroleum am Ende des Versuches.

V. Versuch.

Dauer der Heizung 1 Stunde.

Petroleumverbrauch 110 ^{ccm}.

Barometer 760.

Temperatur aussen 2°.

Temperatur im Vorzimmer 16°.

Temperatur im Versuchszimmer vor der Heizung unten 5°, oben 8°,

" " " nach " " " 7°, " 12°.

Kohlensäuregehalt der Luft im Versuchszimmer vor der Heizung 0·6 pro mille.

Kohlensäuregehalt der Luft im Versuchszimmer

nach 1 stünd. Heizung unten 3, oben 9·8 pro mille.

Ofen gut brennend. Schwacher Geruch nach Petroleum am Ende des Versuches.

VI. Versuch.

Dauer der Heizung 2 Stunden.

Petroleumverbrauch 200 ^{ccm}.

Barometer 756.

Temperatur aussen — 6°.

Temperatur im Vorzimmer 16°.

Temperatur im Versuchszimmer vor der Heizung unten 1½, oben 5°,

" " " nach " " " 3, " 10½°.

Kohlensäuregehalt der Luft im Versuchszimmer vor der Heizung 0.4 pro mille.

Kohlensäuregehalt der Luft im Versuchszimmer

nach 2 stünd. Heizung unten 4.5, oben 9.9 pro mille.

Ofen sehr gut brennend. Kein Geruch nach Petroleum am Ende des Versuches.

Vor dem Versuch starke Ventilation des Versuchszimmers durch Zugluft.

VII. Versuch.

Dauer der Heizung 5 Stunden.

Petroleumverbrauch 600 ^{ccm}.

Barometer 761.

Temperatur aussen — 5°.

Temperatur im Vorzimmer 16°.

Temperatur im Versuchszimmer vor der Heizung unten 0, oben 3°,

„ „ „ nach „ „ „ 7¹/₂, „ 14°.

Kohlensäuregehalt der Luft im Versuchszimmer vor der Heizung 0.4 pro mille.

Kohlensäuregehalt der Luft im Versuchszimmer

nach 5 stünd. Heizung unten 4.8, oben 12.3 pro mille.

Ofen sehr gut brennend. Kein Geruch nach Petroleum am Ende des Versuches.

Kräftige Ventilation des Versuchszimmers bis kurz vor Anfang der Heizung.

VIII. Versuch.

Dauer der Heizung 6 Stunden.

Petroleumverbrauch 750 ^{ccm}.

Barometer 760.

Temperatur aussen 5°.

Temperatur im Vorzimmer 15°.

Temperatur im Versuchszimmer vor der Heizung unten 3, oben 5°,

„ „ „ nach „ „ „ 10, „ 16°.

Kohlensäuregehalt der Luft im Versuchszimmer vor der Heizung 0.5 pro mille.

Kohlensäuregehalt der Luft im Versuchszimmer

nach 6 stünd. Heizung unten 5.3, oben 12.0 pro mille.

Ofen gut brennend. Kein Geruch nach Petroleum.

Lüftung vor dem Versuch.

IX. Versuch.

Dauer der Heizung 4 Stunden.

Petroleumverbrauch 480 ^{ccm}.

Barometer 765.

Temperatur aussen 3°.

Temperatur im Vorzimmer 15°.

Temperatur im Versuchszimmer vor der Heizung unten 8, oben 10°,

„ „ „ nach „ „ „ 12, „ 16°.

Kohlensäuregehalt der Luft im Versuchszimmer vor der Heizung 0.7 pro mille.

Kohlensäuregehalt der Luft im Versuchszimmer

nach 4 stünd. Heizung unten 4.0, oben 11.5 pro mille.

Ofen gut brennend. Kein Geruch nach Petroleum.

Vor dem Versuch hat die Verbindungsthür zwischen Versuchszimmer und Vorzimmer längere Zeit offen gestanden.

X. Versuch.

Dauer der Heizung 3 Stunden.

Petroleumverbrauch 380 ^{ccm}.

Barometer 764.

Temperatur aussen 3°.

Temperatur im Vorzimmer 16°.

Temperatur im Versuchszimmer vor der Heizung unten 5, oben 8°,

" " " nach " " " 8, " 14°.

Kohlensäuregehalt der Luft im Versuchszimmer vor der Heizung 0.5 pro mille.

Kohlensäuregehalt der Luft im Versuchszimmer

nach 3 stünd. Heizung unten 3.5, oben 10.0 pro mille.

Ofen ohne Petroleumgeruch brennend.

Temperatur- und Kohlensäuretablette sämtlicher Versuche.

Versuch	Dauer der Heizung	Aussen-temperatur	Temperatur im Versuchszimmer				Diff. zwischen Anfangs- und Endtemper.		Kohlensäuregehalt des Versuchszimmers		
			vor d. Vers.		nach d. Vers.				vor d. Vers.	nach d. Vers.	
			unten	oben	unten	oben	unten	oben		unten	oben
I	2Std.	5°	9°	10°	13°	15°	4°	5°	0.7 ‰	1.2 ‰	5.9 ‰
II	2 „	6	8	11	12	18	4	7	0.6	10.5	12.5
III	2 „	1	5	8	9	18	4	10	0.5	3.4	12.4
IV	1 „	3	10	15	11	19	1	4	0.7	3.4	10.4
V	1 „	2	5	8	7	12	2	4	0.6	3.0	9.8
VI	2 „	−6	1½	5	3	10½	1½	5½	0.4	4.5	9.9
VII	5 „	−5	0	3	7½	14	7½	11	0.4	4.8	12.3
VIII	6 „	5	3	5	10	16	7	11	0.5	5.3	12.0
IX	4 „	3	8	10	12	16	4	6	0.7	4.0	11.5
X	3 „	3	5	8	8	14	3	6	0.5	3.5	10.0

Bevor ich auf das Ergebniss dieser Versuche eingehe, will ich noch zwei Arbeiten, welche in dieses Gebiet gehören, erwähnen. Die erste ist von Dr. Siebelt-Flinsberg¹, die zweite vom Oberstabsarzt Dr. Krocke².

¹ Siebelt, Mittheilung über die Verwendbarkeit der Petroleumheizöfen für Hotels und Logirhäuser. *Der 26. schlesische Bädertag*. S. 43.

² Krocke, Ueber Petroleumöfen. *Militärärztliche Zeitschrift*. 1896. Nr. 2.

In der ersten Arbeit sind annähernd genaue Bestimmungen der Kohlensäureproduction angestellt, in der zweiten vermisste ich solche überhaupt. Siebelt bestimmte die Kohlensäuremenge der Luft folgendermaassen:

„50^{cm} Calciumhydratlösung (Kalkwasser) wurden durch Zusatz eines Tropfen Phenolphthalein-Lösung roth gefärbt. Darauf wurde mit Hülfe der Wasserluftpumpe ein Luftstrom durch die Lösung geleitet, und zwar war der Versuch so angeordnet, dass in der Minute 500^{cm} Luft angesaugt wurden.“

Je nach der Entfärbung der Lösung bestimmte Siebelt den Kohlensäuregehalt der durchgeleiteten Luftmenge.

Nach dieser Methode fand Siebelt in einem kleinen Zimmer von 30^{cbm} Rauminhalt nach einstündiger Heizung durch einen Petroleumofen die Kohlensäuremenge im Vergleich zum Kohlensäuregehalt der Luft vor dem Versuch (0.3 pro mille) verdreifacht, nach 2 Stunden verfünffacht. Wurden die Versuche dagegen in einem Zimmer von 50^{cbm} Rauminhalt angestellt, so betrug die Menge der Kohlensäure nach 1 Stunde das 1 $\frac{1}{2}$ fache, nach 2 Stunden das Doppelte des Normalen.

Krocker äussert sich über diesen Punkt folgendermaassen:

„Mit einem Abzugsrohr werden Petroleumöfen im Interesse der Wärmeausnutzung nicht versehen. Die Beimischung der Verbrennungsproducte zur Zimmerluft erscheint auch unbedenklich, sofern die Verbrennung eine vollständige ist, d. h. wenn der Ofen geruchlos brennt.“

Ob diese Behauptung durch eigene Experimente bestätigt wurde, ist aus der Arbeit nicht zu sehen.

Was nun den Heizeffect anbetrifft, so stellte Siebelt fest, dass mit dem von ihm angewandten Universalofen der Firma Hirschhorn-Berlin die Temperatur des Zimmers in der ersten Brennstunde um 5° bis 6° gesteigert werden könne, von da ab findet ein langsamerer Anstieg statt, doch könnte die Temperatur zwischen 13° und 14° gehalten werden. Krocker macht keine Angaben über die Temperaturerhöhung.

Siebelt hält den Petroleumofen „für ein gutes Aushülf- oder Ergänzungsmittel, da wo die Kohlenheizung nicht anwendbar oder gelegentlich nicht ausreichend ist.“ In ganz ähnlicher Weise äussert sich Krocker, welcher die Petroleumöfen „zur Ergänzung anderweitiger Heizvorrichtungen und zur vorübergehenden Erwärmung“ für sehr geeignet hält.

Das Ergebniss meiner Versuche ist folgendes:

Wie schon vorher erwähnt, wurde zum Versuchszimmer ein kleiner Raum von 12^{cbm} Luftinhalt gewählt. Ich glaube kaum, dass für die Praxis kleinere Räume in Betracht kommen. Kleine Laboratorien, Bade-

zimmer, Wärterbuden u. s. w. haben für gewöhnlich einen jedenfalls nicht kleineren Rauminhalt. Meine Versuche geben also Resultate (abgesehen von der Temperatur), welche nur im ungünstigsten Falle in Wirklichkeit eintreten.

Die Temperatursteigerung betrug in den ersten Stunden im Durchschnitt 4° und stieg dann langsam höher. Befriedigende Temperaturen wurden erzielt, wenn schon eine gewisse Temperatur im Versuchszimmer bestand.

Dies zeigt sich hauptsächlich bei Versuch IV. Der hohen Endtemperatur von 11° und 19° entsprechen ziemlich hohe Anfangstemperaturen von 10° und 15° .

Aber auch bei den Versuchen mit niedriger Anfangstemperatur waren die Heizeffekte nicht ungünstige, wenn man bedenkt, wie schwer ein Zimmer mit niedriger Temperatur durch Ofenheizung mit Brennmaterialien zu durchwärmen ist.

Aus den Versuchen ergibt sich, dass durch die Petroleumheizung doch Temperaturen erzielt werden können, die den Aufenthalt in Räumen, welche vorher unbenutzbar waren, möglich machen.

Ich will allerdings nicht unterlassen, ein Bedenken hier geltend zu machen. Der sehr milde Winter hatte Verhältnisse geschaffen, die den Temperaturbestimmungen sehr günstig waren.

Ob diese Oefen bei scharfer Kälte hinreichend heizen, muss ich deshalb dahingestellt sein lassen.

Bedenklicher sieht es mit der Verschlechterung der Luft durch die Petroleumheizung aus.

Hier sehen wir, dass bei allen Versuchen die Normalkohlensäuremenge von 1 pro mille (cf. 2) schon nach kurzer Zeit überschritten wird, und im Laufe der Heizung ergeben sich Kohlensäuremengen, welche bei längerer Einwirkung auf den Organismus, wenn auch nicht gesundheitsschädigende Einflüsse, so doch sicher Unbehagen bedingen würden.

Man sieht aus der Tabelle, dass die Luft im unteren Theil des Zimmers am wenigsten mit Kohlensäure durchmischt wird, dass die oberen Regionen dagegen die Maximalwerte aufweisen. In Versuch II dagegen ist auch im unteren Theil des Zimmers schon nach zwei Stunden eine bedeutende Kohlensäuremenge vorhanden. Bei diesem Versuch waren die Fenster mit Wattestreifen verdichtet, so dass die Poren- und Ritzenventilation stark behindert war.

Jedenfalls ist in solch' kleinen Räumen, wie das Versuchszimmer es ist, eine Petroleumheizung mit einer Kohlensäurereproduction verbunden, welche einen längeren Aufenthalt für unräthlich erscheinen lässt. Wir müssen uns aber sagen, dass dieses auch die ungünstigsten Verhältnisse

sind, welche in der Praxis bestehen. Denn Räume von dieser Kleinheit werden meistens nur zu vorübergehendem Aufenthalt gebraucht.

Was schliesslich die Kosten der Heizung anlangt, so sind dieselben gering. Der Ofen verbraucht stündlich ca. 120 ^{ccm} Petroleum. Also bei 8stündiger Brenndauer würde ungefähr 1 Liter Petroleum verzehrt werden = ca. 20 Pfennig.

Ich kann also nach meinen Versuchen die Petroleumöfen zwar nicht als das Ideal einer Heizung bezeichnen, jedoch zur Aushilfe und zur vorübergehenden Heizung erscheinen sie mir in gewissen Grenzen geeignet.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinem verehrten Chef, Herrn Professor v. Esmarch, für das Interesse, das er meinen Versuchen entgegen brachte, den verbindlichsten Dank auszusprechen.