



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verschiedene Konstruktionen

Scholtz, Adolf

Leipzig, 1900

§ 74. A. Natürliche Ventilation

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

Freien zurückführt und von den Wegen ganz abzieht, welche die Luft einschlägt, um ins Freie zu entweichen, muß im Sinne einer wissenschaftlicheren Bezeichnung noch unterschieden werden die natürliche Ventilation im engeren Verständnis, wobei der Luftaustausch nur durch die Poren, Fugen und Ritzen der Bauteile stattfindet. Im Gegensatz hierzu würde jede mittels künstlicher Luftleitungen hervorgebrachte Lufterneuerung als künstliche Ventilation aufzufassen sein, gleichgültig, ob die Luftbewegung durch zufällige oder eigens herbeigeführte Temperaturunterschiede, durch die Wirkung des Windes oder durch Maschinen veranlaßt wird.

A. Natürliche Ventilation.

§ 74.

Die Frage, ob die Verbesserung der Luft unserer Wohnungen auch ohne besondere Lüftungsanlagen möglich sei, ist in allen den Fällen von hoher Bedeutung, wo man von künstlichen Ventilationseinrichtungen absehen muß und — neben dem Lüften durch die Fenster — die Beschaffung reiner Luft nur durch die Poren der Baumaterialien, sowie durch die Ritzen und Fugen der Türen und Fenster erwartet.

Es ist v. Pettenkofers Verdienst, in seiner „Abhandlung über den Luftwechsel in Wohngebäuden“ auch diese Thatsachen hervorgehoben und die Anregung für weitere Arbeiten gegeben zu haben.

Als Motoren der natürlichen Ventilation können wir nun folgende Bewegungsurachen auffassen:

- a) die Temperaturdifferenz der innerhalb und außerhalb des zu ventilierenden Raumes befindlichen Luft;
- b) das Diffusionsbestreben der zwei durch die Wände des Hauses getrennten Luftmischungen;
- c) die Stärke und Richtung des Windes im Freien.

Während in den meisten Fällen diese drei Motoren gleichzeitig auftreten und sich daher getrennt kaum beobachten lassen, ist im Grunde nur einer derselben, nämlich die Stärke und Richtung der Luftbewegung im Freien, von größerem Einfluß auf die natürliche Ventilation.

Zu a) Der Temperaturunterschied der beiden getrennten Luftschichten erzeugt einen Druck auf die Flächeneinheit der Wand, und zwar von außen nach innen, welche in gewissem Grade den Luftaustausch beeinflusst. So wurden nach v. Pettenkofer von dem Luftinhalt seines Zimmers ausgetauscht:

bei 20° Temperaturunterschied	95 cbm,
" 19° " " "	75 "
" 4° " " "	22 "

Diese Schwankungen aber sind offenbar noch von anderen Bewegungsurachen abhängig gewesen.

In einem geschlossenen Raume strömt die Luft in der Regel in der Nähe des Fußbodens ein, während sie im oberen Teile des Raumes besonders durch die Decke wieder abströmt.

Diese Erscheinung brachte Recknagel zur Darstellung, indem er ein Kastengerüst mit dünnem Papier beklebte und in demselben durch eine Flamme warme Luft erzeugte. Die dünnen Papierwände des Bodens und der Decke nahmen dann die in der Fig. 239 dargestellte Form an. Fig. 240 giebt ein schematisches Bild dieser Vorgänge. In

Fig. 239.

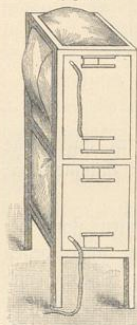
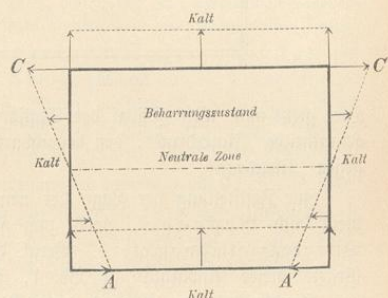


Fig. 240.

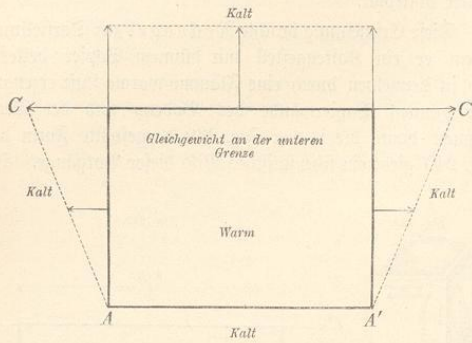


dem oberen Teil des Raumes herrscht Überdruck gegen die äußere Luft: die Innenluft drückt also das Papier nach außen, wie die punktierte Linie andeutet. In dem unteren Teile des Apparates herrscht dagegen Unterdruck: die Außenluft drückt also die Papierwände nach innen. Gegen die Mitte nehmen die Druckkräfte, deren Größe durch Pfeile dargestellt ist, ab und werden schließlich = 0. Die Ebene, in welcher der äußere und innere Druck einander gleich sind, nennt man die neutrale Zone. Die neutrale Zone trennt das Gebiet des Überdruckes von dem des Unterdruckes.

Wenn frische Luft durch Aspiration (Sauglüftung) in einen zu lüftenden Raum eingeführt wird, so herrscht in demselben Unterdruck und die neutrale Zone liegt dann nahe der Decke. Infolgedessen strömt durch Thürn und Fensterpalten, sowie durch zufällige Öffnungen am Fußboden Luft in den Raum ein. Es ist hierbei nicht zu umgehen, daß aus benachbarten Räumen, Küchen, Kellern, Aborten, in denen Unterdruck herrscht, die Luft mit unbequemen Gerüchen nach den entlüfteten Sälen und Zimmern abzieht. Wird dagegen den Räumen die frische vorgewärmte Luft durch „Pulsio“ (Drucklüftung) zugeführt, so entsteht durch das Einströmen der Luft ein Überdruck und liegt die neutrale Zone, wie in Fig. 241 angedeutet, in der Nähe des Fußbodens.

Diese Druckverhältnisse sind von besonderer Wichtigkeit bei Herstellung der Lüftungsanlagen von Krankenhäusern:

Fig. 241.



Hier giebt man allen Sälen der Station für ansteckende Krankheiten „Unterdruck“, den benachbarten Räumen dagegen „Überdruck“.

Zur Feststellung der Lage der neutralen Zone bedient sich Recknagel eines von ihm angegebenen Differenzialmanometers. Vergl. die Theorie und Praxis dieses Apparates in Bd. 1, Abt. 2, Heft 4 des Handbuches der Hygiene von Pettenkofer und Ziemssen.

Zu b) Die Diffusion durch poröse Wände geschieht nur sehr allmählich, und da die Differenzen der Mischungsverhältnisse und Spannungen der Gase, welche die Luft außen und innen bilden, sich als gering erwiesen haben, so kann der Einfluß der Diffusion im Verhältnis zu den sonstigen Einflüssen unberücksichtigt bleiben.

Zu c) Bei weitem wichtiger ist dagegen der Einfluß der Luftbewegung im Freien. Während Luftgeschwindigkeiten bis 3 m im Freien nicht unangenehm empfunden werden, resultiert aus derartigen Windströmungen ein zwar unbeständiger, aber nicht zu unterschätzender Motor der sogenannten spontanen Lüftung. Die Luft übt nämlich auf jede freistehende Wand von f Quadratmeter Inhalt einen Druck P aus, der sich bestimmen läßt für mittelgroße Flächen aus der Näherungsformel

$$P = 0,13 v^2 f \text{ Kilogramm,}$$

wenn unter v die Geschwindigkeit des Windes pro Sekunde verstanden wird.

Auf einen Quadratmeter berechnet sich daher die Windpressung für mittelgroße Flächen wie folgt:

Bei 1 m	Geschwindigkeit	0,13	.	1 ²	=	0,13	kg,
" 2 "	"	0,13	.	4	=	0,52	"
" 3 "	"	0,13	.	9	=	1,17	"
" 4 "	"	0,13	.	16	=	2,08	"

Bei 5 m	Geschwindigkeit	0,13	.	25	=	3,25	kg,
" 10 "	"	0,13	.	100	=	13,00	"
" 20 "	"	0,13	.	400	=	52,00	"
" 40 "	"	0,13	.	1600	=	208,00	"

Größere Geschwindigkeiten als $v = 30$ m kommen in Mitteleuropa, wenigstens in offener Gegend, nur selten vor. Da Apparate zur Messung der Stärke des Windes verhältnismäßig kostspielig sind, pflegt man dieselbe gewöhnlich annähernd abzuschätzen; die Stufenleiter, nach welcher dies geschieht, ist sehr verschieden. Die gebräuchliche Windstärkeskala zählt 6 Grade, excl. Windstille; man nennt sie auch die Landskala; die Beaufortskala, welche zur See häufig angewandt wird, enthält 12 Grade.

Folgende Tabelle von Seaton, welche von C. Lang für Metermaß umgerechnet ist, giebt die wichtigsten Windgeschwindigkeiten an.

Geschwindigkeit		Druck Kilogramm per Quadratmeter	Charakter des Windes
engl. Meile per Stunde	Meter per Sekunde		
1	0,448	0,0295	kaum fühlbar
2	0,894	0,1182	eben fühlbar
3	1,342	0,2602	
4	1,790	0,4672	angenehmer Wind
5	2,236	0,7274	
10	4,474	2,9096	frischer Wind
15	6,710	6,5467	
20	8,949	11,6387	sehr frisch
25	11,184	18,1854	
30	13,423	26,1930	starker Wind
35	15,659	35,6435	
40	17,287	46,5607	sehr starker Wind
45	20,133	58,9204	
50	22,372	72,7419	Sturm
60	26,846	104,7661	großer Sturm
80	35,795	186,2548	Orkan

Aus dieser Tabelle läßt sich entnehmen, daß der Einfluß des Windes auf die Ventilationsgröße von Bedeutung werden kann.

Märcker fand in einem Kuhstalle zu Weende das Ventilationsquantum in folgender Art vermehrt:

an einem windfreien Tage zu 1635 cbm,
bei Südwestwind erster Stärke „ 2439 „
also mehr: 804 cbm.

Wieviel auf zufällige Spalten und Ritzen entfiel, ist nicht angegeben.

1) Bei den meteorologischen Stationen des Binnenlandes pflegt die Aufzeichnung der Windstärken anemometrisch nicht gemessen zu werden. Man bestimmt hier für gewöhnlich außer Windstille nur drei Windstärken; Wind vierter Stärke ist Orkan.

Dagegen verzeichnet die deutsche Seewarte die mit Hilfe des Anemometers gefundenen Tagesmittel der Windgeschwindigkeiten in Metern per Sekunde für sämtliche Normalbeobachtungsstationen der deutschen Küste. So betrug das Tagesmittel der Windgeschwindigkeit am 1., 2. und 3. April zu Hamburg 11,0, resp. 12,2 und 11,6 m per Sekunde.

d) Die Wege der natürlichen Ventilation im engeren Sinne. Alle zufälligen Spalten und Ritzen an Thüren und Fenstern entziehen sich der vergleichenden Beobachtung; ihren ungefähren Einfluß erkennt man jedoch aus v. Pettenkofers Beobachtungen. Bei 19° Temperatur betrug die Ventilation in dessen Arbeitszimmer 75 cbm per Stunde und, nachdem die Fugen sämtlich verklebt waren, bei gleicher Temperaturdifferenz nur 54 cbm, also 28. Proz. weniger.

Hieraus ist der Schluß zu ziehen: daß die Poren der Baumaterialien mehr Wege für die Luft offen lassen, als die zufälligen Öffnungen. Trotz alledem müssen letztere nach Möglichkeit vermieden werden, weil der Luftstrom durch Fugen wegen des geringen Querschnittes derselben mit größerer Geschwindigkeit eintritt, also Zug verursacht. Wo dagegen, wie bei durchlässigen Wänden, die Luft sich auf eine möglichst große Fläche verteilen kann, da wird sie nie eine große Geschwindigkeit erlangen. Nun ist nach Beobachtung von v. Pettenkofer, Märcker u. a. erwiesen, daß durchlässige Wände die Luft am oberen Teil aus-, am unteren Teil eintreten lassen (vergl. Fig. 240 u. 241) und da diese Bewegung nur sehr langsam vor sich geht, ist gleichzeitig der Vorteil geboten, daß bei dieser spontanen Ventilation die Luft auf ihrem Wege allmählich vorgewärmt wird und mit einer mittleren Temperatur in den Raum eintritt.

Außerdem haben poröse Baumaterialien den Vorteil, daß mit der Porosität die Wärmekapazität zu- und die Wärmeleitungsfähigkeit abnimmt.

Einfluß der Durchlässigkeit der Wände.

Die Permeabilität ganzer Wände ist in überraschender Weise durch v. Pettenkofer auf dem Wege des Versuches veranschaulicht¹⁾ und dadurch außer Zweifel gestellt worden. Aus den Resultaten dieser Untersuchungen zog

1) Eine Ziegelsteinwand von 1/4 qm Oberfläche wird in Kalkmörtel auf luftdichter Unterlage aufgeführt. Die schmalen Stirnseiten sind mit Gips und Harzputz bezogen, die breiten Wandflächen dagegen mit Metallplatten bekleidet und letztere beide in der Mitte mit einem Hohlstutzen versehen. Die Wände schließen luftdicht an den Putz an. Verbindet man mit dem einen Hohlstutzen einen Kautschuchschlauch, den man in ein Wassergefäß leitet, mit dem anderen Hohlstutzen ein Glasrohr, so erfolgt — sobald man in das Glasrohr bläst — ein lebhaftes Geräusch im Wasser. Bläst man in den Schlauch, so wird eine vor das Glasrohr gehaltene Kerze ausgelöscht. — Wird das zwischen den Metallplatten liegende Mauerwerk stark befeuchtet, so ist es mit der heftigsten Anstrengung nicht möglich, das Licht auszulöschen. — Dr. A. Wolpert schätzt die, durch die Kraft der Lunge ausgeübte Pressung gleich 1/10 Atmosphäre. Die Erklärung des Experimentes und der in unzählige Fäden zerlegten, durch die Poren gedrückten und wieder vereinigten Luftteile hat Wolpert in klarer Weise gegeben in seiner „Theorie und Praxis der Ventilation und Heizung“, II. Aufl. Braunschweig 1880.

Breymann, Baufunktionslehre. IV. Vierte Auflage.

dann Oberbaudirektor v. Pauli weitere Schlüsse auf die Ventilationsgröße des Pettenkofer'schen Arbeitszimmers. Schulze und Märcker endlich haben die Größe der Ventilation ganzer Mauern per Quadratmeter Wandfläche zu bestimmen versucht. Dabei hat sich folgender Luftwechsel für 1° Temperaturdifferenz pro Stunde ergeben:

bei Sandstein	0,089 cbm,
„ Kalkbruchstein	0,225 „
„ Backstein	0,146 „
„ Tuffstein	0,238 „
„ Lehmstein	0,423 „

Anm. Diese Resultate sind jedoch wesentlich durch die Mörtelfugen veranlaßt, welche bei Bruchstein etwa zu 1/3, bei Tuffstein zu 1/4, bei Backstein zu 1/6 bis 1/8 und bei Quaderbau in Sandstein zu 1/6 bis 1/8 des ganzen Mauerkörpers veranschlagt werden können.

Auch an einzelnen Materialstücken hat v. Pettenkofer Versuche gemacht und die Permeabilitätsgröße nachgewiesen. Andere messende Beobachtungen rühren von Schürmann, Märcker und C. Lang her. Letzterer hat sein Verfahren eingehend in der oben zitierten Broschüre beschrieben.¹⁾ Es ergaben sich dabei folgende Erfahrungssätze:

1) Die durch poröses Material gehende Luftmenge ist direkt proportional der Druckdifferenz auf den gegenüberstehenden Seiten der porösen Wand und umgekehrt proportional der Dicke dieser Wand.

2) Die verschiedenen Baumaterialien ordnen sich rücksichtlich ihrer Durchlässigkeit nach einer Reihe.²⁾ Am durchlässigsten ist Kalktuffstein.

3) Jede Mauerbekleidung vermindert die Durchlässigkeit; Mauern aus Luftsteinen mit Luftmörtel verputzt, sind stark durchlässig, um so weniger sind es mit Gipsmörtel gepuzte Flächen. — Anstriche und sonstige Bekleidungen verhalten sich in der Art, daß Kalkfarbenanstrich am wenigsten, Leimfarbe mehr, und Tapeten in noch höherem Maße die Durchlässigkeit vermindern. — Mehrmaliger

1) C. Lang, Über natürliche Ventilation u. s. w. Stuttgart 1877.

2) Bei einem konstant gehaltenen Überdruck von 0,0108 kg pro Quadratcentimeter wurden auf jeden Quadratmeter Fläche des 30 mm dicken Versuchsstückes stündlich diffundiert (vergl. Lang, S. 81):

durch Kalktuffstein	28728 Liter Luft,
„ Grünwandstein (bairischen)	468 „ „
Künstliche Steine.	
durch Schlackenstein (Hardt)	27348 Liter Luft,
„ Ziegel, Hartbrand, Handstein	732 „ „
„ „ Schwachbrand	312 „ „
„ „ Maschinenstein	474 „ „
Bindemittel.	
durch Luftmörtel	3264 Liter Luft,
„ Beton	930 „ „
„ Portland-Cement, erhärtet	492 „ „
„ Gips gegossen	146 „ „

Ölfarbenanstrich verhindert die Durchlässigkeit vollständig. — Wasserglasanstrich wird im Laufe der Zeit dichter und bildet einen völligen Porenverschluss.

4) Die Baumaterialien werden durch Befeuchtung für den Luftdurchgang mehr oder minder geschlossen und die Mörtelfugen verlieren dadurch einen großen Teil ihrer sonst bedeutenden Durchlässigkeit.

5) Cement wird nach längerem Aufbewahren im Wasser undurchlässig.

Resumé. Aus diesen Sätzen ergeben sich folgende Regeln für die natürliche Lüftung mittels direkten Luftdurchganges:

Man baue mit porösem Material und nicht zu dicken Frontmauern, verhindere das Aufsteigen der Feuchtigkeit (durch Isolierschichten) und sorge für gutes Austrocknen des Gebäudes. Bei freier Lage des Hauses und starker Temperaturdifferenz kann alsdann eine natürliche Luftverbesserung der Wohnräume erwartet werden. Ob diese, nur auf Permeabilität der Wände beruhende, natürliche Lüftung einen ausreichenden Luftwechsel im Sinne der Hygiene hervorrufen könne, ist durch Versuche festzustellen. Bei unserer Bauart genügt sie, mindestens für städtische Wohngebäude, nicht, und es müssen daher zur Erzielung eines ausgiebigen Luftwechsels im abgeschlossenen Raume an bestimmten Stellen des Zimmers Öffnungen oder Röhren angebracht werden, durch welche die Luft des Raumes mit der äußeren Luft kommunizieren kann.

B. Lüftung mit Hilfe von Luftleitungen

(Ventilationskanälen).

§ 75.

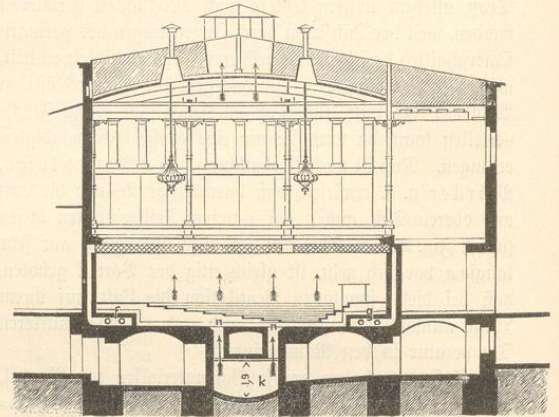
a) Anlage der Luftleitungen.

Abzug der verdorbenen Luft. Der Hauptzweck der Zimmerlüftung ist regelrechte Abführung der verdorbenen Luft; es ist also wünschenswert, sie da abzuleiten, wo sie am stärksten verunreinigt ist. Diese Zone befindet sich im allgemeinen in der Nähe des Zimmerplafonds. Aber solcher Abzug der Zimmerluft unter der Decke ist nicht überall zugänglich, namentlich nicht bei den gewöhnlichen Luftheizungsanlagen, weil in der kalten Jahreszeit auch die Heizluft direkt nach den Abzugsöffnungen strömen würde, ohne vorher die Zimmerluft und die umschließenden Wände durch Kontakt erwärmt zu haben. Jedenfalls aber ist diese Methode da berechtigt, wo die frische und dichtere Luft in der Nähe des Fußbodens einströmt, und wo man die Absicht hat, den Raum durch Luftwechsel auch abzukühlen, wie dies in Theatern und Versammlungssälen

der Fall ist. In derartigen Räumen findet eine sehr bedeutende Wärmeentwicklung der Gasflammen (865 Wärmeinheiten pro Flachbrenner und Stunde), und zwar zum größten Teil erst oberhalb der Sitzreihen, statt; die Produkte des Verbrennungsprozesses müssen daher schnell „nach oben“ abgeführt werden, damit sie nicht in die Atemzone der Zuhörer gelangen und diesen lästig werden können.

Ein Beispiel dieser Art ist die Ventilationseinrichtung im alten Abgeordnetenhaus zu Berlin, Fig. 242.¹⁾ Die Luft wurde hier durch aerostatischen Druck in die seitlich

Fig. 242.



liegende Dampfheizkammer, aus dieser in den Gang k, dann in der Richtung der Pfeile durch eine Anzahl kleiner Schächte n n unter den Saalfußboden getrieben und strömt von hier durch zahlreiche Öffnungen in den Futterbrettern der Stufenabzüge unmittelbar in den Saal. Die in den Schächten aufgehängten Thermometer zeigten beim Lüftungsbetrieb eine gleichmäßige Temperatur von 16 bis 18° R. Die eingeführte warme Luft bewegte sich im Saale senkrecht aufwärts und entwich durch Öffnungen in Deckenoberlicht in den Raum über der Glasdecke, von wo sie durch die Register der Laterne ins Freie gelangte.

Die natürliche Bewegung der Luft „von unten nach oben“ ist auch bei der durch Prof. Dr. Böhm angeordneten Ventilation des neuen Opernhauses in Wien zur Anwendung gekommen. Dieses Gebäude wird von allen Ingenieuren und Hygienisten als ein Muster betrachtet, welches sich der Vollkommenheit bedeutend nähert. Dasselbe ist eingehend besprochen in dem Abschnitt: „Ventilation der Theater“.

1) Entnommen aus E. Häfcke, Ventilation in Verbindung mit Heizung.