

GESUNDHEITSTECHNIK IM HAUSBAU

von

RICHARD SCHACHNER

o. Professor der technischen Hochschule
München

Mit 206 Abbildungen und 1 Tafel.



**DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG
MÜNCHEN UND BERLIN 1926**

**Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechtes, vorbehalten.
Copyright 1926 by R. Oldenbourg, München und Berlin.**

Vorwort.

Es ist eigentlich nicht Sache eines Architekten, Bücher zu schreiben, am wenigsten über Gebiete, auf denen er selbst nicht Fachmann ist. Dabei gibt es eine nicht geringe Zahl vorzüglicher Schriften von Fachleuten auf den verschiedenen Gebieten der Gesundheitstechnik, so daß es als überflüssig erscheinen möchte, ein neues Buch hierüber in die Öffentlichkeit zu bringen. Doch haben die meisten jener Fachbücher das Mißgeschick, von den Architekten nicht gelesen zu werden. Eine große Zahl wertvoller Veröffentlichungen über Gesundheitstechnik kommt überhaupt nicht in die Hand von Architekten, da sie nur in den Sonderfachschriften erscheinen. Auch bringen die meisten für engere Kreise geschriebenen Fachbücher viel mehr, als die Architekten interessiert, und stellen bisweilen Anforderungen an Kenntnisse in Mathematik, Mechanik, Physik usw., die das bescheidene Normalmaß der Architekten in dieser Richtung wesentlich überschreiten. Es ist schade, daß den Architekten sonach viel Wissenswertes auf den verschiedenen Gebieten der Gesundheitstechnik verschlossen bleibt. Mehrfachen Anregungen von Fachgenossen und Schülern, auch von Heizungs-, Gas- und Wasserfachmännern nachgebend, habe ich es unternommen, Aufzeichnungen für Vorlesungen an der Technischen Hochschule und für andere Vorträge, weiterhin Vormerkungen aus Fachzeitschriften, Erfahrungen aus eigener Praxis usw. in diesem Buche zusammenzustellen. Meine Ausführungen machen keineswegs Anspruch, eine wissenschaftliche Behandlung des Gebietes der Gesundheitstechnik zu geben, auch erschöpfen sie den umfangreichen Stoff nicht. Ich habe vielmehr versucht, die für die Architekten besonders in Frage kommenden Teilgebiete in einfachster, leicht verständlicher Art zu besprechen, dabei nicht außer acht lassend, daß meine Darlegungen die Gesundheitstechnik auch den Studierenden von technischen Hochschulen und höheren Bauschulen erschließen sollen. Vielleicht finden auch Heizungs-, Gas- und Wassertechniker manche Anregungen in diesen Aufzeichnungen eines Architekten. Sollte das Buch zu engerer Fühlungnahme und besserem Verstehen zwischen Architekten und Gesundheitstechnikern beitragen, so wäre schon viel erreicht. Leider stehen sich beide in Deutschland heute noch nicht so nahe, wie es zu einer fortschrittlichen Ausgestaltung des Hausbaues wünschenswert wäre.

Ich danke allen, die mich mit Rat und Auskunft bei meinen Zusammenstellungen unterstützt und ebenso den Firmen, die das Werk durch Überlassung von Druckstöcken gefördert haben. Gar manches ist wohl noch verbesserungsfähig, und so bitte ich denn auch die Leser des Buches um Hinweise auf Mängel und Anregungen, damit eine spätere Auflage in verbesserter Form erscheinen kann.

Bei fast allen Abbildungen sind die Quellen angegeben. Abbildungen ohne solche Angaben sind nach Vorlagen für den Unterricht an der Technischen Hochschule München hergestellt, die mein Assistent, Herr Dipl.-Ing. Eduard Härtinger, gezeichnet hat.

München, im Juni 1926.

Richard Schachner.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Lüftung und Heizung.	
Einleitung	1
A. Lüftung	2
1. Allgemeines	2
a) Notwendigkeit der Lüftung	2
b) Zusammensetzung der Luft	3
c) Ursachen der Luftverschlechterung in bewohnten Räumen. Der Lebensprozeß des Menschen	5
d) Bestimmung des Luftwechsels	11
e) Die Druckverhältnisse in einem geschlossenen Raum	12
2. Lüftungsarten	16
3. Selbstlüftung (natürliche Lüftung)	16
4. Örtliche Lüftung	17
a) Lüftung durch Fenster	18
b) Örtliche Frischluftzuführung durch besondere Einrichtungen	20
c) Örtliche Entlüftung durch besondere Einrichtungen	26
5. Verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung der Luft- verhältnisse in Räumen	30
a) Luftbefeuchtung	30
b) Ozonisierung	31
c) Luftbewegung	32
d) Luftkühlung	32
6. Sammellüftungsanlagen	33
a) Arten	33
b) Einzelteile	36
1. Luftzuführungsstellen	36
2. Staubkammern	40
3. Staubfilter (Luftreiniger)	41
4. Heizkammern	48
5. Luftbefeuchtung	50
6. Gebläse (Ventilatoren)	51
7. Lüftungswege	53
8. Anordnung der Öffnungen der Luftzu- und -abführungen in den Räumen. Luftaustausch in diesen	59
c) Bedienung, Überwachung und Regelung von Lüftungsanlagen	63
7. Literatur	63
B. Heizung	65
1. Allgemeines	65
a) Notwendigkeit und Bedeutung der Heizung	65
b) Verbreitung der Wärme	65

— VI —

	Seite
2. Wärmebedarf zur Beheizung von Räumen	69
a) Die Flächen der Raumumschließungen (F)	70
b) Die Wärmeübertragung und die Wärmedurchgangszahl k	70
c) Die Innentemperatur (t_i)	74
d) Die Außentemperatur (t_a)	75
e) Sicherheitszuschläge	76
Beispiel einer Wärmebedarfsberechnung	78
3. Der Schornstein	82
a) Bedeutung und Wirkung des Schornsteins	82
b) Anordnung im Grundriß	85
c) Führung und Aufbau	87
d) Querschnitt	95
e) Rauchrohreführung	101
f) Rauchrohre	103
g) Verhütung des Austretens von Kohlenoxyd aus Heizstellen und Heizgasabzügen	105
4. Heizungsarten	106
I. Örtliche Heizungen	107
a) Kaminheizung	107
b) Ofenheizung	109
1. Allgemeines, Anforderungen	109
2. Kachelöfen	113
3. Eisenöfen	133
4. Kochherde, Kochöfen	147
II. Zentralheizungen	157
a) Allgemeines	157
b) Luftheizung	164
c) Warmwasserheizung	168
d) Niederdruckdampfheizung	174
e) Teile der Zentralheizungen	177
1. Heizkessel	178
2. Rohrleitungen	185
3. Heizkörper	188
4. Heizkörper-Verkleidungen	198
f) Betriebsräume	201
g) Stockwerksheizungen und kleine Zentralheizungsanlagen	204
5. Literatur über Heizung und verwandte Gebiete	212

II. Die Einrichtung von Gas.

1. Allgemeines	216
2. Die Gasleitungsanlage	217
3. Die Gasverbrennung	222
4. Die Abführung der Verbrennungserzeugnisse	226
5. Die Raumheizung mit Gas	237
6. Gasherde und andere mit Gas beheizte Hausgeräte	247
7. Literatur über Gaseinrichtung	251

— VII —

III. Die Einrichtung von Elektrizität.		Seite
1. Allgemeines		253
2. Die elektrische Hauseinrichtung		253
3. Elektrische Raumheizung		258
a) Allgemeines		258
b) Elektrische Heizvorrichtungen		263
1. Örtliche Heizkörper für Schnellheizung		263
2. Örtliche Heizkörper mit Speicherheizung		266
3. Zentralheizungsanlagen mit Schnellheizung und Speicherheizung		268
c) Elektrisch geheizte Herde und Haushaltgeräte		271
4. Literatur über elektrische Einrichtung und elektrische Heizung		272

IV. Die Warmwasserbereitung.		
1. Allgemeines		273
2. Warmwasserbereitung durch Küchenherde, Waschkessel, Kohlenbadeöfen		273
3. Gasbadeöfen für Einzelversorgung, offene und geschlossene Badeöfen, Strom- und Vorratapparate		279
4. Elektrische Warmwasserbereiter für Einzelversorgung		284
5. Zentralwarmwasserbereitungsanlagen		287
6. Literatur über Warmwasserbereitung		296

V. Wasserversorgung.		
1. Allgemeines		298
2. Wasserversorgung im Anschluß an Leitungen		299
3. Literatur über Wasserversorgung		305

VI. Entwässerung.		
(Beseitigung der flüssigen häuslichen Abfallstoffe.)		
1. Allgemeines		306
2. Abführung der flüssigen Abfallstoffe nach örtlichen Sammelstellen		307
3. Anwesenentwässerung im Anschluß an ein Kanalisationsnetz.		313
a) Allgemeines		313
b) Grundleitungen		313
c) Falleitungen		319
d) Einlaufvorrichtungen		324
e) Spülaborte		328
f) Badeeinrichtungen		335
g) Waschbecken		338
4. Literatur über Entwässerung		340

VII. Müllbeseitigung		342
---------------------------------------	--	-----

VIII. Schutz der Gebäude gegen Feuchtigkeit.		
1. Schädigungen. Ursachen		345
2. Schutz gegen Bodenfeuchtigkeit		350
3. Schutz gegen atmosphärische Niederschläge auf das hochgehende Mauerwerk		361
4. Literatur über Schutz gegen Feuchtigkeit		365

— VIII —

IX. Wärmeschutz der Gebäude.		Seite
1. Allgemeines		366
2. Anlage und Aufbau der Gebäude in wärmewirtschaftlicher Beziehung		367
3. Wärmeschützende Baukonstruktionen		380
4. Der Wärmedurchgang durch Baukonstruktionen und seine Berechnung		381
5. Wärmeleitung und Wärmeleit Zahlen		387
6. Die Wärmeübertragung bei Baukonstruktionen mit eingeschalteten Luftschichten (Hohlraummauerwerk).		397
7. Wärmeverluste durch Fenster		406
8. Wärmespeicherung		408
9. Wärmeableitung von Fußböden		410
10. Einfache Berechnungsbeispiele		413
a) Wärmedurchlaßzahlen		413
b) Wärmedurchgangszahlen		415
11. Literatur über Wärmeschutz im Hausbau		418
X. Schutz gegen Schall.		
1. Allgemeines. Grundlagen		420
2. Schallschutz im Hausbau		424
3. Literatur über Schallschutz.		433
Alphabetisches Inhaltsverzeichnis		434

I. Lüftung und Heizung.

Einleitung.

Zu einem gesunden und behaglichen Wohnen benötigen wir bei unseren klimatischen Verhältnissen Einrichtungen für Lüftung und Beheizung der Räume. Die Vorkehrungen hierfür waren im Laufe der Zeiten verschieden; sie haben sich insbesondere in neuerer Zeit auf Grund der wissenschaftlichen und experimentellen Hygiene vielseitig entwickelt. Die Forschungen auf dem Gebiete der Hygiene haben zur Gewinnung fester Grundlagen geführt, die Fortschritte der Technik, vor allem der Maschinenteknik, die Ausführung mannigfacher, weitgehenden Ansprüchen genügender Lüftungs- und Heizungseinrichtungen ermöglicht. Nicht zu vergessen ist die unermüdliche Arbeit des Ofensetzerhandwerks, sowie der Kachel- und Eisenofenindustrie an der Verbesserung ihrer Erzeugnisse.

Die Einrichtungen für Lüftung und Heizung haben im neuzeitlichen Bauwesen neben so manchen anderen Vorkehrungen der aus dem Zusammenwirken von Hygiene und Technik hervorgegangenen Gesundheitstechnik eine große Bedeutung gewonnen. Ein neues weitgreifendes Sondergebiet ist hierfür entstanden, die Heizungs- und Lüftungstechnik, ein Fach, auf dem in erster Linie der auf den Grundlagen der angewandten Physik aufbauende Heizungstechniker im steten Benehmen mit dem Hygieniker und dem Architekten zu wirken berufen ist. Angewandte Physik, Hygiene, Handwerk und Baukunst müssen sich hier zu gemeinsamer Arbeit verbinden.

Aufgabe eines fortschrittlichen Architekten ist es, seine Bauten nach den Grundsätzen der Hygiene zu gestalten, er muß sich deshalb auch über die wichtigsten Grundlagen der Lüftungs- und Heizungseinrichtungen Kenntnis verschaffen. — Die wenigsten Architekten werden in die Lage kommen oder es beabsichtigen, selbst auf dem Sondergebiete der Lüftungs- und Heizungstechnik tätig zu sein, alle sollen jedoch über die Grundlagen und das Wesentliche schon deshalb unterrichtet sein, da

die Lüftungs- und Heizungseinrichtungen in engstem Zusammenhange mit den Hochbauarbeiten stehen,

der Architekt selbst einen großen Teil der technischen Arbeiten auszuführen berufen ist und auch häufig in die Lage kommt, Aus-

wahl und Entscheidung zu treffen, sowie die Gesamtüberwachung und Oberleitung auszuüben, und da ein gedeihliches Bauen nur dann möglich ist, wenn Architekt und Heizungstechniker in gegenseitigem, engstem Einvernehmen arbeiten.

Sowohl bei dem Heizungstechniker als auch bei dem Architekten muß Verständnis für die beiderseitigen Leistungen vorhanden sein und ein gemeinsamer Wille, alle auftretenden Schwierigkeiten zum Vorteil der Gesamtbauanlage zu überwinden. Ohne inniges Zusammenarbeiten von Architekt und Heizungsfachmann kann kein einwandfreies neuzeitliches Bauwerk erstehen.

Leider fehlt es nicht selten an dem nötigen Verständnis für die gegenseitigen Bauaufgaben. Viel zu häufig werden seitens der Architekten die Lüftungs- und heizungstechnischen Anlagen als nebensächlich behandelt, insbesondere wird bei der Planung der Gebäude nicht die nötige Rücksicht auf sie genommen. Folgen davon sind nicht nur so manche Unschönheiten in der baulichen Ausgestaltung, sondern auch Unzweckmäßigkeit und Unwirtschaftlichkeit der technischen Einrichtungen.

Wenn nun auch der Architekt über die Grundlagen und das Allgemeine auf dem Gebiet der Heizungs- und Lüftungstechnik unterrichtet ist, so wird er doch — wegen der Mannigfaltigkeit und Schwierigkeit der Behandlung dieses Sondergebietes — des Rates eines Fachmannes, insbesondere bei größeren Einrichtungen, nicht entbehren können. Dieser Rat wird schon deshalb notwendig sein, da der Architekt selbst bei guter Vorbildung im Lüftungs- und Heizungsfache kaum in der Lage ist, sich über alle Fortschritte der Technik in so vollkommener Weise zu unterrichten, daß er sich deren Ergebnisse ohne weiteres einwandfrei bedienen kann; auch fehlt ihm die sich nur aus ständiger Praxis ergebende Erfahrung.

Die folgenden Darlegungen versuchen, in knapp gefaßter Weise einen Überblick über die wesentlichen Einrichtungen für Lüftung und Heizung zu geben. Nur diejenigen Abschnitte sind etwas ausführlicher behandelt, die Einrichtungen betreffen, deren Ausführung mit der hochbautechnischen Gestaltung in engerem Zusammenhange steht.

A. Lüftung.

1. Allgemeines.

a) Notwendigkeit der Lüftung.

Die Beschäftigung und der Beruf sowie die klimatischen Verhältnisse zwingen die meisten Menschen, besonders die Bewohner der Städte, den größten Teil des Lebens in geschlossenen Räumen zuzubringen. Die Luft erfährt in diesen sowohl durch den Aufenthalt der Menschen

als auch durch verschiedene andere Umstände Veränderungen, die auf die Menschen ungünstig einwirken. Beständiger Aufenthalt in schlecht gelüfteten Räumen ist gesundheitsschädlich. (Kopfschmerzen, Blässe der Haut, Bleichsucht, Verminderung der natürlichen Widerstandskraft.)

Das Bedürfnis nach einwandfreier Luft in den Aufenthaltsräumen ist bei sehr vielen Menschen nur in geringem Maße vorhanden. Es ist oft geradezu kaum glaublich, in welcher übler Luft sich Menschen aufzuhalten vermögen, ohne daran Anstoß zu nehmen oder Unbehagen zu empfinden. Es sei nur hingewiesen auf die schlechte, verqualmte, übererwärmte Luft in Gastwirtschaften, Vortrags- und Versammlungssälen, Schulzimmern, Hörsälen, auch in Wohn- und Schlafräumen.

Es ist eine berechnete gesundheitliche Forderung, in den Aufenthaltsräumen eine einwandfreie, der frischen, reinen Außenluft möglichst nahekommende Luft zu erhalten. Dies kann zum großen Teil durch entsprechende Lüftungsmaßnahmen erreicht werden, doch müssen auch die Lebensweise der Menschen und die Wohnungspflege an der Erhaltung günstiger Luftbeschaffenheit mitwirken. Im Wohnhause kommt letzterer sogar der größere Anteil zu.

b) Zusammensetzung der Luft.

Die Luft ist ein Gemenge verschiedener Gase. Trockene atmosphärische Luft enthält

nahezu	21%	Raumteile Sauerstoff (O),
etwas mehr als	78%	» Stickstoff (N),
außerdem	1%	» Argon (A),

ferner kleine Mengen von Kohlensäure (CO_2), die auf dem Lande etwa 0,03 bis 0,04% ausmachen, in Städten auf 0,07% u. m. steigen. Andere Gase, wie Ozon, Ammoniak, schweflige Säure, Salpetersäure, salpetrige Säure usw., sind in wechselnder, doch geringer Menge je nach den örtlichen Verhältnissen beigemischt.

Die Luft enthält fast stets wechselnde Mengen Feuchtigkeit in der Form von Wasserdampf. Der Dampfgehalt kann mit steigender Temperatur erheblich zunehmen. (Erhöhtes Aufnahmevermögen bis zur Sättigung, Abb. 1.) Die Luft kann jedoch auch weniger Feuchtigkeit enthalten, als sie entsprechend der Temperatur aufzunehmen imstande ist. Dies ist gewöhnlich der Fall. Die jeweils tatsächlich in der Luft vorhandene Wasserdampfmenge bezeichnet man als absolute — tatsächliche — Feuchtigkeit. Unter relativer — verhältnismäßiger — Feuchtigkeit der Luft versteht man das prozentuale Verhältnis der vorhandenen Luftfeuchtigkeit zu der bei der betreffenden Temperatur möglichen Höchstfeuchtigkeit. Sättigungsdefizit bezeichnet die Differenz zwischen Höchstfeuchtigkeit und tatsächlicher Feuchtigkeit. Ist das Sättigungsdefizit sehr groß, so wird die Luft als trocken empfunden. (Im Sommer stark

austrocknende Wirkung der Luft wegen des im Vergleich zum Winter erheblich größeren Sättigungsdefizits.) Tritt Temperaturerniedrigung bei mit Wasserdampf gesättigter Luft ein, so ist Kondensation des Wasserdampfes (Taubildung) die Folge. (Niederschläge an Fenstern, Wänden usw.)

Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ist in gesundheitlicher Beziehung insoferne von Bedeutung, als sehr trockene wie auch sehr feuchte Luft

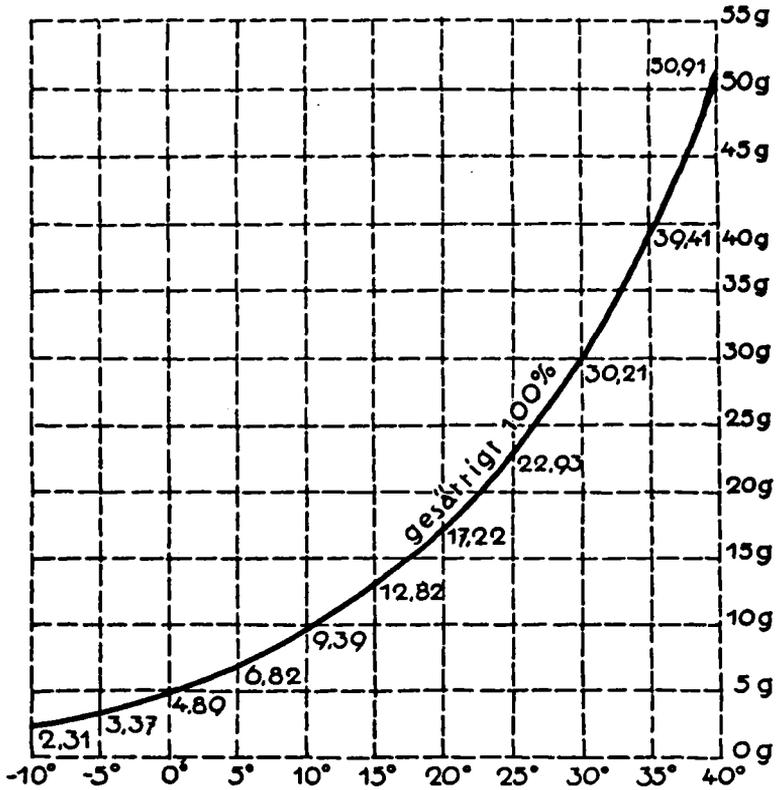


Abb. 1. Höchster Wasserdampfgehalt bei verschiedenen Temperaturen der Luft.

unangenehm empfunden werden. (Einerseits Trockenwerden der Schleimhäute, Durstgefühl; anderseits Hemmung der Wasserdampf-abgabe der Menschen bei großem Feuchtigkeitsgehalt der Luft und höheren Temperaturen.)

Im allgemeinen ist Luft von geringem Feuchtigkeitsgehalt der Gesundheit viel weniger nachteilig als solche von hohem Feuchtigkeitsgehalt. In kontinentalen Gegenden beträgt das Jahresmittel der relativen Feuchtigkeit der Luft im Freien 70 bis 80%, in Wohnräumen schwankt die mittlere relative Feuchtigkeit meist zwischen 30 und 60%. Nach mehrfachen Beobachtungen sinkt sie in bewohnten, geheizten

Zimmern von 18° selbst bei Außentemperaturen weit unter 0° nur selten unter 30%. Bei normaler Raumtemperatur (18 bis 20°) ist eine relative Luftfeuchtigkeit von etwa 40 bis 50% in Wohnräumen für das Wohlbefinden am angenehmsten.

Die Luft in unserer Umgebung ist selten vollkommen rein, sondern enthält je nach den örtlichen Verhältnissen wechselnde stoffliche Beimengungen, von den feinsten Sonnenstäubchen angefangen bis zu den gröberen Staubteilchen, Ruß, ferner Mikroorganismen aller Art. Die Sonnenstäubchen, herrührend von abgestorbenen Kleinlebewesen, Pflanzen usw., setzen sich auch bei ruhender Luft nicht. Größere Staubteilchen stammen von Gesteinssplintern, Sand, auch von organischen Substanzen aller Art; Ruß sind Kohlentelchen aus unvollkommener Verbrennung. Auch Krankheitskeime können in der Luft vorhanden sein, sie haften an den in der Luft schwebenden Staubteilchen oder an in der Luft verteilten Tröpfchen.

Daß in gesundheitlicher Beziehung auch Temperatur und Bewegung der Luft von Bedeutung sind, wird aus späteren Darlegungen zu erkennen sein.

c) Ursachen der Luftverschlechterung in bewohnten Räumen; der Lebensprozeß des Menschen.

Die Luft wird in den Aufenthaltsräumen der Menschen durch die Lebenstätigkeit des Menschen und gegebenenfalls auch durch Einflüsse der Beleuchtung durch Gas, Petroleum u. dgl. verschlechtert. Es handelt sich hierbei um eine Zunahme von gesundheitsschädlichen Gasen, um eine Vermehrung des Wasserdampfgehaltes und eine Erhöhung der Temperatur der Luft. In dieser Hinsicht eine den gesundheitlichen Anforderungen genügende Regelung der Luftverhältnisse herbeizuführen, ist eigentliche Aufgabe der Lüftung.

Durch die Lebenstätigkeit des Menschen entstehen in geschlossenen Räumen Veränderungen in chemischer und physikalischer Hinsicht, und zwar bezüglich der stofflichen Zusammensetzung und der chemischen Beschaffenheit, der Wärmeverhältnisse und des Feuchtigkeitsgehaltes.

Ein erwachsener Mensch atmet in 24 Stunden etwa 9 bis 10 cbm Luft ein und nimmt deren Gase teilweise in das Blut auf. Dieselbe Menge wird in veränderter Zusammensetzung und mit verschiedenen Beimengungen durch Lunge und Haut wieder ausgeatmet.

Luftveränderung in Volumenprozenten:

Eingeatmete Luft		Ausgeatmete Luft
20,7%	Sauerstoff O	16,4%
78,3%	Stickstoff N	79%
0,04%	Kohlensäure CO ₂	4,4%

Stickstoff fast unverändert, Sauerstoffabnahme $\frac{1}{5}$, Kohlensäurezunahme mehr als hundertfach.

Die Luft ständig bewohnter Räume würde demnach bei Mangel dauernder Lüfterneuerung arm an Sauerstoff und reich an Kohlensäure. Es besteht unter den gewöhnlichen Lebensverhältnissen jedoch keine Gefahr einer größeren Verarmung der Luft an Sauerstoff, da unsere Aufenthaltsräume keineswegs luftdicht abgeschlossen sind. (Nachströmen von Luft insbesondere durch Undichtheiten an Fenstern und Türen.)

Durch die Zunahme der Kohlensäure wird eine Verschlechterung der Luft hervorgerufen. Doch sammelt sich Kohlensäure durch die Lebenstätigkeit des Menschen wegen der Undichtheit der Raumschließungen nur in sehr seltenen Fällen in einer den Tod herbeiführenden Weise an. Nach Untersuchungen Flügges kann ein Kohlensäuregehalt der Luft von 1% für längere Zeit, von 5% vorübergehend ohne gesundheitlichen Nachteil ertragen werden.

Stündliche mittlere Kohlensäureabgabe von Menschen:

Erwachsener 0,020 bis 0,025 cbm; Kind 0,010 cbm.

Die Luft eines Raumes wird jedoch schon als schlecht empfunden, ehe sich der Kohlensäuregehalt in einer die menschliche Gesundheit schädigenden Art gesteigert hat. Solche Luft hat häufig einen widerlichen Geruch, der weitere Änderungen in deren Zusammensetzung erkennen läßt. Die Art der Riechstoffe (darunter auch Fettsäuren, Ammoniak u. a.) ist näher nicht bekannt. Man hat sie auf Hautausdünstung und auf Zersetzung organischer Ausscheidungen zurückgeführt. Derartige Riechstoffe¹⁾ machen sich auch noch in großer Verdünnung durch ihren ekelerregenden Geruch bemerkbar.

Nach neueren amerikanischen Untersuchungen²⁾ haben die Wohngerüche nicht minder schädliche Einwirkungen auf die menschliche Gesundheit wie zu hohe Temperaturen und übermäßiger relativer Feuchtig-

¹⁾ Man nimmt an, daß sich die Riechstoffe in ungefähr dem gleichen Verhältnisse vermehren wie die Kohlensäure aus der menschlichen Ausatmung. Kohlensäuremengen sind meßbar. Pettenkoferscher Kohlensäuremaßstab. Pettenkofer erachtete einen Kohlensäuregehalt von 0,1% in der Luft von Menschen dauernd bewohnter Räume gesundheitlich noch zulässig. Pettenkoferscher Grenzwert. Rietschel gibt 0,15% als Grenzwert an. Bei der Annahme einer Kohlensäureabgabe eines Erwachsenen von 0,02 cbm/St., eines Kohlensäuregehaltes der Luft von 0,04% und eines zulässigen Höchstgehaltes an Kohlensäure in der Raumluft von 0,1% ergibt sich für einen Erwachsenen ein Luftbedarf (erforderlicher Luftwechsel) von

$$\frac{0,02}{0,001 - 0,0004} = \text{rd. } 33 \text{ cbm/St.}$$

²⁾ Dr. med. Friedrich Lorentz, »Zum heutigen wissenschaftlichen Stande der Lüftungsfrage in Amerika«. Bericht über den 11. Kongreß für Heizung und Lüftung in Berlin 1924. Verlag von R. Oldenbourg, München und Berlin 1925.

keitsgehalt der Raumluft. Stärkere Geruchansammlungen in der Wohnluft wirken besonders in Verbindung mit den beiden anderen Faktoren appetitvermindernd und hemmend auf die körperliche Entwicklung vor allem der Jugend; sensible Naturen leiden unter solchen Einflüssen in erhöhtem Maße.

Die Lebenstätigkeit des Menschen geht auch unter Bildung von Wärme vor sich. Die Bluttemperatur eines gesunden Menschen beträgt unabhängig von den Temperaturen seiner Umgebung 37° C. Die durch die Verbrennung der aufgenommenen Nahrungsmittel erzeugte Wärme wird durch seine Organe je nach den gegebenen Verhältnissen in verschiedenartiger Weise abgegeben. Die Wärmeabgabe ist nach Geschlecht, Alter, Körpergewicht, Tätigkeit und Nahrung verschieden.

Durchschnittliche Annahmen der Wärmeabgabe von Menschen:

Erwachsener Mann in Ruhe etwa	100 WE/St.		
Erwachsener Mann bei Arbeit etwa	120—150	»	u. m.,
Kind bis 10 Jahre etwa	50	»	

Die Wärmeabgabe, die man bei einem Erwachsenen durchschnittlich mit rd. 3000 WE/24 St. annehmen kann,¹⁾ findet hauptsächlich durch den Atmungsvorgang und durch die Haut statt. Beim Atmen wird Wärme durch Erwärmung der Atemluft und durch Wasserverdunstung an der Lungenoberfläche abgeführt. Die wesentlich bedeutsamere Wärmeabgabe durch die Haut geschieht je nach den besonderen Verhältnissen in verschieden großen Anteilen durch Leitung, Strahlung und Wasserverdunstung. Bisweilen kann sogar die Wärmeabfuhr auf einem dieser Wege vollständig aufgehoben sein.

Abgabe durch Leitung findet hauptsächlich an die umgebende Luft statt, und zwar um so stärker, je größer der Temperaturunterschied zwischen Haut und Luft, die relative Luftfeuchtigkeit und je bewegter die Luft ist. Im Freien kann die Wärmeabgabe durch Leitung, je nach den Witterungsverhältnissen recht verschieden sein; in bewohnten Räumen ist sie meist verhältnismäßig gering. Unangenehm wird Zugluft in geschlossenen Räumen wegen zu großer Wärmeentziehung

¹⁾ Verteilung der Wärmeabgabe des Menschen nach Rubner: Mann 80 kg schwer, 2,2 qm Körperoberfläche, Luft ruhig, Temperatur 17,5° C.

Atmung	35 WE/Std.	= 1,29%	der Gesamtwärmeabgabe
Arbeit (Gehen)	51	» = 1,89%	»
Erwärmung der Kost	42	» = 1,55%	»
Wasserverdunstung	558	» = 20,67%	»
Leitung	833	» = 30,85%	»
Strahlung	1181	» = 43,74%	»

2700 WE/24 Std.

empfunden. Auch an die Kleidung wird Wärme durch Leitung abgegeben, desgl. im Wasserbad an das Wasser, wobei die Wärmeabgabe des Körpers durch Strahlung und Wasserverdunstung nur gering ist. Als besondere Art der Wärmeentziehung durch Leitung ist die Wärmeableitung durch den Fußboden zu nennen. (Fußkalte Böden.) Die Wärmeabgabe durch Strahlung hängt vornehmlich von der Größe und dem Ausstrahlungsvermögen der Körperoberfläche sowie dem Temperaturunterschiede zwischen dem Körper und den Gegenständen der Umgebung ab. Diese Art kann sowohl im Freien (kalte Hauswände, Felswände usw.), als auch in geschlossenen Räumen eintreten. Sie kann sogar sehr unangenehm empfunden werden, wenn die Raumumschließungen eines bewohnten Raumes stark ausgekühlt sind. Deshalb hat man auch in einem nach längerer Unterbrechung frisch angeheizten Raume trotz höherer Lufttemperatur geraume Zeit ein Gefühl des Fröstelns.

Andererseits hat eine infolge andauernder Heizung verhältnismäßig hohe Erwärmung der Umschließungen von Aufenthaltsräumen eine Verminderung der Wärmeabgabe des Menschen zur Folge, die gleichfalls gesundheitlich nachteilig sein kann (Wärmestauung). Nußbaum fordert deshalb mit Recht für dauernd beheizte Räume aus gesundheitlichen Gründen eine um 1° bis 2° C tiefere Temperatur als in nicht ständig erwärmten. Die Wärmeabgabe durch Strahlung kann auch dadurch vermindert werden, daß andere Menschen die Umgebung des Körpers bilden (z. B. in Versammlungssälen).

Große Wärmemengen können dem Körper auf dem Wege der Wasserverdunstung durch die Haut entzogen werden, je nach der Temperatur der Luft, der Luftbewegung und dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft.

Der Mensch scheidet durch Lunge und Haut auch große Mengen von Feuchtigkeit aus. Durch die Lunge ausgeatmete Luft ist mit Wasserdampf gesättigt. Die Wasserdampfabgabe geschieht im Mittel etwa zu $\frac{1}{3}$ durch die Lunge und zu $\frac{2}{3}$ von der Hautoberfläche aus; sie wechselt mit dem Feuchtigkeitsgehalt, der Temperatur und Bewegung der umgebenden Luft, sowie mit dem Alter, der körperlichen Beschäftigung und der Nahrung.

Mittelwerte der Wasserdampfabgabe von Menschen bei normaler Raumtemperatur:

Erwachsener Mann in Ruhe	etwa 0,040 kg/St.	
Erwachsener Mann bei körperlicher Arbeit »	0,080 »	u. m.
Kind	0,020 »	

Da die Wasserdampfabgabe nachts geringer ist, kann man als Mittelwert für die tägliche Wasserdampfabgabe eines Erwachsenen

rund 1200 g annehmen. (400 g durch die Lunge und 800 g durch die Haut.)

Flügge weist auf Grund seiner und seiner Mitarbeiter Untersuchungen besonders darauf hin, daß hinsichtlich der Gesundheitsstörungen, die in stark besetzten, jedoch ungenügend gelüfteten Räumen auftreten und die man vorzugsweise auf Änderungen der Raumluft in ihren chemischen Bestandteilen zurückgeführt hat, in erster Linie die Verhältnisse der Entwärmung in Betracht kommen. Ist für genügende Entwärmung des Körpers gesorgt, so veranlaßt die Ansammlung der gasförmigen Ausscheidungen der Rauminsassen unter gewöhnlichen Verhältnissen keine Gesundheitsstörungen. Versuche haben ergeben, daß bei niedriger Temperatur und geringem Feuchtigkeitsgehalte der Luft trotz Anhäufung von Ausatmungsprodukten durch Lunge und Haut keinerlei Gesundheitsstörungen auftreten. Liegt hingegen die Raumtemperatur bei 26° C und höher, oder bei einer Feuchtigkeit von 60 bis 80% bei 22° C und höher, so tritt bei fast allen Personen in mehr oder minder hohem Grade Unbehagen, Beklemmung und Schwindel ein. Diese Symptome sind im wesentlichen durch Wärmestauung bedingt. Zur Vermeidung von Gesundheitsstörungen in der Luft geschlossener Räume fordert deshalb Flügge in erster Linie die Verhütung ihrer Erwärmung über 21° C und ihrer Sättigung mit Wasserdampf über 50%.

Den großen Einfluß der Luftbewegung auf die Entwärmung hat Flügge durch Versuche festgestellt.

Verschiedene Personen wurden nacheinander in einen dicht geschlossenen Glaskasten von 3 cbm Inhalt gebracht. Obwohl die Luft im Kasten nach längerem Aufenthalt chemisch stark verunreinigt wurde, wurden die Versuchspersonen doch in ihrem Wohlbefinden nicht beeinträchtigt, solange Temperatur und Feuchtigkeitsgehalt nieder waren. Wurde die Luft im Kasten geheizt und ihr Feuchtigkeitsgehalt erhöht, so wurde der Aufenthalt in dem Kasten unerträglich. Es stellten sich alle Anzeichen der Wärmestauung ein: Beklemmung, Kopfdruck, schließlich Schwindelgefühl und Übelkeit, d. h. dieselben Empfindungen, die als Folge des Aufenthaltes in überfüllten Räumen beobachtet werden. Wurde nun ein Luftgebläse in Gang gebracht, das die Luft des Kastens einfach in Umwälzung versetzte, so hörten diese Anzeichen fast augenblicklich auf; die Versuchspersonen hatten das Gefühl, als würde ihnen frische Luft zugeführt. Flügge zieht daraus den Schluß, daß die thermischen Verhältnisse der uns umgebenden Luft (Wärme, Feuchtigkeit, Bewegung) für unser Wohlbefinden von erheblich größerer Bedeutung sind als die chemische Luftreinheit. Auch das erfrischende Gefühl, das bei ausgiebiger Lüftung geschlossener Räume oder im Freien empfunden wird, kommt nach Flügge nicht von der größeren chemischen Reinheit der Luft, sondern von der besseren Entwärmung des Körpers her.

Durch viele frühere Untersuchungen wurde auch festgestellt, daß die Leistung geistiger Arbeit durch hochtemperierte Raumluft mit hohem Feuchtigkeitsgehalt erheblich beeinträchtigt wird. Die bereits erwähnten neuesten amerikanischen Forschungen (S. 6) habe die Leistungssenkung vollauf bestätigt.

In ähnlicher Weise wie durch die Lebenstätigkeit des Menschen kann die Raumluft auch durch Beleuchtungseinrichtungen verändert und verschlechtert werden. Es kommen hier besonders jene in Betracht, die aus Verbrennungsvorgängen von Gasen, Ölen u. dgl. Licht erzeugen. Die Luftverschlechterung wird vor allem durch die Verbrennungsprodukte hervorgerufen. Unter ihnen steht Kohlensäure an erster Stelle. Außer dieser werden in geringen Mengen je nach den Beleuchtungsarten und den besonderen Umständen auch Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffe, Ammoniak u. a. der Raumluft beigemischt. Auch durch die Wärmeabgabe der Beleuchtungseinrichtungen und die dadurch bewirkte Temperaturerhöhung wird die Raumluft ungünstig beeinflusst. Verbrennungsprodukt der Beleuchtung ist auch Wasserdampf, der die Luftfeuchtigkeit erhöht. In neuester Zeit treten Beeinflussungen der Raumluft durch Beleuchtungseinrichtungen infolge der sich allgemein einbürgernden elektrischen Beleuchtung mehr und mehr zurück. Diese gibt nur geringe Wärmemengen ab.

Die Raumluft kann weiterhin in erheblichem Maße durch andere Ursachen verunreinigt werden, so:

1. Durch Staub infolge des Verkehrs, durch Krankheitskeime infolge Anwesenheit von Kranken, Tabakrauch u. dgl. (Staubentwicklung durch unsachgemäße Wohnungsreinigung, in Schulzimmern und gewerblichen Räumen durch Verkehr und Betrieb.)

2. Durch Ausdünstungen und Gerüche, die in mangelhafter Reinhaltung oder andern Umständen ihre Ursache haben. (Unsaubere Einrichtungsgegenstände, Kleidungsstücke, Wäsche; ungenügende körperliche Reinhaltung.)

(Kißkalts Untersuchungen: Geruchstoffe haben die Eigenschaft, bei längerer Einwirkung auf den Raumumfassungen und Einrichtungen festzuhaften. Nach kräftiger Lüftung verschwindet der Geruch auf einige Zeit. Doch erfolgt schnelle Ergänzung von den Oberflächen her nach Schließen der Fenster. Vollständige Beseitigung gelingt erst nach längerer Zeit bei starkem Sinken der Sättigung der Oberfläche.)

3. Durch Zersetzungs Vorgänge und andere Vorkommnisse, die entweder in mangelhafter Bauweise und Bauunterhaltung oder in unsachgemäßer Baubenutzung ihre Ursache haben. (Hausschwamm, Schimmelpilze an feuchten Wänden, Decken und Böden, Fäulnis in Zwischendecken, Aufsteigen von Boden- oder Kellerluft, Ausströmen von Rauchgasen aus Öfen und Herden [Kohlenoxyd], undichte Schornsteine, Ver-

schwelen von Staub auf zu heißen Heizkörpern [über etwa 70° C, Reiz der Schleimhäute, hierdurch Trockenheitsgefühl], Ausströmen von Kanalgasen [mangelhafter Siphonverschluß], Leuchtgas, Geruchverbreitung aus Aborten u. a. m.)

Die in vorstehendem erwähnten Arten von Luftverunreinigungen zu beseitigen ist nicht eigentliche Aufgabe der Lüftung, auch ist diese meist nicht imstande, eine solche vollkommen zu erfüllen. Doch wird man sich auch in diesen Fällen zur zeitweiligen Minderung der Übelstände bisweilen der Lüftung mit Erfolg bedienen können (z. B. Beseitigung von Schulstaub mittels ausgiebiger Querlüftung durch Fenster und Türen während der Pausen).

Bei Industrieanlagen hat die Lüftung häufig auch die Aufgabe, Staub, Gase usw. zu beseitigen, was in manchen Betrieben umfangreiche Lüftungseinrichtungen eigener Art bedingt.

Schließlich sei noch der Notwendigkeit der Lüftung zur Beseitigung von wasserdampfdurchsetzter Luft aus Bädern, Waschküchen, Küchen u. dgl. Räumen Erwähnung getan. Bei größeren Betrieben, in denen erhebliche Mengen von Wasserdampf auftreten, bedient man sich jedoch meist zur Aufsaugung der Dunstmengen der Zuführung heißer trockener Luft.

d) Bestimmung des Luftwechsels.

Man hat verschiedentlich Versuche gemacht, den für einen Raum notwendigen Luftwechsel nach Maßgabe eines nicht zu überschreitenden Kohlensäuregehaltes der Raumluft (Pettenkofer), einer nicht zu überschreitenden Raumtemperatur (Rietschel) und eines begrenzten Feuchtigkeitsgehaltes zu berechnen. Weiterhin versuchte man einen Wärmeinhaltmaßstab (Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnis der Luft) und einen Druckmaßstab (Krell-Dietz, Überdruckherstellung) zugrunde zu legen. In besonderen Fällen bedient man sich solcher Ermittlungen¹⁾, im allgemeinen wird die Größe des Luftwechsels jedoch nach Erfahrungssätzen bestimmt.

Bei bekannter Zahl der Rauminassen wird der Luftwechsel (Luftbedarf) nach Kopf und Stunde bemessen. Man berechnet:

Für Versammlungssäle, Hörsäle u. dgl. . . .	ca. 20— 40 cbm Kopf/St.
(je nach kälterer oder wärmerer Jahreszeit)	
» Krankenzimmer für Erwachsene	ca. 60—100 » »
» Krankenzimmer für Kinder	ca. 30— 50 » »
» Schulräume für Kinder	ca. 15— 25 » »

Bei unbekannter Besetzung von Räumen wird ein Vielfaches des Rauminhaltes angenommen.

¹⁾ Ausführliches hierüber im Lehrbuch der Lüftungs- und Heizungstechnik von Dr. Dietz. Siehe Literaturangaben.

Wohnräume u. ä.	1—2fache Lüftung		
Gasthausräume	3—5 »	»	
Baderäume	1—2 »	»	
Aborte	3—5 »	»	
Küchen	bis 40 »	»	(Brabbée).

Es ist nicht angängig, den Luftwechsel in Räumen, in denen sich Menschen dauernd aufhalten, nach Belieben zu bemessen. Sehr starker Luftwechsel würde belästigende Zegerscheinungen zur Folge haben. Während man früher bei uns einen fünfmaligen Luftwechsel als Höchstgrenze bezeichnete — in Amerika wird schon seit langem größerer Luftwechsel angewendet —, glaubt Brabbée — ohne Belästigung für die Anwesenden — auch bis zu einem zehnmaligen Luftwechsel gehen zu können unter Voraussetzung geschickter Anordnung der Zu- und Abluftöffnungen, richtiger Temperaturen und einer Lüftung von unten nach oben. In neuerer Zeit neigt man dazu, bei höheren Raumtemperaturen höhere Luftgeschwindigkeiten zuzulassen, um die Entwärmung der in den Räumen sich aufhaltenden Personen zu fördern. Man glaubt dabei auf Luftgeschwindigkeiten von 1 bis 1,5 m/s gehen zu dürfen, wenn die Luftbewegung gleichmäßig verteilt ist. Lästig sind in der Regel feine kalte Luftströme, die bei Windanfall oder Unterdruck durch Spalten und Fugen eindringen. Die Empfindlichkeit der Menschen gegen Zug ist sehr verschieden. Untersuchungen Brabbées in dem Hörsaal seiner Versuchsanstalt in Charlottenburg haben ergeben, daß die Empfindung von Zug beginnt, wenn Luft von Raumtemperatur in der Nähe der Menschen mit einer Geschwindigkeit von mehr als 0,2 m/s ausströmt. Bei tieferen Temperaturen setzen, insbesondere bei Einführung der Luft von oben, Klagen über Zegerscheinungen schon erheblich vor Erreichung dieser Geschwindigkeit ein. Nach Rubner können selbst unfehlbare Luftströmungen zu Gesundheitsstörungen führen, wenn die Luft stark unterkühlt ist.

Raumgröße und Luftwechsel müssen in einem angemessenen Verhältnisse zueinander stehen. Belästigung durch Zug kann sich um so leichter bemerkbar machen, je größer der Luftwechsel in einem kleinen aber stark besetzten Raum ist (z. B. bei Gebläselüftung in kleinen Gastzimmern). An sich ausreichende Mengen zugeführter Frischluft können für die Lüftung unwirksam sein, wenn sie sich in einem großen oder winklig gebauten Raum nicht gleichmäßig verteilen.

e) Die Druckverhältnisse in einem geschlossenen Raum.

Um von den Druckverhältnissen in einem geschlossenen Raum ein Bild zu gewinnen, sei zunächst folgende Annahme gemacht. Ein Raum, dessen Umschließungen allseitig gleichmäßig porig gedacht sind, wird auf konstante Temperatur geheizt. Windanfall sei ausgeschlossen. Der

Raum ist rings von kühlerer Außenluft umgeben. Innentemperatur t_i ist größer als die Außentemperatur t_a . Die höher temperierte Innenluft wird unter diesen Umständen wegen ihres geringeren spezifischen Gewichtes durch die oberen Teile der porösen Raumumschließungen austreten, während die kalte Außenluft durch deren untere Teile in den Raum eindringt. Bei den angenommenen gleichartigen Raumumschlie-

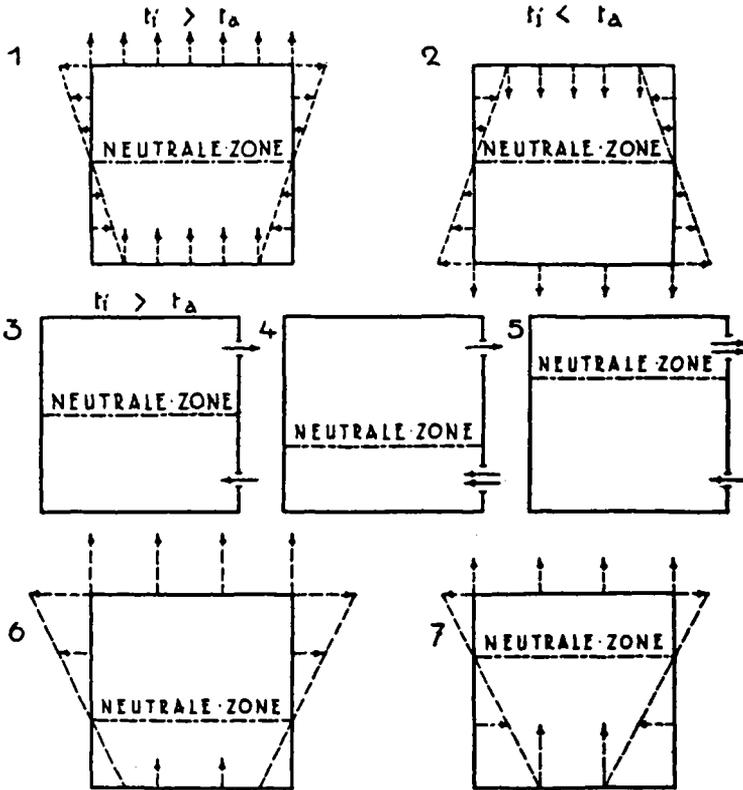


Abb. 2. Darstellung der neutralen Zone.

ßungen ergibt sich in halber Raumhöhe eine Ebene des Druckausgleiches bzw. der Druckumkehr. Diese Ebene bezeichnet man als neutrale Zone (nach G. Recknagel). Mit der zunehmenden Entfernung von der neutralen Zone wachsen infolge der Gewichtsunterschiede der Luft nach oben und unten bei entgegengesetzter Richtung die Druckkräfte und sind gleichmäßig am größten an den obersten und untersten Teilen der seitlichen Raumumschließungen, der Decke und dem Boden (Abb. 2, 1).

Ist die Außentemperatur t_a höher als die Innentemperatur t_i , so stellen sich die umgekehrten Druckverhältnisse ein (Abb. 2, 2). Denkt man sich an Stelle der gleichmäßig porösen Raumumschließungen bei im

übrigen gleichen Verhältnissen dichte Wände, Decken- und Bodenflächen und in gleichen Abständen von der mittleren Höhe des Raumes gleichgroße Öffnungen, so wird durch diese der Luftaustausch mit gleichen Druckkräften vor sich gehen und auch in diesem Falle sich die neutrale Zone auf die halbe Raumhöhe einstellen (Abb. 2, 3). Durch eine in der Ausgleichsebene, hier in halber Raumhöhe gelegene Öffnung findet kein oder doch nur geringfügiger Luftaustausch statt.

Ist nun der Fall gegeben, daß infolge größerer Porosität der unteren Raumteile oder wegen größerer oder mehrerer Öffnungen — im Vergleich zu den oberen Raumumschließungen — unten mehr Luft eindringen als oben austreten kann, so kommt die neutrale Zone tiefer zu liegen, da eben die Summe der oben und unten die Umschließungen durchdringenden Luftmengen gleich bleiben muß (Abb. 2, 4 u. 6). Im entgegengesetzten Falle stellt sich die neutrale Zone entsprechend in höherer Lage ein (Abb. 2, 5 u. 7).

Durch Einpressen von Luft läßt sich die neutrale Zone derart nach abwärts legen, daß sie sich unter Fußbodenhöhe einstellt (Überdruck im Raume); anderseits ist es möglich, sie durch Absaugen der Raumluft über die Raumdecke zu legen (Unterdruck im Raume).

Diese verschiedenen Gestaltungen der Druckverhältnisse haben für die Maßnahmen zur Lüftung von Gebäuden wesentliche Bedeutung.

In unseren bewohnten Räumen liegt die neutrale Zone mangels besonderer Maßnahmen zu Änderungen der normalen Luftdruckverhältnisse und, da Undichtheiten auf die Raumumschließungen meist ziemlich gleich verteilt sind, im allgemeinen in halber Raumhöhe. Daraus erklären sich auch die unangenehmen Zegerscheinungen an den unteren Teilen der Fenster durch das Eindringen kalter Außenluft (Gegenmaßnahme: dichtschießende Fenster, Aufstellung von Heizkörpern an den Fenstern), während z. B. anderseits vielfach erhebliche Mengen warmer Raumluft durch mangelhaft schließende Oberlichtfenster und Rolladenkästen entweichen. Bei einseitigem Öffnen von Fenstern und Türen stellt sich die neutrale Zone bis zur Auswirkung eines allgemeinen Druckausgleiches zunächst in deren Mitte ein (Beobachtung bei Einstellen eines Kerzenlichtes in verschiedenen Höhenlagen). Wenn z. B. in Kleinwohnungsanlagen von der Wohnküche aus das nebenliegende Schlafzimmer ohne besondere andere Heizvorrichtungen durch die Warmluft der Wohnküche mit erwärmt werden soll, so ist dies am wirksamsten, wenn in der Trennwand oben an der Decke und unten am Boden mit Klappen abschließbare Öffnungen angeordnet werden, da infolge der dort größten Druckkräfte die Luftumwälzung zwischen beiden Räumen am kräftigsten vor sich geht. (Bei Kleinwohnungsbauten mehrfach angeordnete Einrichtung.) Vielfach findet man in Kleinhausbauten die Abschlüsse der Treppenanlagen gegen die Dach-

räume ziemlich mangelhaft und undicht gestaltet (Falltüren usw.). Es zieht im Winter eine große Menge warmer Luft durch diese Öffnungen nach oben ab. Die neutrale Zone rückt nach oben, durch alle Undichtheiten und Spalten der unteren Hausteile drückt kalte Luft ein, was den Aufenthalt in der Nähe von Fenstern und Türen wegen der kräftigen Zegerscheinungen recht unbehaglich macht. Gleiches findet man allenthalben bei hohen Treppenhäusern von Miethäusern. Umgekehrt weht besonders im Frühjahr aus den Treppenhauseingangstüren ein starker Strom kalter Luft den Eintretenden entgegen, was sich daraus erklärt, daß warme Luft oben in das Treppenhaus eindringt. Ähnliches nimmt man beim Vorbeigehen an offenen Kirchentüren im Frühjahr wahr, die warme Außenluft dringt durch Undichtheiten der hohen Kirchenfenster oder Öffnungen vom Dachraume her in den Kirchenraum ein und drängt die kalte Kirchenraumluft unten nach außen. Bei der großen Höhe so vieler Kirchen sind die Druckkräfte an diesen untersten Stellen natürlich ziemlich groß. Im Winter fehlen mangels größerer Temperaturunterschiede zwischen innen und außen solche Erscheinungen. Entgegengesetzte Wahrnehmungen macht man im Winter besonders bei stark besetzten und dazu auch noch geheizten Kirchen, wenn die oberen Raumteile der Kirche nicht dicht schließen. Es drängt die warme Innenluft durch die oberen Öffnungen und undichten Stellen nach außen mit der Folgeerscheinung heftigen Eindringens kalter Luft durch die wenigen Eingangstüren. Die neutrale Zone rückt um so mehr nach oben, je größer dort die Undichtheiten sind. Ähnliches bei Sälen usw.

Um eine Verbreitung von Gerüchen und Wrasen von Küchen her zu vermeiden, ist es zweckmäßig, in diesen gut wirkende Luftabzugsvorrichtungen an der Decke oder hoch an den Seitenwänden anzuordnen. Hierdurch kann die neutrale Zone nach oben verlegt werden, wenn außerdem auch noch Bedacht darauf genommen wird, daß die Druckverhältnisse im Küchenraume und den damit in Verbindung stehenden Räumen nicht anderweitig gestört werden.

Wie aus den angegebenen Beispielen zu erkennen ist, tritt eine Tieflegung der neutralen Zone ein, wenn in den unteren Raumteilen größere Mengen Luft zugeführt werden, während die obere Luftabführung gehemmt wird (dichte obere Raumumschließungen, große Widerstände in oberen Abluftführungen); außerdem auch bei Drucklüftung unter Erschwerung der Ablüftung. Die neutrale Zone verlegt sich andererseits nach oben, wenn in den oberen Raumteilen reichlich Gelegenheit zur Luftabströmung gegeben ist (große obere Abluftkanäle, undichte Raumumschließungen) und gleichzeitig den unteren Raumteilen nur verhältnismäßig geringe Luftmengen zuströmen können, fernerhin bei Anwendung von Sauglüftung unter Erschwerung der Luftzuführung.

2. Lüftungsarten.

Luftwechsel ist bedingt durch Druckunterschiede. Diese können durch Temperaturunterschiede oder durch Wind (Gebläse u. dgl.) bewirkt werden.

Luftwechsel kann in Räumen sonach durch die Wirkung von Temperaturunterschieden, sowie durch Verminderung des Druckes, Absaugen, und durch Vermehrung des Druckes, Einpressen von Luft, erzielt werden. Man kann unterscheiden:

Natürliche Lüftung, Selbstlüftung,
Fenster- und Türlüftung,
Künstliche Lüftung.

Die Lüftung kann nun örtlich oder zentralisiert sein, und in jedem Falle entweder durch Temperaturunterschiede, Saugen oder Pressen bewirkt werden. Örtliche Lüftung ist jeder auf einzelne Räume, durch einzelne für sich wirkende Vorrichtungen beschränkter Luftwechsel. Zentralisierte Lüftungen (Sammellüftungen) sind alle Lüftungsanlagen, bei denen der Luftwechsel von einer gemeinsamen Stelle aus bewerkstelligt wird.

In Wohnhäusern begnügt man sich im allgemeinen mit den einfachsten Arten der Lüftung, der Fensterlüftung. Besondere Luftabführung ist aber erwünscht, teilweise auch notwendig, in verschiedenen Betriebs-, Wirtschafts- und Nebenräumen, aus denen sich Gerüche und Wasserdampf nach anderen Räumen einer Wohnung ausbreiten können, so bei Küchen, Aborten, Badezimmern, Waschküchen.

3. Selbstlüftung. (Natürliche Lüftung.)

Als natürliche Lüftung bezeichnet man den durch die Poren von Baumaterialien und Undichtheiten von Baukonstruktionen infolge von Temperaturunterschieden oder Winddruck selbsttätig vor sich gehenden Luftwechsel.

Ein bekanntes Experiment Pettenkofers, die Porenlüftung darzustellen bestand darin, daß ein Licht durch einen Ziegelstein hindurch mittels eines Blasbalges zum Verlöschen gebracht wurde. Der hierbei angewendete Luftdruck ist jedoch derart groß, daß er für normale Verhältnisse nicht in Vergleich gezogen werden kann. Weder Temperaturunterschiede noch Winddruck haben auch nur eine annähernd entsprechende Wirkung.

Der Luftdurchgang durch Raumumschließungen ist abhängig:

1. von der Dichtigkeit (Porosität) der Wände und Decken, von den Fugen an Fenstern, Türen, Fachwerkkonstruktionen, von der Dicke der Wände, der Art ihrer Oberflächenbehandlung (Rohbau, Putz, Anstrich, Tapetenbelag usw.);
2. vom Temperaturunterschied (im allgemeinen nur geringer Einfluß);
3. vom Winddruck (Druck- oder Saugwirkung).

Durch mehrfache Untersuchungen wurde festgestellt, daß die Luftdurchlässigkeit der Baustoffe sehr gering ist. Lediglich Schwemmsteine weisen unter den gebräuchlichen Baustoffen eine größere Luftdurchlässigkeit auf. Doch ist auch diese auf die Lüftung von Räumen von keinem großen Einfluß. Guter Mörtel hat geringe Luftdurchlässigkeit. Feuchtigkeit vermindert wegen Ausfüllung der Poren die Luftdurchlässigkeit wesentlich (bis zur vollständigen Aufhebung).

Von den Wandbekleidungen folgen der Reihe nach Kalkfarbenanstrich, Leimfarbenanstrich, Ölfarbenanstrich (neu undurchlässig), Wasserglasauftrag (mit der Zeit undurchlässig), Tapeten je nach Art.

Undichtheiten an den Baukonstruktionen können dagegen bisweilen, besonders bei Windanfall, einen mehr als wünschenswerten Luftwechsel zur Folge haben. (Bei Fenstern Fugen an den Rahmen, um den Stock bzw. Kasten herum, an den Rolladenkasten. Bei Fachwerkkonstruktionen häufig undichter Anschluß der Ausmauerung an das Holzwerk. Mangelhafte Füllung von Mörtelfugen, Schwinden des Mörtels. Undichte Deckenkonstruktionen, Fehlbodenmangel u. dgl.)

Die Undichtheiten der Baukonstruktionen haben einen ganz wesentlich größeren Anteil an der natürlichen Selbstlüftung als die Porosität und Luftdurchlässigkeit der Baustoffe.

Der natürliche Luftwechsel ist unter normalen Verhältnissen bei guten Baukonstruktionen gering, kann sich aber bei starkem Windanfall und mangelhafter Bauausführung so sehr steigern, daß manche Räume überhaupt nicht bewohnbar sind. In der Regel wird in der Praxis damit gerechnet, daß sich der Luftinhalt eines Raumes bei den üblichen Bauverhältnissen einmal in der Stunde erneuert. Es muß jedoch besonders darauf hingewiesen werden, daß die Lufterneuerung bei gleichen Bauverhältnissen je nach Windanfall und in geringerem Maße auch nach dem Temperaturunterschiede zwischen Innen- und Außenluft sehr verschieden sein kann. (Herbstwitterung — Raum ungeheizt — geringer Luftaustausch; Winterkälte — Raum geheizt — größerer Luftaustausch insbesondere durch Undichtheiten; geschützte Hoflage eines Zimmers: Eckzimmer in Windlage.)

4. Örtliche Lüftung.

Örtliche Lüftung, unter der jeder auf einzelne Räume durch einzelne für sich wirkende Vorrichtungen beschränkter Luftwechsel zu verstehen ist, kann bewirkt werden:

- a) durch Lüftung mittels Öffnen von Fenstern oder einige ihrer Teile;
- b) durch Luftzuführung mittels Einpressen von Luft oder Anwärmung, z. B. an in Fensternischen aufgestellten Heizkörpern;
- c) durch Luftabführung (Absaugung) nach dem Freien oder anderen Räumen mittels Wirkung von Temperaturunterschieden oder mit Hilfe von Ventilatoren, unmittelbar oder durch Luftschächte.

a) Lüftung durch Fenster.

In Wohnräumen begnügt man sich fast allgemein mit der einfachsten Art der Lüftung, der Luftzu- und Abführung durch Fenster und gegebenenfalls auch durch Türen. Sie genügt auch in der Regel den bestehenden Bedürfnissen, soferne von ihr zweckmäßig Gebrauch gemacht wird, ist jedoch nicht in unbeschränktem Maße anwendbar. So läßt sich in einwandfreier Weise eine Dauerlüftung durch Fenster nur in wärmerer Jahreszeit und bei günstigen Witterungsverhältnissen vornehmen, im übrigen kommt die Fensterlüftung nur für zeitliche Lufterneuerung in Frage; sie ist aber als solche in vielen Fällen gut verwertbar und wirksamer als zentralisierte künstliche Lüftung, so zur schnellen Beseitigung großer Wärme aus den Räumen, zur schnellen Abführung von Speisengerüchen, Tabaksqualm, Wasserdunst, staubdurchsetzter Luft usw. Dabei ist jedoch meist Voraussetzung, daß sich im Raume keine Menschen aufhalten, da diese durch die mit dem Luftwechsel verbundenen unvermeidlichen starken Luftströmungen belästigt und gesundheitlich geschädigt werden. Besonders wirksam ist die Fensterlüftung, wenn zwischen Innen- und Außenluft größere Temperaturunterschiede bestehen oder Windanfall den Luftwechsel fördert. Der Luftwechsel kann durch Herstellung von Gegenzug (Querlüftung durch gleichzeitiges Öffnen gegenüberliegender Fenster oder Türen) so sehr beschleunigt werden, daß es unter günstigen Umständen möglich sein kann, auch bei größeren Räumen, z. B. Schulzimmern, in ganz kurzer Zeit (wenigen Minuten) eine vollkommene Lufterneuerung herbeizuführen. Geht die Lufterneuerung in kurzer Zeit vor sich, so werden die Wände, Boden und Einrichtungsgegenstände nur in geringem Maße abgekühlt. Die Raumluft kann bald wieder erwärmt werden, zumal ja Wände, Boden und Einrichtung als Wärmespeicher mitwirken. Je länger aber bei kühler Witterung die Fensterlüftung betätigt wird, desto längere Zeit beansprucht die Behebung der Raumauskühlung. Es ist deshalb in kalter Jahreszeit zweckmäßig, die Fenster zum Zwecke der Lüftung weitmöglichst, aber nur kurze Zeit zu öffnen und für Gegenzug Sorge zu tragen. Das so vielfach gebräuchliche lange Offenhalten kleiner Teile von Fenstern wirkt ungünstig, da sich hierbei nur eine langsame Lufterneuerung bei erheblicher Auskühlung der unteren Raumteile vollzieht.

Zu länger dauernder Lüftung von Räumen eignen sich in der Regel nur die oberen zum Kippen eingerichteten Fensterteile, die sog. Kippflügel oder Oberlichtfenster. Infolge ihrer Lage treten bei diesen Zugerscheinungen weniger heftig auf. Doch werden auch diese in Fensterhöhe, von empfindlichen Menschen auch noch in größerer Entfernung vom Fenster unangenehm empfunden. Bei großen Temperaturunterschieden oder Windanfall können aber meist auch Kippflügel nicht

längere Zeit ohne Belästigung offen gehalten werden. Nichtsdestoweniger ist Kippflügellüftung für einen großen Teil des Jahres bei Mangel anderer Lüftungseinrichtungen als sehr wertvoll zu bezeichnen. Darauf hinzuweisen, erscheint besonders veranlaßt, da gerade in neuerer Zeit aus Sparsamkeitsgründen, bisweilen auch aus ästhetischen Erwägungen bei Kleinwohnungsbauten und anderen Gebäuden auf die Anordnung von Kippflügeln vollständig Verzicht geleistet wird. Vorkehrungen hierfür sollten jedoch in Wohnküchen und besonders in Schlafzimmern mangels anderer Luftwechselvorkehrungen nicht fehlen. Vielfach ist es nicht möglich, in Schlafzimmern die unteren Fenster- teile die Nacht über offen zu halten, z. B. in Erdgeschoßräumen aus Gründen der Sicherheit. Das Eindringen von Regen ist im Gegensatz zur Offenhaltung der unteren Fensterflügel bei offenen Kippflügeln im allgemeinen kaum zu befürchten, es müßte denn sein, daß die Fenster frei gegen die Wetterseite gelegen sind und starker Wind die Niederschläge begleitet. Kippflügel Fenster hat man in verschiedenartiger Weise ausgebildet. In Deutschland finden sie sich vorzugsweise mit nach einwärts kippenden Rahmen. Ihre Handhabung geschieht meist mittels Hebelverschlüssen. In Krankenanstalten hat man mehrfach zur Vermeidung des unmittelbaren seitlichen Herabfallens der Außenluft feststehende oder auch mit den Kippflügeln fest verbundene sektorförmige Öhren aus Blech angeordnet. In Österreich sind meist an oberen Bändern hängende, nach außen klappbare Oberlichtfenster gebräuchlich. Alle diese Bauarten werden sowohl bei einfachen als auch Doppel- fenstern angewendet.

Die als Ersatz der Kippflügel neuerdings wieder vielfach gewählten kleinen Scheibenflügel in den aufgehenden seitlichen Fensterrahmen ermöglichen wegen ihrer geringen Öffnung, auch wegen ihrer ungünstigen Lage (meist in halber Raumhöhe, in der neutralen Zone) nur einen verhältnismäßig geringen Luftwechsel. Die bisweilen noch anzutreffenden Glasjalousien in einzelnen Scheiben haben für die Lüftung nur sehr geringen Wert.

Die im Norden Deutschlands mehrfach, in England sehr häufig angewendeten Schiebefenster ermöglichen nur eine Öffnung für die Lüftung in etwa der Hälfte des ganzen Fensterausmaßes; vorteilhaft ist für die Lüftung die Möglichkeit der Einstellung einer oberen und unteren Öffnung.

Die Lüftung von Räumen durch das Öffnen der Fenster wird vielfach in Laienkreisen als wesentlich vorteilhafter erachtet als die Luft- erneuerung mittels künstlicher Lüftungsanlagen, da man von der An- nahme ausgeht, daß hierdurch nicht nur die Anlage dieser Lüftungs- einrichtungen, sondern auch die Betriebskosten erspart würden. Man hat aus diesen Gründen bei Schulhäusern, Krankenhäusern u. dgl. Gebäuden die Geldmittel für zentrale Lüftungsanlagen mehrfach nicht

bewilligt. Diese Annahmen sind nun in sehr vielen Fällen durchaus nicht zutreffend. Im Gegenteil, Fensterlüftung kann gegenüber einer geregelt mit Vorwärmung ausgestatteten künstlichen Lüftung sogar sehr unwirtschaftlich sein. Es darf nämlich nicht außer acht gelassen werden, daß die bei der Fensterlüftung in den Raum eintretende frische kalte Luft gleichfalls erwärmt werden muß; nur muß in diesem Falle die Erwärmung der Luft im Raume selbst vollzogen werden, während dies bei künstlichen zentralen Lüftungsanlagen in der Luftvorwärmkammer geschieht. Bei gleichem Lüfterneuerungsbedarfe müßten demnach die Heizkörperflächen in den Räumen in dem Maße vergrößert werden, in dem sie bei der Anwendung der Fensterlüftung mehr an Heizung zur Erwärmung der eingetretenen kalten Luft und zur Behebung der Raumabkühlung zu leisten haben. Da die Heizkörper in der Regel nur für die gleichmäßige Erhaltung der Raumtemperatur berechnet werden, wäre demnach ein besonderer Zuschlag zur Heizfläche zum Hochheizen nach der durch das Öffnen der Fenster veranlaßten Abkühlung notwendig. Zweifellos wird dadurch ein größerer Wärmeverbrauch verursacht. Dieser kann insbesondere bei unsachgemäßer Handhabung der Fensterlüftung erheblich werden und dann wesentlich größeren Wärmeaufwand zur Folge haben, als er bei einer geregelten künstlichen Lüftung erwachsen würde. Im allgemeinen ist dieser Mehraufwand schwer festzustellen.

Schließlich ist nicht zu übersehen, daß durch Fensteröffnung, abgesehen von dauernder Lüftung durch Kippflügel u. dgl., im besten Falle nur ein einmaliger Luftwechsel im Raum herbeigeführt werden kann. In vielen Räumen wird jedoch ein solcher nicht als ausreichend, sondern aus gesundheitlichen Gründen ein zwei- und dreimaliger Luftwechsel stündlich als notwendig erachtet. In solchen Fällen kann eine Lüftung lediglich durch Öffnen der Fenster nicht in Frage kommen, sofern man an einem grundsätzlich als notwendig anerkannten mehrmaligen Luftwechsel festhalten will. Großenteils hat man in neuerer Zeit aber infolge der ungünstigen wirtschaftlichen Verhältnisse früher hochgehaltene Grundsätze bezüglich eines öfteren Luftwechsels aufgegeben.

b) Örtliche Frischluftzuführung durch besondere Einrichtungen.

Örtliche Zuführung frischer Luft kann, abgesehen von der Fensterlüftung, auch ohne und mit Vorwärmung der Luft durch Gebläse (Ventilatoren), die unmittelbar mit der freien Luft in Verbindung stehen, erfolgen. Solche Gebläse werden häufig in Außenmauern eingebaut und durch elektrische Kraft betrieben. Vorkehrungen dieser Art sind im Winter ohne Erwärmung der Frischluft nicht zur dauernden Erneuerung der Raumluft (Belüftung) verwendbar, da durch die kalten Luftströme unangenehme Zugerscheinungen verursacht werden.

Die Erwärmung unmittelbar aus dem Freien mittels Gebläse eingeführter Luft ermöglichen besondere Apparate, wie z. B. die Lamellen-Kalorifere von Junkers, hergestellt von dem Kaloriferwerk Junkers & Co. in Dessau. Auch andere Werke stellen ähnliche Apparate her. Sie kommen

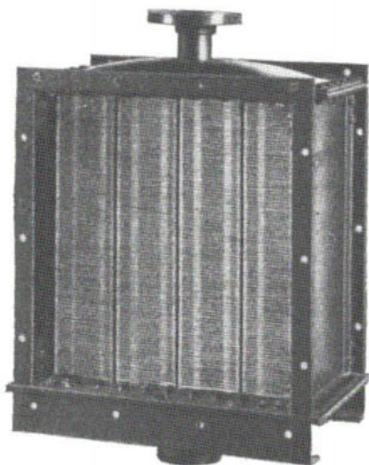


Abb. 3. Junkers-Lamellen-Kalorifer für Warmwasser- und Dampfheizung. Ansicht eines Elementes. Junkers & Co. Kaloriferwerk Dessau.

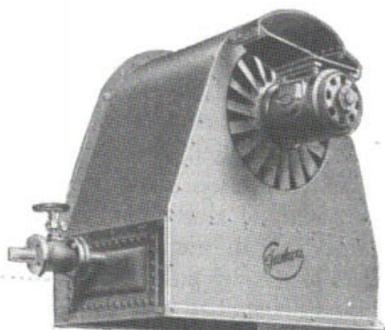


Abb. 4. Junkers-Luftheizungsaggregat für Warmwasser- und Dampfheizung mit Hohl-schaufel-Junkers-Lüfter für Großräume, ohne Luftverteilungsleitung arbeitend.

vornehmlich für größere Räume, Werkstätten, größere Gastwirtschaften, Fabrikantinen u. dgl. in Betracht.

Bei den Lamellen-Kalorifereen wird mittels eines Ventilators Außenluft oder durch entsprechende Stellung von Klappen auch Raumluft (Umluftbetrieb) durch einen meist mit Dampf, auch mit Warmwasser und Gas beheizten Lamellenkalorifer gepreßt und auf diesem Wege erwärmt. Der Lamellenkalorifer besteht aus Aggregaten von Heizrohren, die durch eine große Zahl eng aneinander gereihter angebaute Stege (Lamellen) verbunden sind. Es ergeben sich dadurch auf engem Raume große Heizflächen mit vielen sehr schmalen Öffnungen für die Luftdurchströmung, wodurch eine sehr gute Heizleistung erzielt wird. (Abb. 3 bis 5.)

Man hat die Einführung von Frischluft auch mit Raumheizeinrichtungen verbunden, um auf diese Art Frischluft anzusaugen und zugleich zu erwärmen. So wird mehrfach Öfen aller Art (Eisen- und Kachelöfen, auch Gasöfen) Frischluft durch Kanäle zugeleitet, die in die Decken eingebaut sind. Die Ausmündungen dieser Kanäle liegen je nach den besonderen Fällen hinter oder unter den Öfen.

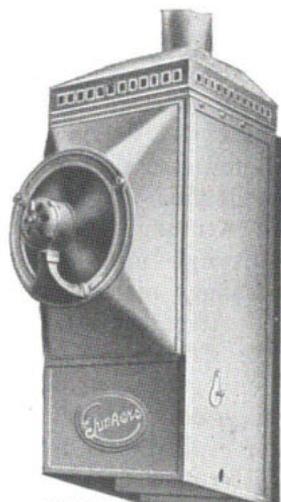


Abb. 5. Junkers-Gas-Luft-erhitzer. Wärmeerzeugung im Apparate selbst.

Häufig ist die Anordnung so getroffen, daß die sich an den Öfen erwärmende Luft hinter Mantelverkleidungen hochgeführt wird. Auch findet sich die Hochführung der Luft im Innern der Öfen (z. B. bei Gasöfen). Diese Art der Verbindung von Frischluftzuführung mit der Raumheizung kann sich bei einwandfreier Gestaltung der Luftzuführung und der Luftwege im Ofen als recht zweckmäßig erweisen und hat mannigfache Vorzüge (zugfreie Luftzuführung, Minderung der Strahlungswärme bei Luftführung hinter den Mantelverkleidungen), auch ist es möglich, durch entsprechende Klappenstellung die Frischluftzuführung abzustellen und lediglich die Raumluft zu erwärmen (Umluftheizung). Doch haben solche Einrichtungen nicht selten erhebliche Mängel, und zwar sowohl hinsichtlich der Luftzuführung als auch hinsichtlich der Luftwege in den Öfen. Die in die Decken (Bodenkonstruktionen) eingebauten Kanäle sind meist nicht oder doch nur schwer zugänglich und können deshalb nicht oder nur unvollkommen gereinigt werden. Sie belegen sich sehr bald mit Staub. Auch dort, wo die Möglichkeit einer Reinigung gegeben ist, unterbleibt sie meist wegen der damit verbundenen Umständlichkeiten oder aus Nachlässigkeit. Man vermeidet deshalb im allgemeinen besser derartige Anordnungen. Am ehesten kann eine Zuführung von Frischluft zu Öfen dann in Frage kommen, wenn keine längeren Deckenkanäle notwendig sind, wenn also die Öfen nicht an Innenmauern sondern an Außenwänden stehen und nur kurze, leicht zu reinigende Zuluftwege angeordnet werden können, was z. B. bei Barackenbauten vielfach der Fall ist.

Selbstverständlich sollen die Luftwege in den Öfen in allen Teilen leicht gereinigt werden können und so angeordnet sein, daß sich kein Staub auf Vorsprüngen usw. ablagern kann; auch soll die Luft ohne Hemmnisse durchstreichen können. Ist dies nicht der Fall, so tritt leicht eine Verschmelzung des Staubes an den heißen Ofenteilen ein, die die Atmungsorgane belästigt. Bei sehr vielen Ofenkonstruktionen mit Lüftungs- und Lufterwärmungseinrichtungen ist den genannten Forderungen nicht in genügender Weise Rechnung getragen.

Auch bei Zentralheizungen wird die Zuführung und Erwärmung von Frischluft in Verbindung mit deren Heizkörpern angewendet. Meist geschieht dies in der Weise, daß hinter den in Fensternischen aufgestellten Heizkörpern Frischluftöffnungen vorgesehen werden. An der Außenseite der Umfassungsmauern werden diese Öffnungen mit Gittern oder durchlochtem Blechen gegen Eindringen von größeren Insekten und gröbere Verunreinigungen abgeschlossen. (An den Fassaden von Schulgebäuden, Badeanstalten u. dgl. Bauten sind derartige Gitter häufig wahrzunehmen, sie beeinträchtigen jedoch nicht selten das Äußere der Gebäude insbesondere durch Roststreifen.) Zur Regelung der Luftzuführung sowie zur vollständigen Abschließung werden auf der Innenseite Stellklappen angebracht. Das Einströmen der Frisch-

luft wird durch die Erwärmung der Luft an den Heizkörpern veranlaßt, kann auch durch Windanfall gefördert werden, letzteres mitunter in

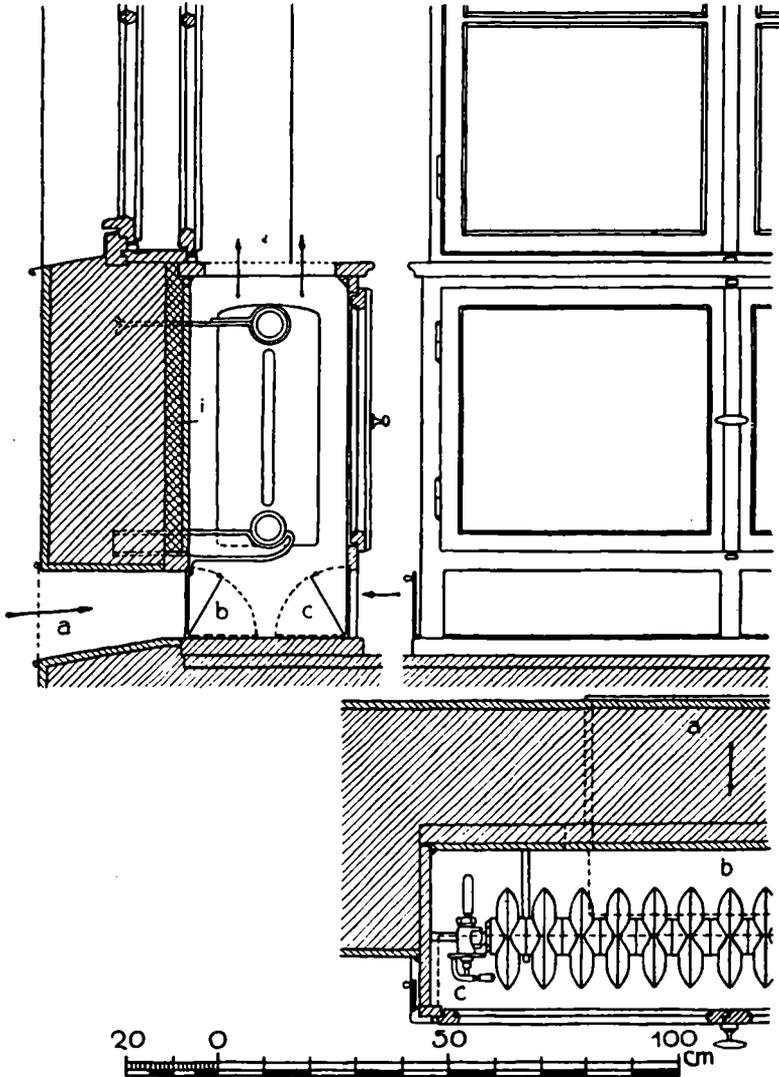


Abb. 6. Fensterheizkörper, Zuführung vorgewärmter Frischluft.

a Luftzuführungsöffnung, außen Schutzgitter, b Stellklappe für Frischluft, c Stellklappe für Umluft, i Isollerschichte.

einer mehr als wünschenswerten Weise. Wichtig ist bei solchen Einrichtungen eine Leitung des Luftstromes in der Art, daß sich die Luft an den Heizkörpern erwärmt und hochsteigt, nicht aber unter den

Heizkörpern kalt in den Raum eindringt. Man hat derartige Fenster-
nischenlüftungen mehrfach an Stelle von Sammellüftungsanlagen ein-

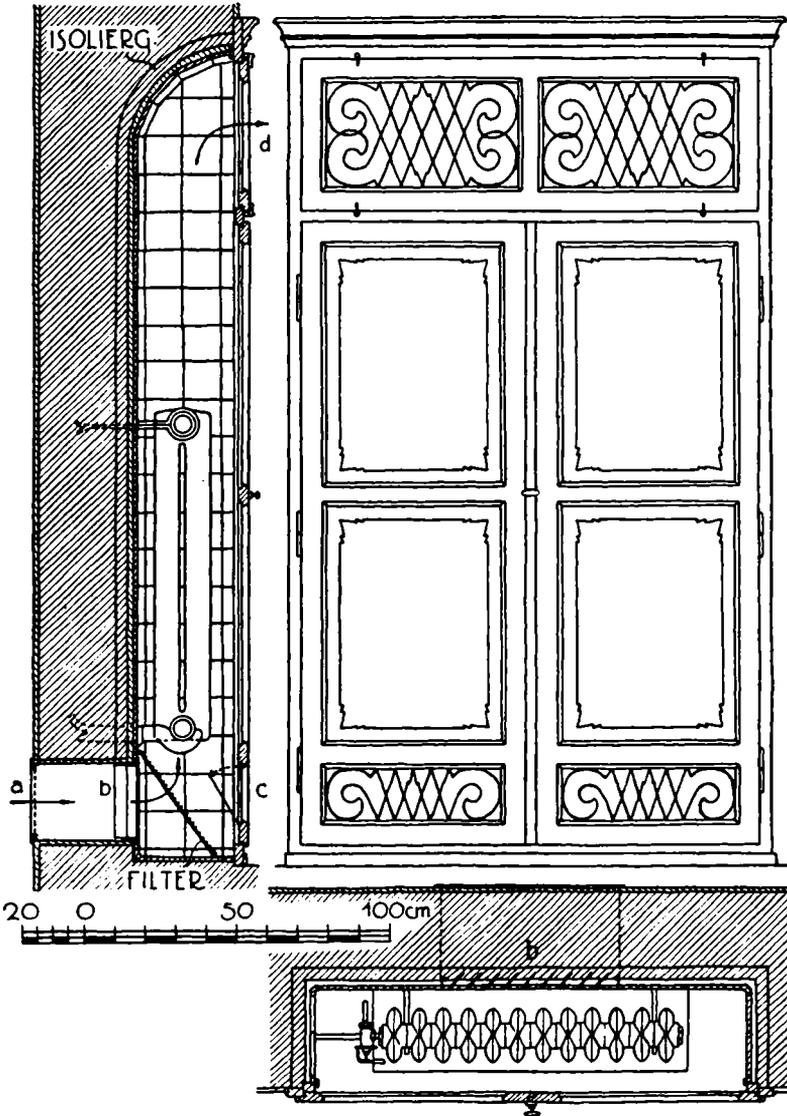


Abb. 7. Heizkörpernische mit Frischluftzuführung.

a Schutzgitter und Luftzuführungsöffnung, b stehende Stellklappe für Frischluft, c Stellklappe für Umluft, d obere Öffnung für Luftausströmung.

gerichtet. Doch sind sie auch bei guter Anordnung nur als Behelfe für
solche anzusprechen. Sie leisten unter manchen Verhältnissen aller-

dings recht gute Dienste. Eine gleichmäßige, regelmäßige Lüftung läßt sich mit ihnen jedoch nicht erzielen, zumal die Luftzuführung durch Windstärke und Windrichtung stark beeinflußt werden kann. An den Außenwänden entlang streichender Wind kann sogar eine Saugwirkung zur Folge haben. An Gebäuden, die starken Windströmungen ausgesetzt sind, ist deshalb die Anlage von Fensternischenlüftungen nicht zu empfehlen. Als Nachteil dieser Lüftungsvorkehrungen ist abgesehen von der Windeinwirkung auch der Umstand zu beachten, daß bei schwacher Heizung die Luftförderung nur gering ist. Auch ist die Erwärmung der Luft sehr verschieden. Bei Windanfall wird die Frischluft zu schnell an den Heizkörpern vorbeigetrieben und kann sich nur wenig erwärmen. Zugluft kann eine weitere unangenehme Erscheinung sein. Bei starkem Windanfall müssen die Klappen geschlossen gehalten werden, wodurch die gegebenenfalls notwendige Raumlüftung aufgehoben wird. Mißlich ist es bei Windanfall ganz besonders, wenn die Klappen nicht gut schließen, was infolge von Verlegung mit Staub und auch aus anderen Ursachen vorkommen kann. Auch ist mit der Möglichkeit des Einfrierens der Heizkörper zu rechnen, wenn die Regelungsklappen bei Kälte mangels sorgfältiger Bedienung nicht geschlossen werden. Durch die Lüftungsöffnungen findet auch eine Übertragung des Luftschalles statt, weshalb an Straßen mit lebhaftem Verkehr, überhaupt dort wo möglichste Ruhe im Raume angestrebt werden muß, Öffnungen in Außenmauern nicht zweckmäßig sind.

Meist sind die Luftzuführungsöffnungen hinter den Heizkörpern nicht in der wünschenswerten Weise zur Vornahme von Reinigungen zugänglich. Dies ist aber um so mehr notwendig, als durch die Gitter nur grobe Verunreinigungen zurückgehalten werden, während Staub und Ruß leicht eindringen können. Werden also Frischluftzuführungen bei Fensternischen-

Heizkörpern angeordnet, so müssen sie baulich so gestaltet werden, daß sie jederzeit, auch ohne das umständliche Abnehmen der Heizkörper, bequem gereinigt werden können (Abb. 6).

Gleichwie durch Fensternischen kann Frischluft auch durch schrankartig ausgebildete Mauernischen, in denen Heizkörper auf-

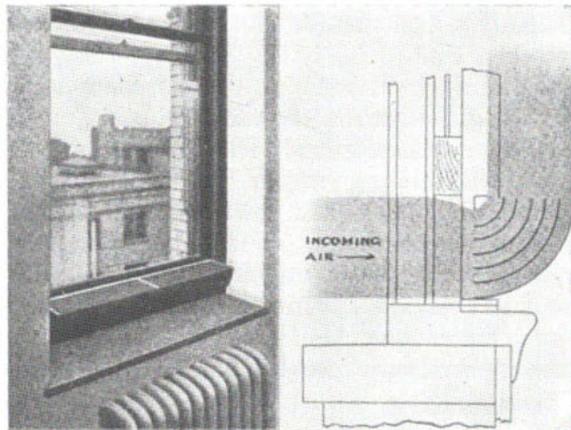


Abb. 8. Ansicht und Querschnitt eines amerikanischen Fenster-Deflektors.

gestellt sind, den Räumen zugeführt werden (Abb. 7). (Bei Krankensälen des Kaiserjubiläumsspitals in Wien angewendet.)

Schließlich sei noch eine Einrichtung erwähnt, die in Amerika (s. S. 6), in verschiedenartiger Weise ausgestaltet, zur Luftzuführung gewählt wird. Es sind dies Deflektoren, die am Fuße der Schiebefenster angebracht werden und der einströmenden Luft eine Richtung nach aufwärts geben. Die eintretende Frischluft wird von der warmen Luft, die von dem am Fenster stehenden Heizkörper aufsteigt, aufgenommen und hochgeführt (Abb. 8). Bezüglich der Anwendbarkeit auch solcher Einrichtungen gilt das bereits oben Gesagte.

c) Örtliche Entlüftung durch besondere Einrichtungen.

Abgesehen von der Lüfterneuerung durch Öffnen von Fenstern kann eine örtliche Luftabführung aus Räumen auch durch Mitwirkung von Heizstellen sowie mittels Gebläsen erzielt werden. Sie kann unmittelbar nach dem Freien oder auf dem Wege durch Abluftschächte geschehen.

Eine sehr ausgiebige Entlüftung bewirken die Kamine mit ihren offenen Feuerstellen (Cheminées). Doch sind Kamine wegen der geringen Ausnutzung der Brennstoffe in wärmetechnischer Beziehung sehr unwirtschaftlich. In den romanischen und vor allem in angelsächsischen Ländern erfreuen sie sich großer Beliebtheit und bilden heute noch in England die am meisten verwendete, sehr beliebte Feuerstelle im Wohnhausbau. Auch in Gebäuden, die mit vollständigen Zentralheizungen ausgestattet sind, findet man dort allenthalben noch Kamine vorgesehen. Sie bilden an sich für den Engländer einen wesentlichen Bestandteil eines Aufenthaltsraumes; nicht am geringsten schätzt man aber auch ihre Wirksamkeit für eine ständige ausgiebige Raumentlüftung. Aus diesen Gründen trifft man sie allgemein auch in englischen Krankenanstalten an, die mit gut ausgeführten Zentralheizungen versehen sind.

Mehrfach findet man die Anschauung vertreten, daß auch durch die bei uns allgemein eingeführten Öfen, und zwar auf dem Wege durch die Feuerstelle eine gute Entlüftung der Räume bewirkt werde. Dies ist jedoch nur in geringem Maße und nur zeitweise der Fall. Lediglich beim Anfeuern strömen größere Luftmengen durch die Öffnungen der Ofentürchen nach der Feuerstelle. Bei geregelter Heizung darf aber weiterhin den Brennstoffen nur so viel Luft zugeführt werden, als sie zu einer wirtschaftlichen Verbrennung bedürfen. Die hierbei in Betracht kommenden Mengen sind jedoch gering, so daß ihnen eine wesentliche Wirkung auf die Raumentlüftung nicht zuerkannt werden kann. 1 kg Steinkohle bedarf z. B. unter Einrechnung des zur vollständigen Verbrennung notwendigen Luftüberschusses etwa 15 cbm Luft, 1 kg Preßtorf etwa 10 cbm Luft. Bei vielen Heizeinrichtungen muß die

Luftzufuhr fast vollständig abgestellt werden, wenn die Brennstoffe in Glut geraten. Ein Offenhalten der Luftzuführungsöffnungen der Öfen zum Zwecke der Lüftung hätte einen sehr schnellen, unwirtschaftlichen Verbrauch der Brennstoffe zur Folge, auch würden sich die Rauchgase und die wärmespeichernden Bestandteile z. B. der Kachelöfen hierdurch erheblich abkühlen. Unzweckmäßig ist auch die bisweilen beliebte Abführung der Raumluft durch Öffnungen nach den Rauchabzugsrohren und Schornsteinen, da hierdurch die Zugkraft der Schornsteine geschwächt wird.

Unmittelbar nach dem Freien wird häufig mit Gebläsen entlüftet, die in die Außenwände der Gebäude eingebaut werden. Es kann hierdurch eine sehr ausgiebige Entlüftung herbeigeführt werden. Zweckmäßig ist die Anwendung von kräftig wirkenden Gebläsen besonders bei Räumen, aus denen starke Gerüche, Dampf usw. zeitweilig schnell beseitigt werden sollen, so bei Laboratorien, größeren Küchen, Bädern, Waschräumen u. dgl. Auch bei vielen Gastwirtschaften bedient man sich solcher — meist nachträglich eingebauter — Entlüftungseinrichtungen. Hierdurch veranlaßte Luftbewegungen im Bereiche der Rauminsassen mit Geschwindigkeiten von 0,5 m/s bis 1 m/s sind noch erträglich. Überschreiten sie jedoch 1,5 m/s, so werden sie selbst bei warmer Raumluft meist unangenehm.

Die örtliche Entlüftung kann auch auf dem Wege durch Abluftschächte, Rohre u. dgl. geschehen, und zwar durch den natürlichen Auftrieb der warmen Raumluft allein oder auch unter Benutzung von Heizungsvorrichtungen oder Gebläsen. Die Abluftwege werden aus Mauerwerk, Eisenbeton oder Rabitzkonstruktionen, Blech, Tonrohren oder aus anderen ähnlichen Baustoffen hergestellt. Um die Reibungswiderstände der Luft an den Wandflächen gering zu halten, sollen die Querschnitte der Form eines Quadrates oder Kreises nahekommen und die Innenflächen möglichst glatt sein. Auch sind die Abluftwege gegen Kälteeinwirkungen geschützt anzulegen, da Abkühlungen den Auftrieb der Luft beeinträchtigen.

Entlüftung durch den Auftrieb der warmen Raumluft in den Abluftschächten geht nur bei größeren Temperaturunterschieden und Druckhöhen vor sich. In wärmerer Jahreszeit sind deshalb solche Einrichtungen unwirksam. Auch bei kühlem Wetter arbeiten sie häufig nicht, wenn die Abluftwege Abkühlungen ausgesetzt sind. Man legt deshalb Abluftschächte zweckmäßig neben ständig von Heizgasen erwärmte Schornsteine, z. B. Küchenschornsteine. Bei den sog. Schoferkaminen ist der Rauchabzug von Zellen umgeben, die abgesehen von ihrem Zwecke als Wärmeisolierungen auch als Entlüftungswege dienen können (siehe Abb. 32). Doch genügen die engen Zellen nur zur Abführung geringer Luftmengen.

Einfache Auftriebslüftungsschächte sind in den meisten Bauordnungen in Wohnbauten für Bäder, Waschküchen, Heizräume von

Zentralheizungen u. dgl. vorgeschrieben. Zur Abführung der Gerüche sollten sie auch, mehr als dies zurzeit geschieht, bei Aborten vorgesehen werden; auch bei Wohnküchen ist die Anordnung von Entlüftungsschächten sehr zu empfehlen, um die Küchendünste und auch die häufig durch unzweckmäßigerweise in der Wohnküche vorgenommenes Waschen und Wäschetrocknen stark durchfeuchtete Luft abzuführen. Bei sorgfältiger Grundrißgestaltung wird sich meist eine zweckmäßige Anordnung solcher Abluftwege neben Schornsteinen erreichen lassen. Ihr Querschnitt soll mindestens 200 qcm betragen.

Die früher häufige Anbringung von Gaslockflammen in den Entlüftungsöffnungen findet sich in neuerer Zeit seltener. Ihre Wirkung ist nicht groß, dabei besteht die Gefahr der Gasausströmung bei mangelhafter Bedienung oder bei Verlöschen infolge plötzlicher Luftstöße.

Der Auftrieb der Luft kann auch durch den Einbau von Heizkörpern der Zentralheizungen in die Lüftungsschächte gefördert werden. Wo der Auftrieb auch in wärmerer Jahreszeit gesichert werden soll, ist es notwendig, den Heizkörper an die Warmwasserversorgungsleitung anzuschließen. Die beste Gewähr für eine gleichmäßige, nach Belieben zu regelnde Entlüftung bei einfachster Bedienung gibt jedoch im allgemeinen nur die Anordnung von Gebläsen in die Entlüftungswege.

Mehrfach werden zur Herbeiführung eines Luftwechsels Sauger und Preßköpfe verwendet. In ausgedehntem Maße bedient man sich ihrer auf Schiffen sowie auch bei den Eisenbahnen. Bei Gebäuden kann in der Regel nur die Anwendung von Saugern für die Entlüftung in Frage kommen. Sie wirken aber nur bei Windanfall und tragen dann zur Erhöhung der Lüftung bei; eine regelmäßige Lüftung vermögen sie nicht zu bewirken. Diejenigen Saugvorrichtungen sind die wertvollsten, die bei verschiedenartigen Windrichtungen und bei Auftreffen des Windes auf die Sauger möglichst gleichmäßig wirken. Eigentlicher Zweck der Sauger ist Oberwind in Unterwind zu verwandeln. So läßt es sich unter Umständen durch Anwendung von Saugeraufsätzen erreichen, daß das Einpressen des Windes in Abluftschächte vermieden wird. Dies ist jedoch dann ausgeschlossen, wenn die den Sauger umgebende Luft unter Druck steht, was z. B. häufig vorkommt, wo niedere Gebäude neben hohen stehen und wenn die Windgeschwindigkeit beim Auftreffen auf die Baumassen (Wände) des hohen Gebäudes in Druck umgesetzt wird. Trotz des Saugers wird in solchen Fällen Luft in die Abluftschächte eingepreßt, in gleicher Weise auch in die Schornsteine, bei denen man auch Sauger zur Sicherung des Zuges zu verwenden beliebt. Da Sauger in den Abluftwegen ohne Windwirkung Widerstände bilden, müssen sie in ihren Abmessungen und in ihrer Bauart so gestaltet sein, daß die Abluftwege durch sie nicht eingengt werden und auch hemmende Richtungsänderungen möglichst gering sind.

Es gibt eine sehr große Zahl verschiedenartiger Sauger, feststehende und bewegliche. Die feststehenden sind die zweckmäßigeren. Die beweglichen haben den Nachteil, daß sie sich festsetzen und dann als Preßköpfe wirken können. Eine Instandsetzung ist bei der meist sehr exponierten Lage hoch auf den Dächern mit Umständlichkeiten verbunden und geschieht — wovon man sich häufig überzeugen kann — nicht. Auch bei den feststehenden Saugern mangelt es meist an der notwendigen Überwachung; gar viele, insbesondere Blechaufsätze, stehen jahrelang in schadhaftem Zustande auf den Abluftschächten oder Schornsteinen und hemmen den Luft- bzw. Rauchgasabzug. Deshalb ist es anzuraten, von der Anbringung von Saugern im allgemeinen Abstand zu nehmen und für eine anderweitige Sicherung des Luftabzuges Sorge zu tragen, wenn nicht eine sorgfältige Instandhaltung der Sauger gewährleistet ist.

Anschließend sei noch beigefügt, daß Sauger in großem Umfange bei Industrieanlagen, zur Entlüftung von Werkstätten usw. verwendet werden. Auf diese Vorkehrungen kann hier nicht eingegangen werden. Sie dienen übrigens hier in der Regel mehr als Abschlüsse von Entlüftungswegen zur Sicherung gegen Luftumkehr und Eindringen von Niederschlägen denn als Vorrichtungen zum Absaugen.

Mit dem Entlüften von Räumen allein ist es jedoch nicht getan. Es muß auch für eine einwandfreie Ersetzung der abgesaugten Luft Sorge getragen werden. Dieser Notwendigkeit wird jedoch meist nicht die gebührende Beachtung geschenkt. In der Regel verläßt man sich darauf, daß die Ersatzluft durch die Undichtheiten von Fenstern und Türen oder auf irgendwelchen anderen Wegen nachströmt. Infolge des durch Luftabsaugung eintretenden Unterdruckes im Raume macht sich häufig unangenehme Zugluft in der Nähe von Fenstern und Türen, besonders beim Öffnen der letzteren, bemerkbar. Fehlen günstig gelegene Zuführungen von frischer Luft, so kann z. B. in Gastwirtschaften bei kräftig wirkender örtlicher Entlüftung Luft aus Nebenräumen, aus den Küchen, Schenken, Kellern, Aborten in das Gastlokal angesaugt werden, was man ja so und so oft wahrnehmen kann. Man Sorge deshalb in solchen Fällen für die Möglichkeit einer einwandfreien Luftzuführung gegebenenfalls unter Anwendung irgendeiner der bei der Besprechung der Raumbelüftung erwähnten Vorkehrungen. Zweckmäßig ist es, die Nebenräume (Küchen, Aborte) eines Gastzimmers durch Anordnung wirksamer Entlüftungen stets unter geringerem Drucke zu halten, damit ein Austreten der Luft aus ihnen vermieden bleibt oder doch zum mindesten die Abzugstelle der örtlichen Entlüftung des Gastzimmers in unmittelbarer Nähe der Raumverbindungen, bei den Ausgabefenstern der Küche, über den Aborttüren usw. anzuordnen.

5. Verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung der Luftverhältnisse in Räumen.

a) Luftbefeuchtung.

Häufig hört man Klagen über zu große Trockenheit der Luft in Aufenthaltsräumen, und zwar erscheint die Luft besonders in Räumen die durch Zentralheizungen erwärmt werden, vielen Menschen zu trocken. Wie bereits erwähnt, ist dies Gefühl der Trockenheit hauptsächlich auf die durch verbrannten Staub verursachten Reizungen der Schleimhäute der Atmungsorgane zurückzuführen. In der Regel besteht unter den gewöhnlichen Verhältnissen keine Veranlassung, der Luft besondere Feuchtigkeitsmengen künstlich zuzuführen¹⁾. Trotzdem findet man allenthalben Luftbefeuchtungsvorrichtungen. In den Durchsichten von Kachelöfen, auf Eisenöfen und Radiatoren stehen Wasserverdunstungsbehälter aller Art. Die beabsichtigte Wirkung wird in der Regel wegen der geringen zur Verdunstung gelangenden und der Raumluft sich beimischenden Feuchtigkeitsmengen nicht erreicht. (Meist zu geringe Oberflächen für die Verdunstung bei zu geringen Wassertemperaturen, deshalb geringe Verdunstungsmengen.) Diese Einrichtungen sind nun meist nicht nur zwecklos, sondern nur Schmutzfänger. Die Verdunstungsgefäße werden erfahrungsgemäß nur anfänglich ordnungsgemäß bedient, späterhin aber vernachlässigt. In den Schalen bleibt der Niederschlag von Kalk und anderen Wasserbeimengungen, auch der Staub der Raumluft liegen. Bei mangelnder Wassernachfüllung entstehen Staubverschmelzung auf den auf heißen Heizkörpern aufgestellten Gefäßen und üble Gerüche. Abgesehen davon zeigen vernachlässigte Verdunstungsschalen ein unerfreuliches Aussehen. Die Nachfrage aus den Kreisen des nicht aufgeklärten Publikums hat zur Folge gehabt, daß eine große Zahl verschiedenartiger Apparate in den Handel gebracht wurde, auf die einzugehen jedoch nicht veranlaßt ist. Manche von ihnen sollen bei sorgsamer Bedienung und unter entsprechender Anpassung an die gegebenen Verhältnisse den an sie gestellten

¹⁾ Dr. med. Ludwig Fleischer kommt auf Grund der im Hygienischen Institut der Medizinischen Akademie in Düsseldorf ausgeführten Untersuchungen gleichfalls zu dem Ergebnis, daß das Gefühl der »trockenen« Luft beim Aufenthalt im geheizten Zimmer nur auf Einbildung beruht. Eine Befeuchtung der Luft in einem geheizten Zimmer ist für gesunde Menschen unnötig; Luftbefeuchter auf Heizkörpern sind, von seltenen Ausnahmen abgesehen, unwirksam. Prüfungen von zahlreichen Luftbefeuchtern aller möglichen Systeme auf Heizkörpern haben ergeben, daß sie selbst bei längerer Verwendung keine Erhöhung der Luftfeuchtigkeit brachten. Es müßten beispielsweise, um in einem Zimmer von 100 cbm Rauminhalt und einer Temperatur von 18° die relative Feuchtigkeit von 20% auf 40% erhöhen zu können, 300 g Wasser verdampft werden. Dabei bleibt unberücksichtigt, daß von dem entwickelten Wasserdampf ein erheblicher Teil durch die natürliche Lüftung fortgeführt wird, ein weiterer von den Wänden und Einrichtungsgegenständen aufgesaugt wird und ein Rest sich an den Fensterflächen niederschlägt.

Ansprüchen genügen. In Kassenhallen, Gastwirtschaften usw. trifft man zur Raumluftbefeuchtung bisweilen kleine Springbrunnen und Kaskadenanlagen über Heizeinrichtungen angelegt. Eine wesentliche Wirkung wird man auch solchen Einrichtungen nicht beimessen können.

Es mögen für besondere Fälle noch Wasserzerstäubungsapparate erwähnt werden, mittels deren eine ausgiebige Luftbefeuchtung in kurzer Zeit erreicht werden kann (z. B. der Pröttsche Zerstäuber der A.E.G.). Solche Apparate können auch zur Zerstäubung medizinischer und desodorisierender Flüssigkeiten verwendet werden. Durch Beimengung letzterer vermag man bisweilen Raumluft, die infolge von menschlichen Ausdünstungen oder aus anderen Ursachen übelriechend geworden ist, etwas zu verbessern bzw. weniger unangenehm für die Geruchsnerven zu machen. (Anwendung in Konzertsälen, Tanzräumen, Theatern, Kinos usw.)

Anschließend hieran sei beigefügt, daß man durch Aussprengung von Riechstoffen oder Tropfenapparate übelriechende Luft zu verbessern sucht, z. B. durch Aufstellung solcher Apparate (Sanitor u. dgl.) in Bedürfnisanstalten usw. Eine Luftreinigung wird hierdurch nicht bewirkt, es findet nur Geruchverdeckung statt.

b) Ozonisierung.

Zur Verbesserung der Raumluft bedient man sich auch des Ozons. Ozon (O_3), ein farbloses, eigenartig riechendes Gas, findet sich in der Atmosphäre insbesondere bei reiner feuchter Luft und nach Gewittern und kann künstlich in verschiedenartiger Weise hergestellt werden. Ozon in größerer Menge (mehr als $0,1 \text{ mg } O_3/\text{cbm}$ normaler Luft) der Raumluft beigemischt verursacht Hustenreiz, Augenbrennen und Müdigkeit. Ozon hat starkes Oxydationsvermögen, wirkt auf organische Verunreinigungen der Luft zerstörend und verdeckt auch Gerüche. (Beseitigung von Tabakrauch.) Diese Fähigkeit der Geruchverdeckung hat Ozon zu einem geschätzten, zeitweise sogar überschätzten Mittel zur Luftverbesserung werden lassen; Lüftung selbst kann jedoch durch Ozonisierung nicht ersetzt werden.

Unter normalen Verhältnissen kommt Ozonisierung bei Lüftungsanlagen kaum in Betracht, hingegen hat man sich ihrer mit Erfolg zur Luftverbesserung in schwer ausreichend lüftbaren Räumen, so bei stark mit Menschen belegten Sälen von Kasernen, Obdachlosenheimen, Badeanstalten u. dgl., bei Zwischendecks von Auswandererschiffen und außerdem auch bei industriellen und gewerblichen Anlagen (Kühlhallen und Schlachthöfen) bedient. Die Ozonisierung der Luft kann örtlich oder von einer Zentralstelle aus erfolgen. Bei kleineren Lüftungsanlagen wird die gesamte Luftmenge durch den Ozonapparat (Ozonisator) hindurchgeführt, der gitterförmig aus platten- und stabförmigen Elektroden aufgebaut ist. (Ozon wird hierbei zwischen Plattenelektroden

oder Glasaluminiumelektroden durch starke Wechselströme — 8000 Volt — erzeugt; Glimmentladung, die einen Teil des Sauerstoffes in Ozon verwandelt.)

Bei größeren Anlagen bedient man sich meist mittelbarer Ozonisierung, sowohl wegen des beim schnellen Durchstreichen der Luft durch die Gitterapparate entstehenden störenden Geräusches, als auch aus Gründen größerer Wirtschaftlichkeit. Hierbei werden geringe Luftmengen durch Kompressoren in Zellenapparate eingeführt, dort hoch ozonisiert und sodann mittels besonderer Vorrichtungen der allgemeinen Zuluft beigemischt.

Auch ohne Lüftungseinrichtungen läßt sich eine Ozonisierung der Raumluft bewerkstelligen. Es dienen dazu kleine Ozonisatoren mit Luftbewegungseinrichtungen (Wand-, Decken-, fahrbare und tragbare Apparate von Siemens & Halske u. a.).

c) Luftbewegung.

Eine Einrichtung, die nicht der Luftverbesserung selbst dient, immerhin aber den Aufenthalt in Räumen (Gastzimmern, Speisesälen) unter Umständen wesentlich angenehmer zu gestalten vermag, sind die sog. Fächerventilatoren. Sie bewirken lediglich eine Luftbewegung bzw. Luftumwälzung im Raume, die jedoch bei hohen Temperaturen und größerem Feuchtigkeitsgehalt der Luft sehr erwünscht ist. Luftbewegung fördert die Wärmeabgabe des Menschen und verhindert dadurch Wärmestauungen und deren unangenehme Folgen. Es ist häufig nach übermäßiger Heizung oder bei großer Menschenansammlung in Räumen nicht möglich, durch Lüftungsmaßnahmen sofort helfend einzugreifen; in solchen Fällen tun Fächerventilatoren gute Dienste. Häufig ist ihre Verwendung in Speisewägen. (Große Wärmeentwicklung bei dichter Besetzung und häufig ungenügender Lüftungsmöglichkeit.) In tropischen Ländern bedient man sich ihrer allgemein zur Entwärmung des Körpers. Bisweilen finden sich auch bei uns in vornehmeren Gaststätten, auch in Bureaus während der wärmeren Jahreszeit kleine Tischventilatoren aufgestellt.

In zweckmäßiger Weise können Fächerventilatoren auch zur Durchwirbelung und Entfernung rauchdurchsetzter Luftschichten aus Gastzimmern sowie zur Luftbewegung aus Raumteilen (toten Ecken) verwendet werden, die infolge abseitiger Lage in den allgemeinen Luftumlauf nicht einbezogen sind.

d) Luftkühlung.

Die einfachste Art, eine Kühlung der Räume herbeizuführen, besteht darin, die Raumumschließungen durch Offenhaltung der Fenster oder Außentüren in den Nacht- und Frühstunden der Einwirkung der meist tiefer temperierten Nacht- und Morgenluft auszusetzen. Auch die

Wandungen von Luftzuführungskanälen kann man auf diese Weise abkühlen, so daß auf einige Zeit durchstreichende Luft abgekühlt werden kann. Gleiches vermag man auch durch Einbettung von Luftzuführungskanälen in tiefere kühle Erdschichten zu erreichen. Erhebliche dauernde Kühlwirkung kann dadurch allerdings nicht erreicht werden. Kühlung durch Kühlkörper (Eis, Sole u. dgl.) herbeizuführen, wird wegen der dadurch entstehenden hohen Betriebskosten nur in besonderen Fällen in Frage kommen können. Sofern kaltes Wasser ohne hohen Kostenaufwand zur Verfügung steht, kann man auch Lamellenkalorifere und dergleichen eigentlich Heizungszwecken dienende Einrichtungen in warmer Jahreszeit zur Luftkühlung verwenden, indem man sie von kaltem Wasser durchfließen läßt.

Bei zentralen Lüftungsanlagen kann durch die Führung warmer Außenluft durch kaltes Wasser (Wasserfilter) eine Abkühlung und hiermit auch eine Trocknung der Luft erzielt werden. So wurde nach Angaben Brabbées für den Hörsaal der heiztechnischen Versuchsanstalt die Luftreinigungs- und Vorwärmekammer derart eingerichtet, daß in warmer Jahreszeit auch eine Kühlung und Trocknung der Luft möglich ist¹⁾.

6. Sammellüftungsanlagen.

a) Arten.

Als Sammellüftungen bezeichnet man alle jene Lüftungsanlagen, bei denen der Luftwechsel in den Räumen eines Gebäudes von einer gemeinsamen Stelle aus bewerkstelligt wird. Die Luftbeförderung geschieht hierbei durch Kanäle. Sammellüftungen werden im allgemeinen nur bei größeren Bauanlagen angewendet, in denen sich viele Menschen längere Zeit aufhalten und in denen aus gesundheitlichen Gründen ein geregelter Luftwechsel notwendig erscheint, so in Theatern, Konzertsälen, Versammlungsräumen, Schulen, Krankenhäusern u. dgl. Bauten. Auch in Fabriken erweist sich häufig die Anlage von Sammellüftungen als notwendig.

Die Sammellüftungen können betrieben werden 1. durch die Ausnutzung von Temperaturunterschieden (Auftriebs- oder Schwerkraftlüftungen), 2. durch die Anwendung von Gebläsen (mechanische Lüftungen).

Auftriebslüftungen arbeiten in befriedigender Weise nur in kühlen Jahreszeiten, mechanische Lüftungen zu jeder Zeit. Vielfach werden

¹⁾ Vorläufige Betriebsergebnisse der Lüftung im Hörsaal der Prüfanstalt für Heiz- und Lüftungsanlagen. Von Brabbée. Gesundheits-Ingenieur 1915, Nr. 36 und 39.

Die in den Hörsaal einzublasende warme Außenluft wird über Filter aus unglasierten Kachelabfällen geleitet, die kräftig mit kaltem Wasser (11° C) gespült werden. Die Luft wird hierdurch wesentlich unter ihren Taupunkt abgekühlt und muß demnach erhebliche Wassermengen selbsttätig ausscheiden. Sie wird infolgedessen nicht nur kühler sondern auch trockener als die Außenluft.

beide Arten miteinander verbunden. In solchen Fällen wird der Luftwechsel in kalter Jahreszeit häufig nur durch Ausnutzung der Temperaturunterschiede bewirkt, im Frühjahr und Herbst wird die Lüftung durch Gebläse unterstützt, während in warmer Jahreszeit lediglich die mechanische Lüftung in Tätigkeit tritt. In sicherer, gleichmäßiger und kraftvoller Weise wird der Luftwechsel nur durch Gebläse erreicht.

Hinsichtlich der Druckverhältnisse in den zu lüftenden Räumen sind zu unterscheiden:

1. Drucklüftungen (Pulsionslüftungen), bei denen frische, wenn nötig vorgewärmte Luft durch ein Luftkanalnetz in die Räume eingepreßt wird (Tieflegung der neutralen Zone).
2. Sauglüftungen (Aspirationslüftungen), die die verbrauchte Luft nach einer Sammelstelle absaugen (Hochlegung der neutralen Zone).

Bei manchen, insbesondere ausgedehnten Anlagen werden Druck- und Sauglüftung gemeinsam angewendet, doch gibt es auch viele Anlagen, bei denen nur die Zuführung oder die Abführung der Luft von zentraler Stelle aus geschieht, während in ersterem Falle die Abführung, in letzterem die Zuführung der Luft örtlich erfolgt.

Häufig hat man in Gebäuden nur Sammel-Sauglüftungen eingerichtet, also nur für Entlüftung gesorgt, während man die Luftzuführung Zufälligkeiten überließ. Auf das Bedenkliche solcher Einrichtungen wurde bereits früher hingewiesen. Doch mag es unter Umständen recht wohl zweckmäßig und auch einwandfrei sein, Luft örtlich, z. B. auf dem Wege durch Fensternischenheizkörper, zuzuführen und lediglich für eine zentralisierte Luftabführung Sorge zu tragen, bei der die Absaugung entweder durch Ablufterwärmung mittels eingebauter Heizkörper oder durch Gebläse gefördert wird.

Andererseits hat man auch Sammeldrucklüftungen angelegt und die Abführung der verbrauchten Luft örtlich vor sich gehen lassen. Sich darauf zu verlassen, daß die verbrauchte Luft durch Fenster, Türen oder durch Undichtheiten der Bauanlage entweicht, ist jedoch ein Behelf, der nicht überall angebracht ist. Wesentlich zweckmäßiger ist es, die Luft durch Luftwege (Schächte u. dgl.) abzuleiten, die von den einzelnen Räumen ohne Zentralisierung — nach dem Freien geführt werden. In solcher Art wurde die Lüftungsanlage im Städt. Krankenhaus München-Schwabing ausgestaltet; sie hat sich hier bewährt (Abb. 9a). Eine schematische Darstellung von Sammellüftungsanlagen geben die Abb. 9a und 9b.

An dieser Stelle sei, wenn auch in Einzelheiten z. T. den weiteren Ausführungen etwas vorgreifend, mitgeteilt, daß amerikanische Fachleute (s. S. 6) für Schulen, Krankenhäuser u. dgl. eine Lüftung — als Rezirkulationssystem bezeichnet — empfehlen, bei der die ver-

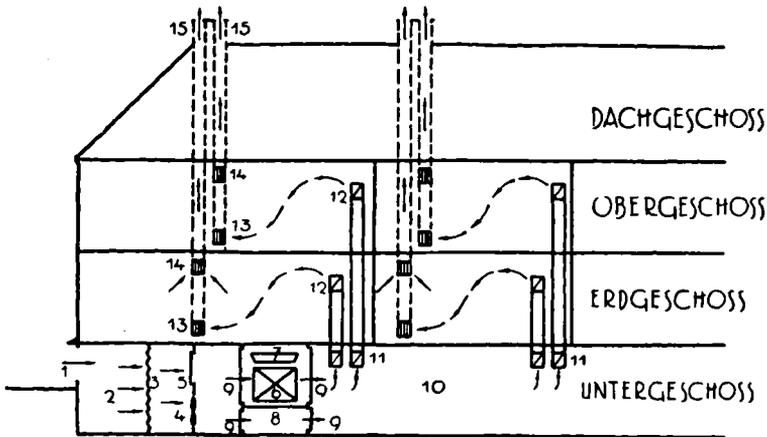


Abb. 9a. Sammellüftungsanlage mit zentralisierter Luftzuführung und örtlicher Luftabführung.

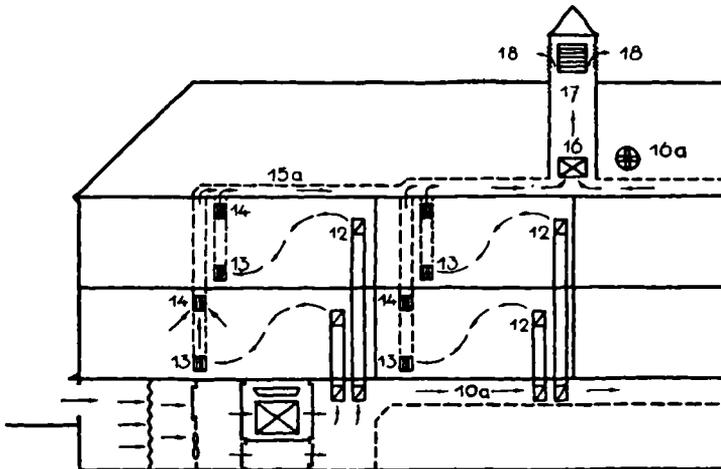


Abb. 9b. Sammellüftungsanlage mit zentralisierter Luftzu- und -abführung.

Erklärung zu Abb. 9a und 9b.

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Frischlufteinführungsstelle, 2. Staubkammer, 3. Filter, 4. Gebläse (Drucklüftung), 5. Zuluftöffnung, wenn Ventilator nicht in Betrieb, auch seitlich oder unten. Bei Ventilatorbetrieb geschlossen, 6. Heizkörper zur Lufterwärmung in der Heizkammer, 7. Luftbefeuchtung (Verdunstungsschalen), 8. Frischluftdurchgang (ohne Erwärmung), 9. Regelungskappen für die Luftdurchführung, 10. Luftverteilungsgang, die ganze Untergeschoßhöhe einnehmend, begehrbar, 10a. Luftverteilungskanal unter Untergeschoßdecke, nur schließbar, | <ol style="list-style-type: none"> 11. Einströmöffnungen in die Steigschächte im Untergeschoß, 12. Ausströmöffnungen in den Obergeschossen, 13. untere Luftabführöffnungen (sog. Winterentlüftungen), 14. obere Luftabführöffnungen, Entwärmungsöffnungen (sog. Sommerentlüftungen), 15. Luftabführung unmittelbar über Dach durch einzelne lotrechte Abzugsschächte, 15a. Abluftsammlerkanäle im Dachgeschoß, 16. Heizvorrichtung zur Förderung des Auftriebes im zentralen Abluftschacht, an Stelle dessen 16a. Absaugegebläse (Sauglüftung), 17. zentraler Abluftschacht mit Dachreiter, 18. Jalousieöffnungen. |
|---|--|

Bei neueren Lüftungsanlagen werden Gebläse und Heizungseinrichtung meist miteinander verbunden. Gebläseheizkörper.

brauchte Luft aus den Räumen abgesaugt, gefiltert, gewaschen, desodorisiert, wieder gewärmt und getrocknet und sodann den Räumen zu neuer Benutzung wieder zugeleitet wird. Dieses System vereint Heizung und Lüftung; stellt also eigentlich eine hygienisch eingerichtete Umlaufheizung dar, bei der natürlich wesentlich an Heizungskosten gespart werden kann. Bei entsprechender Ausgestaltung könnte dieses Rezirkulationssystem im Sommer auch mit künstlicher Abkühlung der Luft arbeiten¹⁾.

Welche Art der Lüftung in den einzelnen Fällen die zweckmäßigste, technisch einfachste, wirkungsvollste und wirtschaftlichste ist, vermag nur der Fachtechniker auf Grund langjähriger Erfahrung und eingehender Berechnung zu entscheiden.

b) Einzelteile.

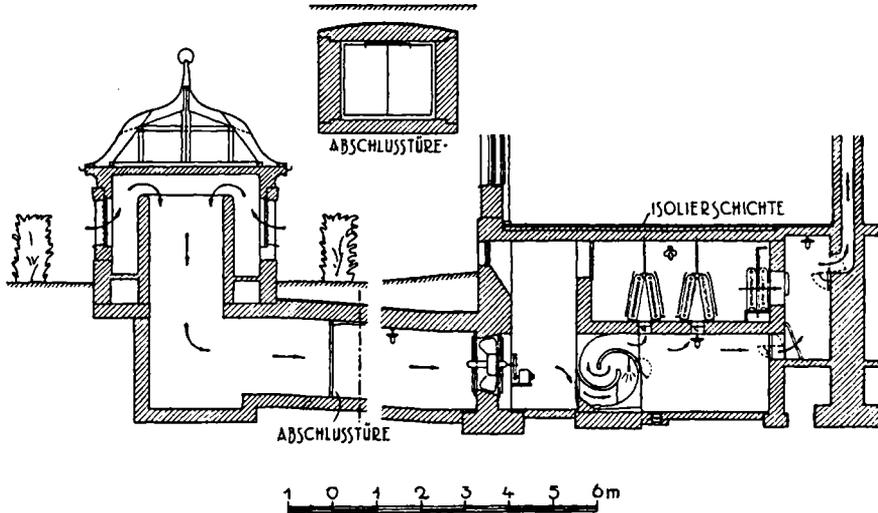
Die wesentlichen Teile einer Sammellüftungsanlage sind die Luft-einführungsstellen, die Staubkammern und Staubfilter, die Heizkammern für die Lufterwärmung, die Luftbefeuchtungseinrichtungen, die Gebläse, die Luftzuführungs- und -abführungs Kanäle mit den Ein- und Austrittsöffnungen in den Räumen. Diese Teile einer Lüftungsanlage sind in folgendem deshalb etwas eingehender besprochen, da der Architekt sowohl bei ihrer Ausführung beteiligt ist, als auch in die Lage kommen kann, sich um ihren Unterhalt und Betrieb kümmern zu müssen. Schon bei der Bauplanung ist darauf Rücksicht zu nehmen, da diese Einrichtungen vielfach mit dem Aufbau innig zusammenhängen und nachträgliche Eingliederungen nicht selten schwierig vorzunehmen sind.

1. *Luft-einführungsstellen.*

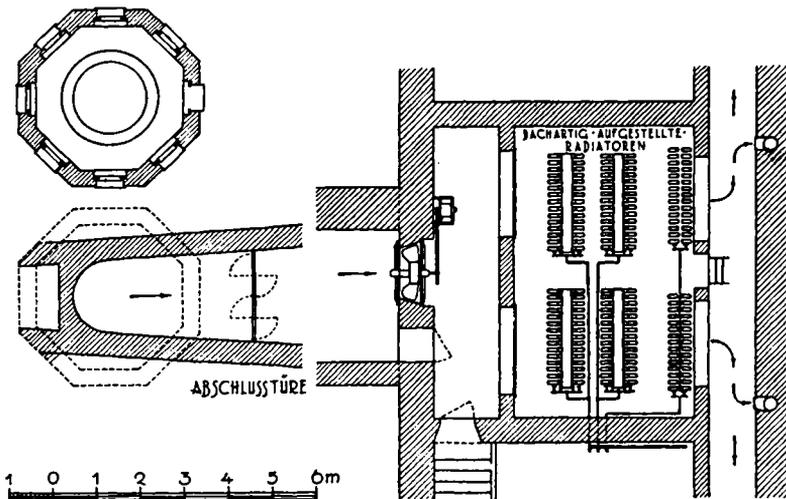
Die Einführungsstellen sollen so gelegen sein, daß dem Lüftungssysteme möglichst reine frische Luft zugeleitet werden kann. Vor allem sind Stellen zu vermeiden, bei denen die Möglichkeit des Eindringens übelriechender oder mit größeren Staubmengen durchsetzter Luft besteht. Die Einführungsstellen dürfen deshalb nicht an verkehrsreichen Straßen, engen Höfen oder anderen ungünstigen Orten angeordnet werden. Am zweckmäßigsten führt man die Luft von Gartenanlagen aus zu.

¹⁾ Es sollen mit dem Rezirkulationssystem sehr günstige Ergebnisse in amerikanischen Schulen erzielt worden sein, so daß es der Frischluft-Lüftung überlegen bezeichnet wird (?). Verschiedene Untersuchungen in Schulen haben auch bestätigt, daß man in Schule und Haus geistige und körperliche Arbeit bei viel zu hohen Temperaturen verrichtet, und daß Dauergewöhnung an tiefere Innentemperaturen der Wohn- und Schulräume von 13—15° C der Gesundheit und körperlichen Entwicklung viel zuträglicher sei, die geistige Leistung hebe und die Zahl an Erkältungs- und Infektionskrankheiten vermindere. Derartig tiefe Temperaturen werden aber nur bei einer sehr gleichmäßigen und vollständig in der Hand der Lüftungsbedienung befindlichen Lüftungsart angenehm empfunden. Das erwähnte Rezirkulationssystem soll diese bieten.

Häufig werden die Einführungsstellen in den Außenwänden der Gebäude vorgesehen, so in Kellerfensteröffnungen, unter Terrassen oder anderen Vorbauten. Gerne bedient man sich auch eigener Luft-



a) Querschnitt.



b) Grundriß.

Abb. 10. Luftzuführungshäuschen und Luftzubereitungsanlage bei neueren Münchener Krankenanstalten.

zuführungshäuschen, die in einem mehr oder minder großen Abstände von dem Gebäude in Gartenanlagen errichtet und durch unterirdische Kanäle mit den Lüftungseinrichtungen im Gebäude verbunden werden (Abb. 10a u. b). Auch hat man die Einführungsstellen in Springbrunnen

oder Kaskaden eingebaut (Universitäts-Frauenklinik in München [Abb. 11 u. 12], Seidenweberei in Nowawes, Atlantik-Hotel in Hamburg).

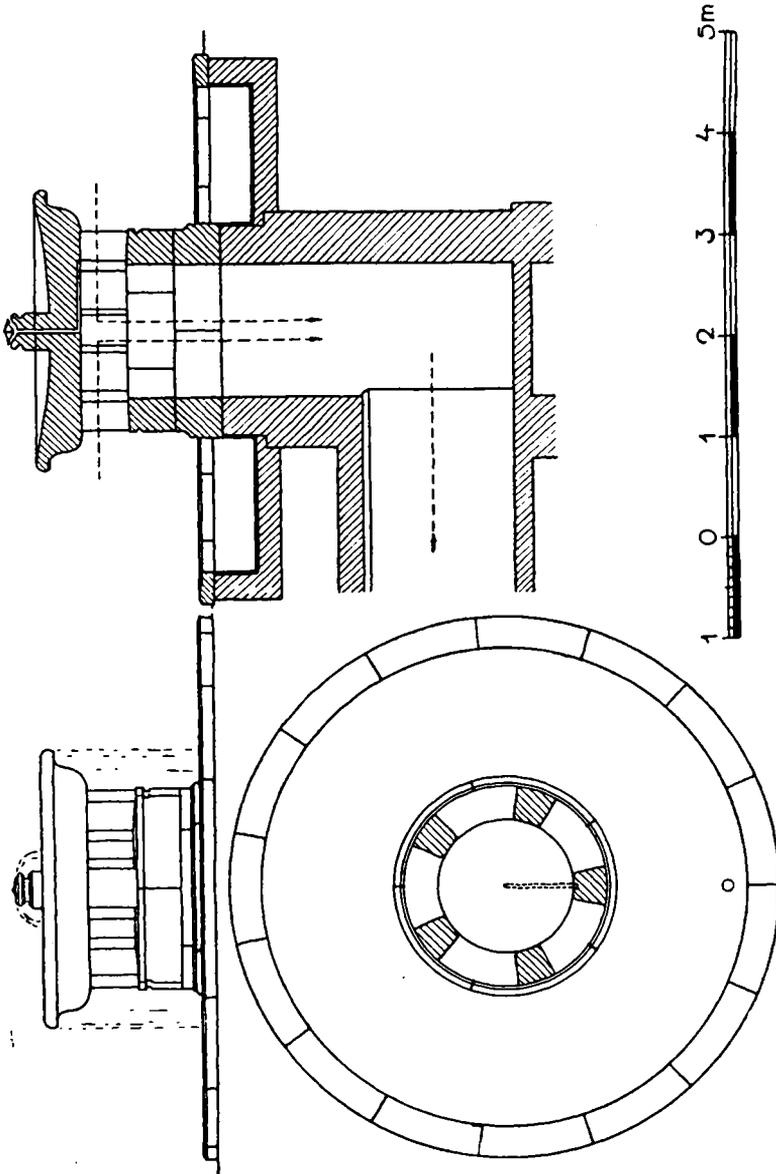


Abb. 11. Brunnen mit Frischluftzuführung in der Universitätsfrauenklinik in München.

Bisweilen machen es örtliche Verhältnisse notwendig, die Einführungsstellen in höher gelegene Stellen eines Gebäudes zu verlegen oder die