



Auf den folgenden Seiten haben wir Ihnen ausgewählte historische Beiträge der verschiedenen Jahrzehnte zusammengestellt.

Zu diesen und weiteren historischen Fachbeiträgen werden wir im Laufe der kommenden Wochen aktuelle Kommentare online im neuen geschützten Bereich GI-Exklusiv auf

www.recknagel-online.de

für Sie bereitstellen. Als Abonnent haben Sie darüber hinaus die Möglichkeit, die aktuellen Fachbeiträge online zu lesen, herunterzuladen oder auszudrucken.



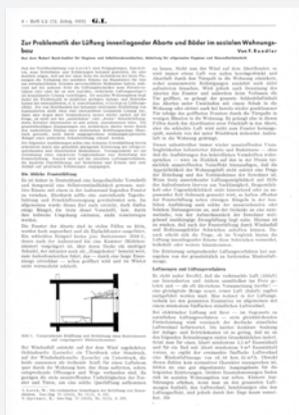
Heft 44/1930:
Wohnungsklimatische Betrachtungen
Prof. Dr. Dr. E. Küster

Seite 381



Heft 10/1962:
Die elektrische Raumheizung und ihre Aussichten
Dipl.-Ing. P. Borstelmann

Seite 395



Heft 1-2/1951:
Zur Problematik der Lüftung innenliegender Aborte und Bäder im sozialen Wohnungsbau
F. Roedler

Seite 390



Heft 7-8/1977:
Heizkörperanordnung und Raumklima
H. Künzel und E. Mayer

Seite 399

Titelseite Gesundheits-Ingenieur

Festnummer für die Sechste Versammlung von Heizungs- und Lüftungsfachmännern in Wien 1907

GESUNDHEITS-INGENIEUR

ZEITSCHRIFT

FÜR DIE

GESAMTE STÄDTEHYGIENE

Organ der Vereinigung der Verwaltungs-Ingenieure des Heizungsfaches

Herausgegeben von

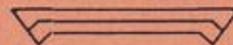
v. Boehmer,
Kaiserl. Regierungsrat
in Groß-Lichterfelde

Prof. Dr. Dunbar
Direktor d. Staatl. Hyg.
Instituts zu Hamburg

Harder,
Kaiserl. Geh. Regierungsrat
in Berlin W.

Prof. Proskauer,
Geh. Reg.-Rat, Vorst. d.
Chem. Abt. d. Kgl. Inst. f.
Infekt.-Krankh. z. Berlin

K. Schmidt,
Stadtbauinsp., Vorst. d.
Bauinspekt. f. Heizungs-
u. Lüftungswes. i. Dresden



FESTNUMMER

für die

Sechste Versammlung von Heizungs- und Lüftungsfachmännern in Wien 1907



Druck und Verlag von

R. OLDENBOURG

München und Berlin W. 10.

Beilage zum Gesundheits-Ingenieur.

Aufruf zur Betheiligung

an der

Allgemeinen Deutschen Ausstellung

auf dem Gebiete der

BERLIN 1882.

BERLIN 1882.

1. Juni bis 30. September.

Hygiene

1. Juni bis 30. September.

(Gesundheitspflege und Gesundheitstechnik)

und des

Rettungswesens.

Auf Anregung des Vereins für Gesundheitstechnik hat das Central-Comité, dessen circa 160 Mitglieder über ganz Deutschland, Oesterreich und die Schweiz vertheilt sind, sich constituirt. Der unterzeichnete Ausschuss hat die erforderlichen Vorarbeiten vollendet und fordert alle Interessenten hierdurch auf, unserem zeitgemässen und unter den besten Auspicien begründeten Unternehmen Ihre Unterstützung durch Beschickung der Ausstellung zu gewähren.

Die Ausstellung verspricht ausserordentlich vielseitig und eigenartig zu werden und wird Fabrikanten und Constructeuren, Corporationen, Gemeinden und Behörden eine treffliche Gelegenheit bieten, zu zeigen, in welcher Weise sie den Anforderungen unserer vorwärtsschreitenden Zeit auf dem Gebiete der Hygiene und des Rettungswesens zu entsprechen vermögen. Die Ausstellung wird am 1. Juni eröffnet und dauert bis 30. September 1882.

Ein ausführliches

Program m

enthält die Eintheilung der Gruppen, die Reglements für die Ausstellung, Mittheilungen über Organisation und Finanzierung des Unternehmens, sowie ein Verzeichniss der Mitglieder des Central-Comités. Jedem Interessenten wird dieses Programm auf Wunsch franco zugesandt und bitten wir sich dieserhalb an unseren ersten Schriftführer, Herrn Fabrikbesitzer R. HENNEBERG, Berlin S. Brandenburgstr. 81 wenden zu wollen.

Auszug aus den Bestimmungen für die Ausstellung.

- § 1. Zur Ausstellung gelangen Gegenstände, Maschinen und Apparate, welche den Zwecken der öffentlichen und privaten Gesundheitspflege, des Rettungswesens und zum Schutz vor Unglücksfällen, zur Hülfeleistung bei Verwundungen im Kriege und Frieden dienen, sowie ferner alle dieses Gebiet behandelnde Literatur, darauf bezügliche Zeichnungen, Modelle und Prospective.
- § 2. Als Aussteller werden zugelassen Gewerbetreibende, welche Gegenstände und Einrichtungen für die angegebenen Zwecke anfertigen oder liefern, Verwaltungen, Vereine, Anstalten und Gesellschaften, soweit dieselben ihre Einrichtungen und Anordnungen zur Darstellung bringen, sowie alle Diejenigen, welche in literarischen Erzeugnissen die Wissenschaft, Gesetzgebung, den Unterricht in der Gesundheitslehre, Gesundheitspflege und Gesundheitstechnik, die amtliche und Vereins-Wohlthätigkeit und das Rettungswesen behandeln.
- § 4. Die Anmeldung der Ausstellungs-Gegenstände muss spätestens bis zum 1. September a. c. erfolgen.

BERLIN, im Juni 1881.

Der Vorstand und Ausschuss:

Hobrecht , Staatsminister a. D. Vorsitzender.	H. Rietschel , Civil-Ingenieur, Erster Stellvertreter.	Prof. Dr. Roth , Generalarzt I. Klasse, Zweiter Stellvertreter.
R. Henneberg , Ingenieur, Erster Schriftführer.	Dr. med. P. Börner , Zweiter Schriftführer.	Weigert , Königl. Commerzienrath, Schatzmeister.
Kyllmann , Königl. Baurath, Vorsitzender der Bau-Commission.	P. Dörfel , Fabrikbesitzer, Stadtbauintpector.	Dr. med. Gurtl , Professor.
W. Marc , Fabrikbesitzer.	Marggraaf , Stadtrath.	Dr. med. Opitz , Ober-Stabsarzt I. Klasse.
		von Weltzien , Regierungs-Baumeister.
		H. Windler , Königl. Hohllieferant.

GESUNDHEITS-INGENIEUR

44. Heft

1. November 1930

53. Jahrgang

Der Wärmeschutz von Luftschichten.

Seine experimentelle Bestimmung und graphische Berechnung.¹⁾

Einführende Besprechung von Dr.-Ing. We. Koch.

Dem Bestreben nach Materialersparnis und vergrößertem Wärmeschutz entsprechend ist in der Bautechnik der Einbau von Luftschichten im letzten Jahrzehnt in steigendem Maße angewendet worden. Ausreichende Grundlagen, um die Wirkung von Luftschichten auf den Wärmeschutz bei den in der Praxis auftretenden mannigfachen Verhältnissen einwandfrei berechnen zu können, lagen bisher nicht vor. Die früher von anderer Seite angestellten Versuche waren in so engen Grenzen durchgeführt, daß aus ihnen allgemein gültige Gesetze nicht abgeleitet werden konnten.

Die oben bezeichnete Arbeit hat nun auf Grund einer umfangreichen und sorgfältigen experimentellen Untersuchung den Vorgang der Wärmeübertragung in Luftschichten zahlenmäßig festgelegt. —

Zwischen den Begrenzungswänden einer Luftschicht wird bei Temperaturgleichheit Wärme ausgetauscht teils durch Strahlung, teils durch Leitung mit Konvektion. Als Maß für die gesamte Wärmeübertragung hat man die »äquivalente Wärmeleitfähigkeit« eingeführt. Dies ist die Wärmeleitfähigkeit desjenigen festen Körpers, der, an die Stelle der Luftschicht gebracht, unter den gleichen Temperaturverhältnissen die gleiche Wärmemenge überträgt wie diese. Die äquivalente Wärmeleitfähigkeit setzt sich zusammen aus der Wärmeleitfähigkeit durch Strahlung und derjenigen durch Leitung mit Konvektion. Während sich die erstere in einfacher Weise berechnen läßt, wenn die Strahlungszahlen der Begrenzungswände bekannt sind, ist die zweite unter den verschiedensten Versuchsbedingungen experimentell bestimmt worden. Untersucht wurden bei wechselnden Temperaturen sieben verschiedene dicke Schichten von 1 bis 20 cm bei vertikaler und horizontaler Lage (warme Seite unten) und bei 45° Neigung gegen die Horizontale. Dabei ergab sich, daß die Wärmeübertragung durch Leitung mit Konvektion in wesentlich anderer Weise von der Dicke abhängt, als man bisher annahm. Für vertikale Luftschichten zeigte sich außerdem eine Abhängigkeit von der Höhe. Die im vorstehenden skizzierten theoretischen Überlegungen und praktischen Untersuchungen bilden die beiden ersten Teile der Arbeit und führen unter Anwendung des Ähnlichkeitsprinzips zu einer zahlenmäßig festgelegten Abhängigkeit der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit von Temperatur und Dimension der Luftschicht.

Um dieses Resultat der praktischen Verwendung leichter zugänglich zu machen, ist noch ein dritter Teil angefügt. Da die äquivalente Wärmeleitfähigkeit von der Dicke der Luftschicht abhängt, läßt sich aus ihrem Wert nicht unmittelbar ersehen, welchen Wärmeschutz eine Luftschicht bietet. Dies ist jedoch unmittelbar aus dem Verhältnis ihrer Dicke zu der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit, dem sog. Wärmewiderstand, zu entnehmen. Letzterer ist für die in der Praxis wichtigen Verhältnisse berechnet und graphisch in einem solchen Maßstab dargestellt, daß die erforderlichen Werte mit ausreichender Genauigkeit leicht abgelesen werden können. Aus den Schaubildern ist deutlich zu erkennen, daß der Wärmewiderstand von geringen Schichtdicken an stark anwächst, bei einer Dicke von 5 cm ein Maximum aufweist und bei weiterer Vergrößerung wieder etwas abfällt.

Abschließend kann gesagt werden, daß die mit großer Sorgfalt durchgeführte Untersuchung eine wesentliche Bereicherung unserer Kenntnisse von den Gesetzen der Wärme-

übertragung darstellt. Insbesondere wird es der in der Praxis stehende Ingenieur begrüßen, daß die Resultate in einer für die Berechnung direkt verwendbaren Form gebracht werden.

Wohnungsklimatische Betrachtungen.¹⁾

Von Prof. Dr. Dr. E. Küster, Frankfurt a. M.

Kritische Gegenüberstellung von Außenklima und Wohnungsklima. — Wichtigste Aufgabe der Wohnungsbelüftung. — Grundlagen für die Belüftung: Kohlenstoff-, Wärme- und Druck- und Behaglichkeitsmaßstab. — Dauerbelüftung mit hygienisch einwandfreier Luft. — Wirkung der Dauerbelüftung auf den Stoffwechsel des Menschen. — Beispiele und wirtschaftliche Bedeutung.

Ebenso wie wir bei dem Klima eines Ortes die Gesamtheit der atmosphärischen Zustände berücksichtigen, müssen wir auch bei wohnungsklimatischen Betrachtungen Temperatur, Feuchtigkeit, chemische und physikalische Beschaffenheit, Druck und Bewegung der Wohnungsluft bewerten.

Der wesentliche Unterschied zwischen Ortsklima und Wohnungsklima besteht darin, daß jenes durch einen naturbedingten und unbeeinflussbaren bestimmten Wechsel charakterisiert ist, während bei dem Wohnungsklima entsprechend dem ganzen Sinne unseres Wohnungsbaues gleichmäßige und für unsere Gesundheit optimale atmosphärische Zustände erstrebt werden.

Die große gesundheitliche Bedeutung des Außenklimas ist schon seit Jahrhunderten Ärzten und Laien wohlbekannt und erlebte in den letzten Jahrzehnten in klimatischen Kuren und in der gesamten Freiluftbewegung eine besondere Würdigung.

Heute weiß jeder Gebildete, daß das Klima bestimmter Gegenden einen fördernden, aber auch schädigenden Einfluß auf Gesunde und Kranke ausüben kann. Die Empfindlichkeit des einzelnen für klimatische Einflüsse kann dabei durch erbliche Veranlagung oder Gewöhnung weitgehend verschieden sein. Im allgemeinen muß festgestellt werden, daß die heutige Wissenschaft atmosphärischen Zuständen wieder in wesentlich höherem Umfange Bedeutung für die Entstehung und den Verlauf von Massenerkrankungen zuschreibt und damit der epidemiologischen Auffassung früherer Jahrhunderte wieder näherkommt.

Gegenüber diesen Kenntnissen von der Bedeutung des Außenklimas steht unser Wissen von dem krankmachenden und heilenden Einfluß des Wohnungsklimas noch so weit zurück, daß wir wohl von Freiluft-(Außenklima-)Kuren, nicht aber von Wohnungsklimakuren zu sprechen gewohnt sind. Wir wissen zwar, daß enge dumpfe, feuchte und kalte Wohnungen ungesund sind und mancherlei krankhafte Zustände der Bewohner herbeiführen. Wie weit aber für diese Wohnungsschäden bestimmte atmosphärische Zustände des Wohnungsklimas verantwortlich gemacht werden müssen, ist vielfach selbst der Wissenschaft noch nicht bekannt; die Allgemeinheit steht diesen Fragen fast noch vollständig fremd gegenüber. Noch geringer ist unser Wissen von den gesundheitsfördernden Einflüssen des Wohnungsklimas.

In den folgenden Betrachtungen soll nur das Innenklima von solchen Wohnungen Berücksichtigung finden, die in baulicher Beziehung: also bezüglich Dichtigkeit, Warmhaltung und Trockenheit der Umwandlung, Helligkeit, Besonnung, Größe und Sauberkeit unsern heutigen hygienischen Ansprüchen genügen. Unter dieser Voraussetzung können wir Wohnungsluft mit Wohnungsklima fast gleichstellen und uns im wesentlichen mit der Würdigung der Wohnungsluft befassen.

¹⁾ Nach einem Vortrag im Haus der Technik, Essen, 17. Jun 1930.

¹⁾ W. Mull und H. Reiher, »Der Wärmeschutz von Luftschichten«. Beihette zum Gesundh.-Ing., Reihe I, Heft 28. 4^o. 26 S., 20 Abb., 7 Zahlentafeln. München und Berlin: Verlag R. Oldenbourg, 1930. Preis geh. M. 5.— (für Bezieher des Gesundh.-Ing. M. 4.25).

Mit Ausnahme der verschiedenen Strahlungen, welche die Luft durchdringend unseren Körper treffen und auf diesem Wege durch die Luft mehr oder weniger beeinflusst werden, ist es die Luft selbst, die den gesamten Einfluß des Klimas auf unseren Organismus, sowohl draußen im Freien wie in unserer Wohnung vermittelt; sie ist der Träger für Wärme, Feuchtigkeit, korpuskuläre Bestandteile, elektrische Ladungen und steht außerdem stofflich mit unserem Körperstoffwechsel in einem dauernden Austausch.

In einer frisch gelüfteten Wohnung ist natürlich die Wohnungsluft von der Freiluft nicht verschieden — aber sehr bald tritt allein schon durch die Wirkung der Umwandung, ohne daß der Lebensprozeß der Einwohner oder ihre

sitzt ein viel geringeres Aufspeicherungsvermögen für Wasser und Wärme als die Umwandungen; sie gibt daher an eine kalte Zimmerwand leicht einen großen Teil ihrer Wärme ab, nimmt bei Berührung mit einer feuchten Wand einen hohen Feuchtigkeitsgrad an (und umgekehrt) bis ein Gleichgewichtszustand erreicht ist.

Je ausgesprochener im übrigen die Umwandlungen sind gegen die Temperatur und Feuchtigkeit des Außenklimas isolieren, desto mehr erfüllen sie unsere wichtigsten Grundabsichten bei der Errichtung von Wohnungen.

Am Ausgeprägtesten sind die Differenzen zwischen Wohnungsluft und Freiluft bzw. zwischen Wohnungsklima und Außenklima bezüglich Strahlungen (Lichtstrahlung, Wärmestrahlung, elektrische Strahlung) und Ionisierung.

Durch die Einrichtung von Umwandung versperren wir bewußt dem Licht und den Wärmestrahlen der Sonne zum größten Teil den Zutritt zu unseren Wohnräumen und lassen durch Einbau von Fenstern aus technischen und gesundheitlichen Gründen die Sonnenwirkung nur in einem solchen Umfange zu, wie es uns für besondere Zwecke am geeignetsten dünkt. Dauernder, möglichst unbehinderter Eintritt von Licht und Sonne in unsere Wohnungen, wie es heute vielfach verlangt wird, darf durchaus nicht als höchste gesundheitliche Forderung und Notwendigkeit bezeichnet werden; der Sinn unseres Wohnungsbaues geht nach Beherrschung des Klimas in unserer Behausung und nach Schaffung größter Behaglichkeit auch in dieser Richtung. Wir entziehen uns also, soweit es uns zweckmäßig erscheint, durch die Umwandlung der Wärmestrahlung der Sonne, setzen uns aber gleichzeitig nunmehr damit der Wärme- (bzw. Kälte-)Strahlung der Wohnungswände aus. Dieser Umstand wird bei der Beurteilung des Wohnungsklimas meist nicht genügend beachtet und verdient bei dem neuzeitlichen Kleinwohnungsbau, bei dem doch die Wände oft sehr dicht an die Wohnungssassen herantreten, besondere Beachtung.

Wenn oben betont wurde, daß das Ortsklima naturbedingt und von unserem Willen nicht beeinflussbar ist, so ist darin auch gesagt, daß wir die Außenluft weder chemisch noch physikalisch dauernd verändern können. Wir können wohl (z. B. durch die Abgase von Gewerbebetrieben, durch Ruß, Rauch usw.) lokale Verunreinigungen setzen, aber diese sind stets verschwindend klein zu dem gesamten Luftmeer und werden einmal schon durch Wind (und Diffusion) auf unendlich kleine Werte verdünnt, außerdem aber durch Selbstreinigung der Atmosphäre (Niederschläge, Sonnenstrahlen, radioaktive Strahlung der Erde, Lebensprozeß von Tier- und Pflanzenwelt) vernichtet.

Hierin tritt ein weiterer grundlegender Unterschied zwischen Außenklima und Wohnungsklima zutage: das Wohnungsklima (die Wohnungsluft) wird durch den Lebensprozeß und Gewerbe-Betrieb der Menschen nicht nur lokal, sondern auch insgesamt erheblich verdorben, eine wirksame Verdünnung ist bei dem begrenzten Volumen nicht gesichert und die natürliche Selbstreinigung durch die Umwandung verhindert¹⁾.

Ein Mensch von 70 kg Gewicht gibt bei einer Zimmer-

¹⁾ »Verdorben« ist hier nicht gleichbedeutend mit »gesundheitsschädlich«, sondern besagt etwa so wie bei der Charakterisierung von Nahrungsmitteln erheblich abweichend von der normalen Beschaffenheit und in Gebrauchswert herabgesetzt.

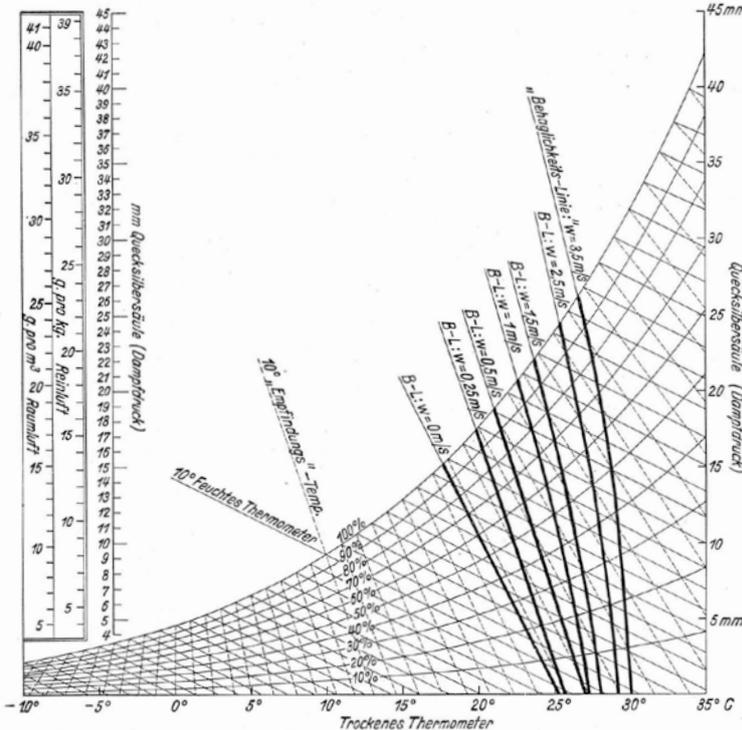


Abb. 1. Wohnklimakurve. Die Grundlage für die Regulierung der Dauerlüftung.
 Absolute Feuchtigkeit in mm Quecksilbersäule (Dampfdruck)
 in g pro m³ Raumluft,
 in g pro kg Reifeiluft,
 Relative Feuchtigkeit in %.
 Trockenes Thermometer in °C.
 Feuchtes Thermometer in °C.
 Empfindungs-Temperatur in °C.
 Behaglichkeitslinien für ruhende und bewegte Luft.
 W = Windgeschwindigkeit in ms.

Betätigung hinzutritt, eine Veränderung der Wohnungsluft gegenüber der Außenluft ein.

Die Wohnungsluft kommt bis auf geringe Strömungen (durch aufsteigende Grundluft oder Temperaturdifferenzen der Umwandung — bei Heizung natürlich durch die Wärmeentwicklung der Heizkörper —) sehr bald praktisch zur Ruhe, und ihr Staub, soweit er schwerer als Luft ist, setzt sich ab, während die Außenluft immer als bewegt aufzufassen ist.

In chemischer Beziehung, in ihrem Gehalt an Sauerstoff, Kohlensäure und Stickstoff werden Wohnungsluft und Freiluft durch die trennenden Wände kaum beeinflusst, außerdem ist die Luftdichtigkeit der Umwandung ja nur eine relative; man kann damit rechnen, daß infolge natürlicher Ventilationen durch die porösen Wände hindurch die Wohnungsluft einmal stündlich durch Außenluft verdrängt wird.

Anders verhält es sich mit der Temperatur und Feuchtigkeit der Wohnungsluft gegenüber der Außenluft. Luft be-

temperatur von 20° und bei 60% Feuchtigkeit pro Stunde durch die Atmung und Haut 22,6 l CO₂ — entsprechend groß ist sein Sauerstoffverbrauch — 50 g Wasserdampf und 80 Kalorien Wärme ab.

Die Menge der körperlichen Bestandteile der Wohnungsluft erfährt durch den Lebensprozeß der Wohnungsinassen (absolut) eher eine Verminderung als Erhöhung. Es werden zwar ständig von der Körperdecke (Haut und Haaren) feinste Teilchen staubförmig abgeschuppt, aber ihre Menge ist zu klein, als daß sie den Staubgehalt der Wohnungsluft merkbar erhöhen könnte; beim Sprechen und Husten können auch feinste Wassertröpfchen, die mit abgestoßenen Schleimhautzellen und Bakterien beladen sind, in die Luft geschleudert werden, bei gesunden Menschen sind sie in Menge und Art bedeutungslos: der Mensch vermehrt nicht den Staubgehalt der Luft, im Gegenteil, er verbraucht ihn, indem er bei jedem Atemzug fast den gesamten natürlichen Staub der Einatemungsluft in seinen Atemwegen zurückhält.

In dieser Staubaufnahme durch die Atmung liegen mancherlei Gefahren für die Gesundheit des Menschen. Enthält die Zimmerluft Staubpartikelchen oder Wassertröpfchen, die mit Krankheitserregern beladen sind, so können diese Erreger bei gesunden Menschen durch die Atmung aufgenommen werden und zur Erkrankung führen (Tuberkulose). Enthält die Luft aber Gewerbestaub, so können durch Einatmung Vergiftungen (Gießfieber), Lungenverhärtungen (Steinhauerlunge) u. a. entstehen. Enthält die Luft endlich löslichen organischen Staub (Blütenstaub, Schimmel usw.), so können dadurch Heufieber, Asthma und Hauterkrankungen ausgelöst werden. Daß es neben den bekannten schädlichen Staubarten auch noch physiologisch wertvollen Staub gibt, der, durch die Atemwege aufgenommen, fördernden Einfluß auf die Gesundheit ausübt oder gar lebensnotwendig ist, erscheint unwahrscheinlich, aber wissenschaftlich nicht spruchreif, da ausreichende Versuche nicht vorliegen. Jedenfalls nimmt der gesunde Mensch auch unter normalen Lebensbedingungen ohne Schaden dauernd beachtenswerte Staubmengen auf, die nicht mit dem Nasensekret zur unmittelbaren Wiederausscheidung gelangen.

In physikalischer Beziehung wirkt die Staubbeseitigung durch den Atmungsprozeß ebenso wie die Staubablagerung erhöhend auf die elektrische Leitfähigkeit der Luft.

Eine besondere gesundheitliche Bedeutung schrieb man von jeher den Geruchsstoffen der verdorbenen Wohnungsluft zu. Das Auftreten von Geruchsstoffen ist eine Funktion der Körperpflege; je sorgfältiger Haut- und Mundpflege, je reinlicher die Kleidung und Wohnung, je geregelter der Verdauungsvorgang, desto geringer die Aussendung von Geruchsstoffen. Aber auch bei bester und völliger Gesundheit bleibt, individuell weitgehend verschieden, noch eine Bildung von Geruchsstoffen bestehen, besonders durch Atmung und Schweißbildung.

Damit wären alle Veränderungen, die der Mensch durch seinen Lebensprozeß in der Wohnungsluft zu setzen vermag, Veränderungen, die in ihrer Gesamtheit die verdorbene Wohnungsluft ausmachen, aufgezählt.

Inwiefern kann nun verdorbene Wohnungsluft schädlich wirken? Unsere Anschauungen über die Wirkung verdorbener Wohnungsluft gründen sich auf Erfahrung und Experiment. Erfahrungen sind meist ungenauer, im einzelnen häufig falsch, aber wenn sie im Laufe langer Jahre von vielen Menschen gesammelt wurden, so kommt ihnen doch eine Bedeutung zu: nicht allzuselten waren mühselige Forschungen notwendig, um die Richtigkeit von Erfahrungen, die zunächst als Irrtümer anmuteten, schließlich doch zu bestätigen. Die Erfahrung sagt: Verdorbene Wohnungsluft schädigt die Gesundheit. Menschen, die in schlecht gelüfteten engen Wohnungen leben — ordentlicher Bauzustand sei dabei vorausgesetzt — werden anfälliger für die verschiedensten Krankheiten. Um die Ursache im einzelnen, um den unmittelbaren kausalen Zusammenhang zwischen krankmachender Ursache und Wirkung bekümmert sich die Erfahrung meist wenig, das bleibt dem zielbewußten wissenschaftlichen Experiment vorbehalten. Das Experiment sagt: Sauerstoffverminderung

und CO₂-Anhäufung, wie sie in stark besetzten und schlecht gelüfteten Wohnungen unter praktischen Verhältnissen vorkommen, sind niemals die Ursache der Schädigung durch verdorbene Luft. Man brachte gesunde Versuchspersonen für Stunden und Tage in hermetisch gedichtete Räume, in denen, bei im übrigen ordnungsmäßig eingestellter Temperatur und Feuchtigkeit der Luft, der Kohlensäuregehalt eine Höhe, die Sauerstoffmenge eine Tiefe erreichte, wie sie in der schlechtesten Wohnungsluft gefunden war. Man fand weder objektive noch subjektive Gesundheitsstörungen. Erst bei CO₂ und O₂ Verschiebungen, die weit über das natürliche Vorkommen in verdorbener Luft hinausgehen und z. B. für Kohlensäure 5% betragen, traten Störungen des Wohlbefindens bei den Versuchspersonen auf, die bei Unterbrechung des Versuches rasch wieder verschwanden.

Früher glaubte man auch, daß insbesondere mit der Atmungsluft giftige, gasförmige Stoffe von den Menschen ausgeschieden würden, die man mit den Geruchsstoffen in eine Gruppe zusammenfaßte und Anthropotoxine nannte, weil man ihnen eine Giftwirkung auf den Menschen zuschrieb. Fast alle Nachuntersuchungen lehnen heute das Vorhanden-

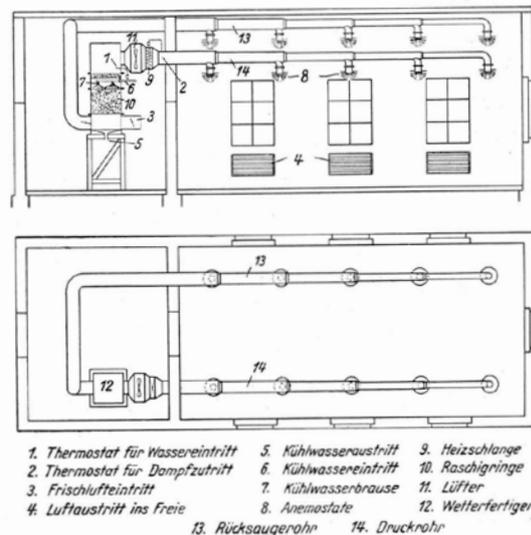


Abb. 2. Schematische Wetterfertiger-Anemostaten-Anlage für Frisch- und Umluft-Belüftung.

Das Rücksaugrohr wird neuerdings nicht an der Decke sondern diagonal dem Druckluftrohr gegenüber am Boden entlang geführt; nur die Anemostaten liegen innerhalb des zu lüftenden Raumes.

sein von Anthropotoxinen ab; die positiven Befunde stammen meist aus einer Zeit, da man die Gefahr der Wärmestauung für das Wohlbefinden des Menschen nicht genügend berücksichtigt.

Bei Versuchen, die sich auf die Wirkung von Luft-Temperatur und Luft-Feuchtigkeit erstreckten, sah man, daß unter Verhältnissen, wie sie in schlecht gelüfteten Versammlungsräumen (in Theatern), sehr wohl vorkommen, krankmachende Wirkungen: Pulsbeschleunigung, Atemnot, bis zu Ohnmachtsanfällen und Erbrechen auftraten, Zustände, die zu schleuniger Unterbrechung der Versuche zwangen und sich als Schädigung durch Wärmestauung des Körpers herausstellten.

Eine Erklärung dafür ist leicht gegeben. Alle Lebensvorgänge unseres Körpers sind an die Innehaltung einer bestimmten Körpertemperatur von durchschnittlich 37° C geknüpft.

Ein gesunder Mensch von 70 kg produziert in seinem Lebensprozeß nach den Untersuchungen von Rubner bei mittlerer Temperatur in Ruhe pro Stunde etwa 100 cal Wärme, also eine Wärmemenge, die 1 l Wasser von 0° zum Kochen bringt. Der Mensch muß entsprechend zur gleichmäßigen Erhaltung seiner Körpertemperatur von 37° 100

cal/h abgeben. Diese Abgabe verteilt sich folgendermaßen: er verliert stündlich 1. durch kleine Körperbewegungen, wie sie auch bei Arbeitsruhe unvermeidlich sind, 1,5 cal; 2. durch Erwärmung der Atemluft — die Einatemluft hat 18 bis 21°, die Ausatemluft 36° — und durch Erwärmung von Nahrung, soweit sie kälter als 37° aufgenommen wird, 2,5 cal; 3. durch Wasserverdunstung der Haut und Lungen, abhängig von Temperatur, relativer Feuchtigkeit und Bewegung der umgebenden Luft 21 cal; 4. durch Strahlung und Leitung, abhängig von Temperatur, absoluter Feuchtigkeit und Bewegung der Umgebungsluft 75 cal. Hieraus ergibt sich, in welchem überwiegend großem Ausmaß unsere Wärmeabgabe (96%), und damit die Möglichkeit der gleichmäßigen Temperaturerhaltung und des Wohlergehens unseres Körpers, von Temperatur und Feuchtigkeit und Bewegung der Luft abhängig sind. Sobald daher die Umgebungsluft eine bestimmte Temperatur und Feuchtigkeit überschreitet und die Luftbewegung fehlt, muß notwendig Überwärmung des Körpers und damit eine Störung des normalen Ablaufes der Lebensfunktionen eintreten. Umgekehrt führt zu niedriger Temperatur, zu geringer Feuchtigkeit und zu starker Luft-

fein korpuskulär sind, zum Teil vielleicht auch nur gasförmig. Man nennt sie »Allergene« und versteht darunter Stoffe, deren Einatmung bei empfänglichen Personen zu Empfindlichkeitszuständen führt und verschiedenartige Krankheitszustände auslöst; Zustände, die oft erstaunlich rasch verschwinden, sobald diese empfindlichen Menschen eine allergenfreie Luft atmen. Robuste gesunde Menschen können allergenhaltige Luft ohne Schaden dauernd einatmen. Uns interessieren die Allergene hier insofern, als sie zu den experimentell faßbaren schädigenden Substanzen der Wohnungsluft gerechnet werden können, die zum Teil in der Wohnung entstehen, z. B. durch Schimmelbildung, Hautschuppen usw. zum Teil mit der natürlichen, aber bisher sonst für einwandfrei erachteten Ventilationsluft in die Wohnräume hineinbefördert werden.

Endlich haben wir auch schon einige versuchsmäßige Erfahrung über die Wirkung der Ionisierung und elektrische Aufladung der Luft in bewohnten Räumen. Es wurde bereits erwähnt, daß die physikalisch-chemischen Zustände der Luft sich in Wohnräumen schon durch den Abschluß der Innenluft, durch die Umwandlung, durch die Wandstrahlung, den Einfluß der Grundluft, vielleicht auch durch den Lebensprozeß der Bewohner, insbesondere den Atmungs Vorgang, ändern, und es scheint so, als wenn diese Änderungen für den Gesundheitszustand der Bewohner nicht gleichgültig seien.

Die Erfahrungen über Gesundheitsschädigungen durch verdorbene Wohnungsluft sind viel älter als die diesbezüglichen experimentellen Ergebnisse der wissenschaftlichen Hygiene, infolgedessen ist es verständlich, daß die Bestrebungen, die Wohnungsluft zu verbessern, gesundheitlich zuträglich zu gestalten, zunächst rein spekulativ tastend auf

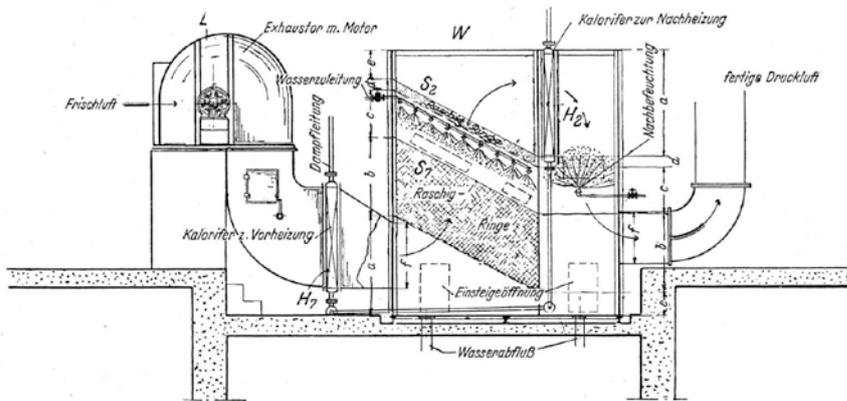


Abb. 3. Wetterfertiger. D. R. P. a. D. R. G. M. a. D. R. W. Z.
Die Prall-Düsen sind in dem Raum hinter der linken Einsteigeöffnung eingebaut.

bewegung zu dem entgegengesetzten Zustande, sie bedingen zu starke Wärmeentziehung, Erkaltung und schließlich Erfrieren des Körpers.

Nicht unerwähnt sei, daß unser Körper mit Regulations-einrichtungen versehen ist, die bei geringen Schwankungen der erwähnten Luftzustände eine gleichmäßige Wärmeabgabe gleichwohl sicherstellen. Diese Regulationsvorrichtungen sind individuell verschieden stark ausgebildet und können durch Übung und Gewöhnung wesentlich verstärkt werden. Sie bestehen in Zusammenziehung oder Ausdehnung der Hautblutgefäße, um der Körperdecke eine größere oder geringere Wärmemenge zuzuführen, in einem Versiegen oder starkem Hervortreten von Hautschweißbildung und endlich in Muskelruhe zur Vermeidung und Muskelbewegung zur Bildung von Wärme. Alle diese Regulationsvorgänge versagen bei extremen Schwankungen von Temperatur, Feuchtigkeit und Luftbewegung. In überfüllten, schlecht gelüfteten Versammlungsräumen fehlt die Luftbewegung, und die Wärme- und Wasserdampf-Ausscheidung der dichtgedrängten Menschenmassen führt zu einem Temperaturgrad und zu einem Feuchtigkeitsgehalt der Luft, die eine genügende Entwärmung des Körpers unmöglich machen, es kommt zu einer Überwärmung des Körpers mit seinen bedenklichen Folgen, ohne daß irgendeine andere Störung in der chemischen Luftzusammensetzung hinzutreten braucht.

Die neuesten experimentellen Erfahrungen erstrecken sich auf die Bedeutung des natürlichen Luftstaubes. Man fand, daß in der normalen reinen Luft bestimmter Gegenden, besonders aber auch in der Luft bestimmter Wohnungen, eigentümlich wirksame Stoffe, vorkommen, die meist sehr

Grund von Erfahrungen einsetzen. Diese älteren Luftreinigungsmethoden haben heute nur noch geschichtliches Interesse. Sie bestanden im Anzünden von offenen Feuern — die Flamme sollte die Gifte verzehren — in Räucherungen, die auf die reinigende Wirkung des Rauches rechnet, und endlich in der Verbreitung von Wohlgerüchen. Die ersten wissenschaftlich zielbewußten Versuche, die Wohnungsluft zu reinigen, gehen auf die Mitte des vorigen Jahrhunderts zurück. Bahnbrechend war hier Pettenkofer. Er ging von der Beobachtung aus, daß der CO₂-Gehalt der Wohnungsluft mit ihrem allgemeinen Verbrauch ansteigt, und deshalb wählte er den CO₂-Gehalt als Gradmesser für die notwendige Zufuhr von Frischluft. Sein Kohlensäuremaßstab stützt sich auf die Forderung, daß der Kohlensäuregehalt der Raumluft ($K = 0,0004 \text{ m}^3/\text{m}^3 = \text{Anfangsgehalt eines frisch gelüfteten Raumes}$) höchstens auf $n = 0,001 \text{ m}^3/\text{m}^3$ steigen darf und berechnet daher den stündlichen Luftbedarf L nach der Gleichung $L = \frac{(n \cdot p)}{K - k} \text{ m}^3$, in der n die Zahl der CO₂-Quellen, p die pro Stunde von diesen erzeugte CO₂ in m³/h ausdrückt; er berechnet pro Erwachsenen rd. 30 m³/h Luftbedarf.

Die veränderten Kulturverhältnisse und vor allem die inzwischen gesammelten Erfahrungen über das nachweislich Schädigende in der verbrauchten Wohnungsluft ließen eine den tatsächlichen Verhältnissen besser angemessene Berechnung des Lüftungsbedarfs wünschenswert erscheinen. Aus diesem Bedarf heraus entwickelte Rietschel seinen Wärmemaßstab, Krell seinen Druckmaßstab für die Lüftung. Jener stellt die Vermeidung einer Überwärmung der Wohnräume in den Vordergrund und fordert einen Luftwechsel, der imstande ist, im Winter diejenige Wärmemenge zu be-

seitigen, welche (von Normaltemperatur ausgehend) in den Räumen mehr erzeugt wird, als die natürliche Wärmeabgabe nach außen abzugeben vermag, während im Sommer Luftbewegung und unter Umständen künstliche Kühlung hinzutreten müssen; seine Berechnung macht einen 5 bis 8fachen Luftwechsel erforderlich.

Krell zieht den Beharrungszustand, welcher sich bei regelmäßig benutzten Räumen bezüglich Wärmehaltung infolge Wärmespeichervermögen des Gebäudes einstellt, vornehmlich in Betracht und nimmt mit Erfolg als Lüftungsmaßstab diejenige Luftmenge, die bei tiefster Außentemperatur imstande ist, den Raum eben unter Überdruck gegenüber der Außenluft zu halten, soweit die Luftmenge nicht weniger als 30 m^3 für die Person (Kohlensäuremaßstab) beträgt. Die Zuluft muß dabei im Mittel die Temperatur der Raumluft aufweisen. Die hierbei erforderliche Luftmenge ist im allgemeinen wesentlich geringer als bei Rietschel (2- bis 3facher Luftwechsel).

Endlich bleibt noch für die notwendige Ventilation der Feuchtigkeitsmaßstab, der die Luftmenge so berechnet, daß ein Mindestmaß (etwa 30%) von Feuchtigkeit in der Raumluft nicht unter- bzw. ein Höchstmaß von 60% nicht überschritten wird. Hier darf natürlich die Erhaltung der Normaltemperatur und der CO_2 -Maßstab ebenfalls nicht unberücksichtigt bleiben, und so gelangen wir schließlich zwangsmäßig zwecks Erzielung von hygienischen bestmöglichen Innen-Luftverhältnissen zu einer Lüftung, die Temperatur, Feuchtigkeit, Luftzufuhr und Luftbewegung dauernd in gleicher Weise berücksichtigt.

Die üblichen Einzelmessungen: CO_2 -Bestimmungen, trockenes Thermometer, feuchtes Thermometer, Luftbewegung, Luftmenge lassen hier praktisch im Stich; es war notwendig, empirisch festzustellen, wie ein subjektiv empfundener Behaglichkeitszustand bei allen diesen Maßen gleichzeitig zum Ausdruck kommt, und die so festgestellten Größen kurvenmäßig einzutragen. Die amerikanische Gesellschaft der Heizungs-Lüftungs-Ingenieure hat sich dieser mühevollen Aufgabe unterzogen und durch Aufstellung von »Behaglichkeitszonen« bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten sowie von »Empfindungstemperaturlinien« eine Grundlage für die Raumbelüftung geschaffen, wie sie — chemisch und physikalisch reine Luft vorausgesetzt — kaum übertroffen werden kann.

Natürlich erfordert eine Lüftung auf dieser Grundlage auch eine Einrichtung, die mit gereinigter Luft den häufig wechselnden Anforderungen bezüglich Wärme, Feuchtigkeit, Luftzufuhr und Luftbewegung gerecht zu werden gestattet, ohne unökonomisch oder gar unerschwinglich zu werden.

Die technischen Lüftungsmethoden, die sich auf dem CO_2 -, dem Wärme-, dem Druck-, dem Feuchtigkeitsmaßstab aufbauen, können zweifellos für gewöhnlich schon zu einer einwandfreien Luftbeschaffenheit der Innenräume führen, können auch den wechselnden Anforderungen in den verschiedenen Wohnräumen und Gewerbebetrieben schon sehr wohl gerecht werden, aber sie nehmen keine »besondere« Rücksicht auf die Beschaffung einer besonders behaglichen, geruch- und staubfreien reinen Wohnungsluft. —

Zwei typische Ventilationsmethoden, die sich zur Belüftung mit reiner Luft innerhalb der Behaglichkeitszone besonders eignen, seien kurz und unverbindlich als amerikanische und deutsche Lüftungsmethode nebeneinander gestellt.

Zunächst sei zum besseren Verständnis der »effektiven« oder »Empfindungstemperaturen« und der »Behaglichkeitszonen« für ruhige und bewegte Luft ein Kurvenbild wiedergegeben (Abb. 1). Alle Punkte dieser Kurven, die in ein Grundnetz aus den Angaben des trockenen und feuchten Thermometers, der relativen und der absoluten Feuchtigkeit eingetragen werden, kamen dadurch zustande, daß man gut beobachtende Personen aus besonders dafür hergerichteten und regulierten Kammern mit genau bestimmten Luftzuständen in ebensolche, aber abweichend eingestellte, übertreten ließ und ihr subjektives Urteil über ihr Empfinden feststellte. Linien, die jeweils alle die Punkte miteinander verbinden,

bei denen die Versuchspersonen das gleiche Temperatiergefühl hatten, werden von den Amerikanern Linien der Effektiv-Temperatur genannt, wir nennen sie kurz »Empfindungstemperaturlinien«. Diese Linien sind nicht parallel, sondern divergieren. Empfindungstemperaturlinie 0° fällt mit der Trockentemperaturlinie 0° zusammen, das Gefühl ist hier also nur abhängig von der Trockentemperatur; je höher die Temperaturen liegen, desto mehr nähert sich die Empfindungstemperaturlinie der Naßtemperaturlinie des feuchten Thermometers und fällt endlich bei $55,5^\circ$ mit ihr zusammen. Hier wäre also das Wärmegefühl nicht mehr von der Trockentemperatur, sondern nur noch von der Naßtemperatur beeinflusst.

In ähnlicher Weise wurde durch Versuche an 130 männlichen und weiblichen Personen festgestellt, bei welcher Temperatur sie in bestimmter normaler Kleidung sich in der größten Behaglichkeit fühlten; auf diese Weise entstanden die Behaglichkeitslinien für die verschiedenen Lagen des Grundnetzes bei ruhender Luft und verschiedenen Windgeschwindigkeiten (Behaglichkeitszone).

An der Hand dieser Kurve kann man unter Verwendung einer genau regulierbaren Reinluft-Lüftungseinrichtung einen nach heutigen Begriffen optimalen Zustand der Wohnungsluft erzielen.

Die amerikanische Methode erreicht es in folgender Weise. Die Luft wird durch einen offenen Luftkanal aus dem Freien entnommen und zur Reinigung durch eine Spraykammer geführt. Eine Kältemaschine ermöglicht es, entweder schon die Temperatur des Sprays so niedrig zu halten, daß kalte, wassergesättigte Luft entsteht, oder daß die durch Spray von Staub, Keimen und Gerüchen befreite Luft an Kühlröhren nachträglich gekühlt und getrocknet wird. Aus der Spraykammer mitgeführte Wassertropfen werden an Filterplatten zurückgehalten. Alle Vorgänge sind automatisch reguliert; man erhält gereinigte Luft von einer gewünschten Temperatur und absoluten Feuchtigkeit. Diese Luft wird durch einen Ventilator den Verbrauchsstätten zugeführt und auf dem Wege dorthin durch automatisch regulierte Heizkörper auf die notwendige Wärme gebracht. Diese Luftversorgung ist von Temperatur, Feuchtigkeit und auch von dem Staubgehalt der Außenluft praktisch unabhängig. Die Räume erhalten ihre Zuluft in beliebiger Menge und Beschaffenheit nur aus dem Apparat. Luftzutritt und Verteilung befindet sich an der Decke, das Zimmer steht unter geringem Überdruck, Luftaustritt ist seitlich am Boden. Die Fenster sind geschlossen und dienen nur der Belichtung. Besondere Heizung der Räume erübrigt sich.

Eine in Deutschland in Anlehnung an das amerikanische System ausgebildete Ventilationseinrichtung weist unter Anpassung an unsere mitteleuropäischen Verhältnisse eine Reihe von Vereinfachungen und Fortschritte auf. Ihre Apparatur setzt sich zusammen aus Wetterfertiger und Luftleitung mit Anemostaten. (Abb. 2 u. 3.)

Der Wetterfertiger ist als Füllturm ausgebildet: am unteren Ende befindet sich die Eintrittsöffnung für die Ventilationsluft und der Abfluß für das Kühlwasser, mitten eine Reinigungs-Be- oder -Entfeuchtungs- und Kühleinrichtung und am oberen Ende des Turmes (oder vor dem Turm) der Ventilator, welcher die Luft durch den Turm saugt und dem zu ventilierenden Raum zuführt. In dem Turm trifft die Luft insbesondere zunächst auf einen Raum mit Pralldüsen, dann auf mehrere übereinanderliegende Füllkörperlagen, über die mit Düsen verteiltes Kühlwasser herab und dem Luftstrom entgegenrieselt. Auf dem Wege durch diese Füllkörper wird die Luft gewaschen, sowie durch Regulierung des Wasserzuflusses nach Bedarf gekühlt, getrocknet oder befeuchtet.

Pralldüsen am Lufteingang, deren Wasser in sehr feinem Strahl mit großer Energie an einer Prallfläche feinstens zerstäubt, haben die Aufgabe, Verdunstungskälte zu erzeugen; ihre Wirkung ist natürlich von dem Sättigungsdefizit der Zuluft abhängig. Erfahrungsgemäß bedingen sie eine erhebliche Wasserversparnis für die Kühlwasserdüsen, die dann nur noch durch Leitung zu kühlen und außerdem die Füllkörper zu reinigen haben. Wie unsere Versuche ergaben,

haben die Pralldüsen außerdem noch die Wirkung, die Luft mit negativ geladenen Wasserionen anzureichern, auf deren Bedeutung am Schlusse noch eingegangen wird.

Aus dem Füllturm wird die gereinigte Luft über einen Heizkörper, der nach Bedarf erwärmt wird, dann in verhältnismäßig engen Rohren und mit Geschwindigkeiten bis zu 15 m/s der Verbrauchsstätte zugeführt und hier durch regulierbare Anemostaten so vollkommen verteilt, daß auch bei Zuführung eines Luftvolumens (= dem 10fachen Rauminhalt) keine Zugbelästigung zu verspüren ist, oder eine den Forderungen der Behaglichkeit entsprechende Luftbewegung stattfindet. Alle Regulierungen (automatisch oder handgriffmäßig) erfolgen auf Grund der Anhaltspunkte, die in der Wohnungsklimakurve gegeben sind und bewirken eine Innehaltung der Behaglichkeitszone des Wohnklimas.

Die Vorteile der letztbeschriebenen Methode gegenüber der amerikanischen bestehen in der Entbehrlichkeit einer Eismaschine, in der Zulässigkeit enger Zuleitungsrohre, bzw. hoher Luftgeschwindigkeiten in den Rohren.

Die Eismaschine ist entbehrlich, weil die Verwendung von Grundwasser in unseren Gegenden eine genügende Kühlung und Trocknung der Luft ermöglicht. Wie aus der Klima-Tafel, Frankfurt a. M., ersichtlich (Abb. 4),

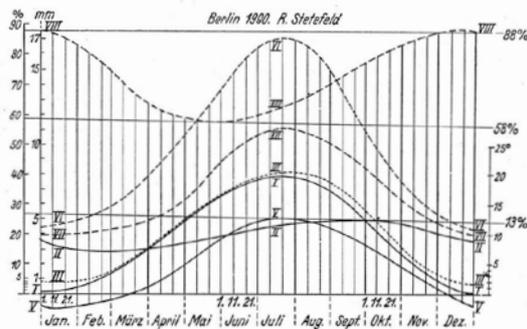


Abb. 4. Klima von Frankfurt a. M. (nach R. Stetefeld; Eis- und Kälteerzeugungsmaschinen, Stuttgart, Seite 267.)

I Lufttemperatur; II Bodentemperatur; III Flußwassertemperatur; IV = II Grundwassertemperatur; V Taupunkttemperatur; VI Maximale Dunstspannung; VII Relative Dunstspannung; VIII Relative Feuchtigkeit.

erreicht die Grundwassertemperatur (II) im Juli 12°, im August 12,5° und im September eine Höchsttemperatur von 13°.

Bei der hohen Julitemperatur (I) von 18° steht uns also relativ kühles Grundwasser zur Verfügung und bei der niedrigen relativen Feuchtigkeit (VIII) von 63% können wir dazu noch mit unseren Pralldüsen viel Kälte erzeugen. Im September ist zwar das Grundwasser wärmer (13°) und die Luftfeuchtigkeit höher (75%), aber die Luft selbst weist nur 13° auf. Der Wetterfertiger liefert uns durch seine Rieselflächen und Pralldüsen bei 13° Grundwasser immer noch eine wassergesättigte Luft von 14° und diese erreicht bei Erwärmung auf 19³/₄° und Luftgeschwindigkeit m/s = 0 im Innenraum die Behaglichkeitslinie mit 66% Feuchtigkeit und bei Erwärmung auf 23° und Luftgeschwindigkeit m/s = 0,5 die Behaglichkeitslinie mit 52% Feuchtigkeit.

Einem individuellen Bedarf läßt sich dann noch durch weitere Erwärmung mit entsprechender Verringerung der relativen Feuchtigkeit oder weitere Erwärmung mit Befuchtung (durch die Düse am Apparatausgang) oder endlich durch Einstellung des Anemostaten auf erwünschte Luftgeschwindigkeit, also nach den verschiedensten Richtungen Rechnung tragen.

Stellt schon die Entbehrlichkeit der Eismaschine eine wesentliche Ersparnis unserer Methode in räumlicher und pekuniärer Beziehung dar, so wird diese noch erhöht durch Zulässigkeit enger Windrohre.

Enge Windrohre sind zulässig, weil Geschwindigkeiten der Ventilatorluft bis zu 15 m/s bei dem Eintritt in den Ventilationsraum durch den Anemostaten noch so stark verringert werden, daß keine Zugbelästigung auftritt. Soll bei hoher Geschwindigkeit aus dem Haupt-Luftkanal durch einen Seitenkanal Luft entnommen werden, so muß von der distalen Seite der Anschlußöffnung eine Zunge in den Hauptkanal eingebaut werden und die Luft stößt auf dieser Zunge in der distalen Hälfte des Seitenrohres mit wesentlich größerer Geschwindigkeit hinaus als auf der proximalen Hälfte. Diese große Geschwindigkeitsdifferenz kann durch einen Anemostaten ohne weiteres nicht ausgeglichen werden. Wir helfen uns dadurch, daß wir ein Verteilerrad in den Seitenkanal einsetzen oder die Luft aus dem Hauptkanal mit einem Schöpfrad (statt der Zunge) dem Seitenkanal zuführen. Unter diesen Umständen ist die große Geschwindigkeit im Hauptkanal nicht mehr störend, im Gegenteil, sie hat außer der Kosten und Raumersparnis noch den Vorteil, daß Staub in dem Kanal nicht zur Ablagerung kommen kann.

Mit beiden geschilderten Lüftungsmethoden kann man jeder praktischen Lüftungsanforderung gerecht werden und kann es nach meinen eigenen Erfahrungen insbesondere mit Wetterfertiger und Anemostat. Jede beliebige Luftmenge läßt sich in erwünschter Reinheit, Temperatur und Feuchtigkeit ohne Zugbelästigung direkt an die Verbrauchsstelle heranführen; wenn nötig kann man verbrauchte Luft ebenso im gleichen Umfang direkt am Ort der Verunreinigung abführen; man kann den Menschen in einen insensiblen, bewegten reinen Luftstrom setzen. Ob es sich dabei um Lüftung von Wohnräumen, Küche, Stall, Laboratorium, Operationsaal, Krankensaal, Werkstatt oder Versammlungsraum handelt, ist gleich, Voraussetzung, daß Architekt und Lüftungsfachmann sich über die Unterbringung der Anlage einigen können.

Mit Recht könnte nun aber die Frage erhoben werden: Ist denn eine Dauerlüftung wirklich von so lebenswichtiger Bedeutung? Haben nicht alle Versuche, eine Schädigung durch verbrauchte Luft nachzuweisen, gezeigt, daß, von gewerblich verunreinigter Luft abgesehen, nur der Wärmerstauung eine besondere Bedeutung beigemessen werden kann? Diese aber ist nur bei größeren Menschenansammlungen oder bei Heizbetrieben zu befürchten. Hat denn Dauerlüftung vor guter Luft unter normalen Wohnbedingungen überhaupt etwas voraus? Hier möchte ich die Antwort in eigenen Untersuchungsergebnissen bringen. (Sie erstrecken sich auf die Verwendung von Wetterfertiger und Anemostat. Vielleicht lassen sich mit anderen Einrichtungen ähnliche Wirkungen erzielen, ich kann dazu keine Stellung nehmen, da ich es nicht untersucht habe und diesbezügliche Veröffentlichungen mir nicht bekannt sind.)

Wir stellten zunächst fest, daß man bei Wetterfertiger-Anemostaten-Lüftung eine zehnfache Lufterneuerung unter Verwendung von Frischluft oder Umluft ohne Zugbelästigung durchführen kann und dabei ohne Schwierigkeit innerhalb der Behaglichkeitslinie bzw. Behaglichkeitszone bleibt. Die Luft zeigt dann bei einer Kühlwassertemperatur von 13° eine absolute Feuchtigkeit von 12 g/m³, entsprechend 60 bis 65% relative Feuchtigkeit bei Erwärmung auf 20 bis 21°.

Die chemische Analyse der Luft ergab bezgl. Sauerstoff und Stickstoff normalen Gehalt, die Kohlensäure der Außenluft wurde durch den Waschprozeß im Turm etwa noch um 1/4 bis 1/3 herausgewaschen und betrug 0,03 bis 0,02%.

Zur Bestimmung des Gehaltes an korpuskulären Bestandteilen resp. zur Bestimmung seiner Beseitigung bei der Luftbereitung spritzten wir mit einem Sprayapparat einmal leicht erkennbare Bakterien, — wir wählten *Bact. prodigiosum*, das sich in Kultur leicht züchten und an seiner blutroten Farbe erkennen läßt, in die Zuluft. Untersuchten wir nun die Ausgangsluft, die den Apparat durchlaufen hatte, so waren diese Keime nicht mehr nachweisbar. Also Keime von etwa 8/1000 mm Länge und 2/1000 mm Dicke werden zurückgehalten. Dann benutzten wir nach Geh.-Rat Neißer das kleinste bakteriologische Prüfungsobjekt, nämlich Bakteriophagen, das sind Kleinlebewesen, die man auch mit den besten

Vergrößerungen nicht mehr sehen und deren Größe man nur aus Filtrationsversuchen berechnen kann. Ihre Größe ist $\frac{1}{1000}$ mm. Bakteriophagen werden in dem Wetterfertiger zwischen 90 und 100% zurückgehalten, also einige gungen zuweilen durch. Ein Durchgang auch der kleinsten bekannten Bakterien, ein Durchgang von Pollenstaub oder Schimmelpilzen, überhaupt der wesentlichsten korpuskulären Staubarten ist nicht zu befürchten.

Wir untersuchten die Staubzurückhaltung im Wetterfertiger auch mit Hilfe des Aitkinschen Koniometers, der durch Zählung der Kondensationskerne einer Luft einen Rückschluß auf Staubgehalt gestattet. Wir fanden, es war im August 1929 und an verhältnismäßig windstillen Tagen bis 1 000 000 Kerne in 1 cm^3 der Freiluft, und erzielten im Wetterfertiger eine Verminderung auf ein Drittel. Dieser Befund darf nicht überraschen, wir zählten als Kerne ja nicht nur Staubpartikel, denn im Koniometer wirken als Kerne auch feinste Wassertröpfchen sowie Luftionen.

In späteren Versuchen konnten wir die Vermehrung von Wasserionen, die hier als Staub gezählt werden, im Wetterfertiger direkt nachweisen. (Nur durch intensivste Kälte-trocknung der Luft, wie wir sie in der Kühlanlage von Bad Soden bei -12° erreichten, erhielten wir eine Luft, die frei von Kondensationskernen war). Daß der Staub im Wetterfertiger weitgehendst zurückgehalten wird, dürfen wir auch aus der therapeutischen Wirkung dieser Luft auf allergische Patienten schließen. In einer Frankfurter Klinik wurden Kranke mit allergischen Hautausschlägen in einem Raume, der mit Wetterfertiger gespeist wurde, in kurzer Zeit gebessert. Zusammengefaßt: Die Wetterfertiger-Luft ist chemisch normal zusammengesetzt, staubfrei und zeigt einen Wärme- und Feuchtigkeitsgehalt entsprechend der Behaglichkeitslinie. Dazu kommt, daß auch bei 10maligem Luftwechsel eine Luftbewegung nicht verspürt wird. (Gleichwohl ist eine nicht mehr fühlbare Luftbewegung noch vorhanden, die absolute Größe interessiert hier nicht.)

Auf Grund dieser Erhebungen am Wetterfertiger hatten wir nunmehr die Möglichkeit, das Versuchszimmer mit reiner Luft zu füllen oder es unter ständiger Ventilation mit Reiluft zu halten; in beiden Fällen war das Verhalten von darin befindlichen Menschen als Versuchsobjekt zu untersuchen.

Wir machten zunächst Luftanalysen in der unmittelbaren Umgebung der Versuchsperson, und zwar in 15 cm, 50 und 100 cm Entfernung von dem Munde nach oben und unten, nach links und rechts. Mit empfindlichen Thermometern ließ sich, wie das zu erwarten war, bei Luftruhe ein Temperaturgefälle um die Versuchsperson nachweisen.

Durch eine besondere Methode, die erst ausgearbeitet werden mußte, und die das Entnehmen von Luftproben zu 1 l in den angegebenen Entfernungen ohne wesentliche Luftbewegung gestattete, fanden wir ferner, daß um die ruhig sitzende Versuchsperson auch ein CO_2 und Wasserdampfgefälle schon nach etwa $\frac{1}{4}$ Stunde deutlich nachweisbar war. Mit anderen Worten, um jeden ruhig sitzenden Menschen bildet sich schon in kürzester Zeit ein Mantel, »eine meßbare Hülle von Wärme, Wasserdampf und Kohlensäure«, die durch Diffusion zwar vermindert wird, aber lange nicht in dem Maße, wie der Körper sie bildet. Der Mensch ist also gar nicht im eigentlichen Sinne von Zimmerluft umgeben, sondern von seiner Ausscheidungshülle, und diese ist CO_2 reicher, H_2O reicher und wärmer als die Zimmerluft. Das war ohne weiteres nicht zu erwarten; man wußte zwar aus früheren Untersuchungen bereits, daß der Mensch nicht reine Umgebungsluft, sondern immer einen Teil seiner Ausatemungsluft wieder einatmet, und daß ein erheblicher Windstrom auf seinen Mund und Nase gerichtet werden mußte, um diese Ausatemungsluft wegzuwehen, aber daß eine solche Hülle in kurzer Zeit sich bildet, war neu.

Nun machten wir dieselben Untersuchungen im unfehlbar gelüfteten Raum bei sonst gleicher Luftzusammensetzung, und siehe da, die Hülle kam nicht zur Ausbildung. Als Indikator sei nur die CO_2 -Menge angegeben. Nach 15 Minuten ohne Lüftung beträgt der CO_2 -Gehalt 15 cm vor dem Munde $0,5\%$, bei Lüftung $0,03\%$. Wir wußten nun aus

älteren Experimenten, die ich bereits bei der Beurteilung von Schädlichkeiten der verdorbenen Zimmerluft erwähnte, daß Veränderungen der Wohnungsluft, wie sie praktisch vorkommen, keine Gesundheitsschädigungen hervorrufen, vorausgesetzt, daß Wärmestauungen des menschlichen Körpers vermieden werden. Gleichwohl sagten wir uns, es kann doch für unseren gesamten Körperhaushalt, der in so innigem und ständigem physikalischen und chemischen Wechselverkehr mit der Luft steht, nicht gleichgültig sein, ob er sich der reinen, gleichmäßigen Zimmerluft oder der Ausscheidungshülle gegenüber befindet. Um einen Vergleich heranzuziehen, ist es so, als wenn man in einem Falle in einer kleinen Badewanne mit körperwarmen Wasser, im anderen Falle in der offenen See badet. Die Richtigkeit der früheren experimentellen Befunde bezgl. Schädlichkeit verbrauchter Luft soll gar nicht bezweifelt werden; aber es kommt eben sehr auf die Versuchsbedingungen an und hier standen wir neuen Bedingungen gegenüber. Durch die Ergebnisse der früheren Versuche bzw. durch ihre Überwertung und Verallgemeinerung waren wir auf dem besten Wege »gute Luft mit periodischer Erneuerung« und »Dauerlüftung mit guter Luft« auf eine Stufe zu stellen. Es sollte genügen, etwa alle $\frac{3}{4}$ Stunden für kurze Zeit Fenster und Türen zu öffnen, Durchzug zu machen, dann wieder zu schließen und wenn nötig, die Heizung etwas stärker einzustellen. Bei hoher Außentemperatur oder ausgesprochen schlechter Witterung hatte die Durchführung dieses Rezeptes allerdings Schwierigkeiten, aber man war großzügig, es war billig und genügte auch. Selbst große neue Schulen wurden und werden ohne Lüftungsanlagen gebaut, und wenn man diesbezüglichen statistischen Angaben Glauben schenken will, so liegen 90% aller früher gebauten Lüftungsanlagen, auch in Krankenhäusern, still. Es soll gern zugegeben werden, daß das Nichtbenützen der Lüftungsanlagen zum Teil auch auf ihre ungenügende Leistung, zum Teil auf Sparsamkeit zurückzuführen ist — Armut war noch stets der größte Feind der Hygiene —, aber einen wesentlichen Anteil trägt sicher die geringe Bewertung der Dauerlüftung aus wissenschaftlichen Gründen. Offenbar hat das erfahrungsmäßig eingestellte Volksempfinden an seinen sicherlich übertriebenen Vorstellungen von Schädigungen durch schlechte Luft trotz aller Aufklärung unbeirrt festgehalten, unsere Freiluftbewegung, die auch im Aufblühen des Sportes zum Ausdruck kommt, findet in dieser Einstellung sicherlich eine wesentliche Stütze. Auf die grotesken Blüten wie: Lüften, damit Sauerstoff ins Zimmer kommt, damit der Ofen besser brennt, frische Luft heizt sich leichter, täglich auf dem Spaziergange einige tiefe Atemzüge machen, damit die Lungen von Staubresten gesäubert werden, einzugehen, erübrigt sich.

Wir stellen die Frage: Sollte sich der Unterschied zwischen der Wirkung einer guten ruhenden Luft und einer Dauerlüftung mit guter Luft auf den Körper des Menschen nicht doch experimentell fassen lassen? Einen Fingerzeig boten die Beobachtungen an Kranken, besonders an allergischen Personen. Van Leeuwen hatte gefunden, daß seine Asthma-Kranken in seinen Lüftungskammern, die er nach seiner Überzeugung mit allergenfreier Luft kräftig belüftete, sich meist besserten. Wir sahen ähnliches mit unserer Belüftung, die wir trotz aller Reinigung auf Grund der Staubuntersuchung nicht für unbedingt allergenfrei erklären können. Sollte vielleicht die Dauerlüftung an sich das Wesentliche sein? und die Wirkung nur bei Kranken als den empfindlicher Eingestellten und besser Reagierenden offensichtlich in Erscheinung treten? Ferner hatte die Universitäts-Hautklinik, Frankfurt a. M., festgestellt, daß Patienten, die sie in ihren dauerlüfteten Krankenraum brachte, bei täglicher Bestimmung des Ruhe-Nüchtern-Wertes ihres Gasstoffwechsels meist eine Senkung zeigten, die allmählich wieder verschwand, wenn die Patienten auf den allgemeinen Krankensaal, der zwar gute Luft, aber keine Dauerlüftung aufwies, zurückverlegt wurden. Wir untersuchten daraufhin den Gasstoffwechsel unserer Versuchspersonen in unserem Lüftungslaboratorium sowohl in nüchternem Zustand, als auch, nachdem sie auf gleichbleibende Stoffwechsellage durch

besondere Ernährung mit Horlicks-Nahrung, die sich dafür als besonders geeignet erwies, eingestellt waren. Wir fanden, daß in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle — mit 100% kann man nicht rechnen, da manche Versuchspersonen aus psychischen Gründen sich zu Gasstoffwechselversuchen nicht eignen — der Stoffwechsel bei Dauerlüftung herabgesetzt wird, um 20% und mehr des normalen Grundumsatzes, und beim Aussetzen der Lüftung in kurzer Zeit wieder zur früheren Höhe zurückkehrte (Abb. 5).

Dies ist bisher nur für Dauerbelüftung mit Wetterfertiger und Anemostat bewiesen. Wie es sich bei verwandten Dauerlüftungen verhält, läßt sich z. Z. nicht sagen. Mutmaßungen sind wohlfeil, aber auf Sand gebaut, da man noch nicht mit Sicherheit sagen kann, worauf im besonderen bei unserer Dauerlüftung der Stoffwechselabfall

denn eine tatsächliche Beziehung des Gasstoffwechsels zu diesen Feststellungen vermögen wir nicht aufzustellen.

Eine gewisse Förderung brachten Versuche, die ich mit gütiger Hilfe des meteorolog. Institutes der Universität Frankfurt a. M. vornehmen konnte. Die elektrometrische Messung der Luft mit neuen exakten Instrumenten ergab, daß in dem Wetterfertiger eine größere Ionisierung, d. h. eine Vermehrung der positiv und negativ geladenen Luftionen eintrat, und zwar werden positiv geladene Ionen auf das Doppelte, die negativen aber auf das Dreifache vermehrt. Es besteht nun aus anderen Erfahrungen eine gewisse Berechtigung zu der Annahme, daß Luft mit vermehrter negativer Aufladung auf den menschlichen Organismus irgendwie wirksam ist. Weiterhin wurde gefunden, daß unsere Pralldüse, besonders für die negative Aufladung in Betracht kam.

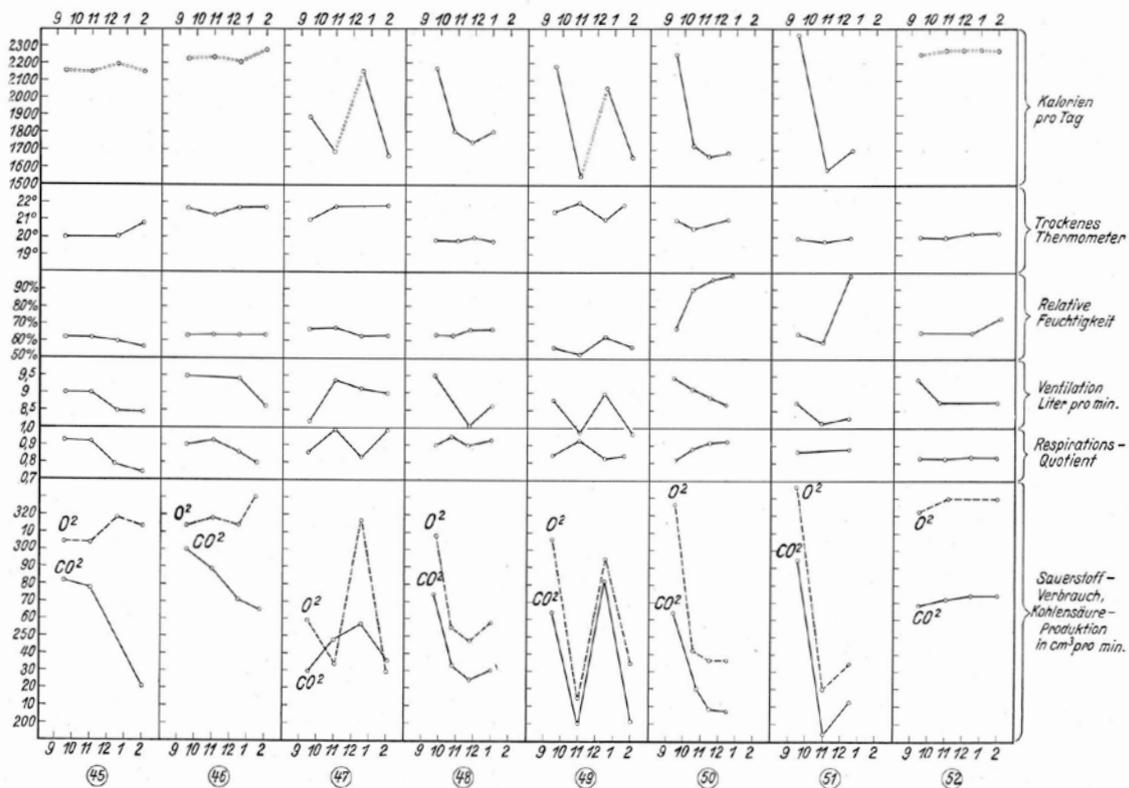


Abb. 5. Achtmaliger Gasstoffwechsel-Versuch an einer Versuchsperson als Beleg für die Einwirkung der Wetterfertiger-Anemostaten-Belüftung auf den Gasstoffwechsel.

Die ausgezogenen Linien in der Kalorien-Kurve (oberste Spalte) zeigen die Belüftungszeiten, die punktierten Linien die Stunden ohne Lüftung an. Der Verlauf der Kalorien-Kurve am 45.—46. und 52. Versuchstag läßt erkennen, daß die Versuchsperson durch gleichmäßige stündliche Aufnahme von flüssiger Versuchsnahrung auf gleichen Gasstoffwechsel eingestellt ist.

zurückzuführen ist. Daß er wissenschaftlich von dem größten Interesse und unter Umständen für die gesamte Lüftungsfrage und damit für die Lüftungsindustrie von der größten Bedeutung ist, darf heute schon ausgesprochen werden. Es kann für unser Wohlergehen nicht gleichgültig sein, ob unser Stoffumsatz, ausgedrückt in Tageskalorien, 2000 oder 1800 beträgt, und wenn auch ein Teil dieser Differenz jetzt noch unübersehbar wieder ausgeglichen werden sollte, so bleibt doch eine gewaltige Verschiebung bestehen, die sich irgendwie auf den Körper wieder auswirken muß.

Wir haben uns natürlich auch schon Gedanken darüber gemacht, was denn bei der Dauerlüftung mit Wetterfertiger und Anemostat das eigentliche Agens für die Stoffwechselverschiebung sein könnte. Naheliegender wäre natürlich, in der Beseitigung der Ausscheidungshülle, der Wärme, des Wasserdampfes und CO₂-Mantels das Wirksame zu sehen. Aber die Gefahr des post hoc, propter hoc liegt allzu nahe,

Im Stoffwechselversuch zeigte sich folgendes: Der Blindversuch war unwirksam, d. h. wir trafen alle Anordnungen so, daß die Versuchsperson nicht wissen, fühlen oder hören konnte, ob gelüftet wurde oder nicht: Motor und Ventilation summten, aber die Luftzufuhr war abgedrosselt. Temperatur und Feuchtigkeit waren in der Behaglichkeitslinie: der Erfolg war wie erwartet. Die Versuchsperson zeigte keine Stoffwechselsenkung. Nun wurde ventiliert, zunächst ohne Wasserspray im Turm: der Stoffumsatz fällt ab; der Spray wird eingeschaltet: der Stoffumsatz fällt weiter ab; die Ventilation wird ausgeschaltet: der Umsatz steigt wieder an.

An der Tatsache des verminderten Umsatzes bei Dauer-ventilation durch Wetterfertiger und Anemostat ist m. E. kein Zweifel. Darüber, welche Teilerscheinung der Lüftung es ist, welche auf den Stoffwechsel hier wirkt, ist noch nicht aufgeklärt, wengleich gewisse Vermutungen: Beseitigung der Ausscheidungshülle um den Menschen einerseits, Er-

höhung der negativen Aufladung der Luft andererseits, heute schon ausgesprochen werden dürfen. Temperaturverschiebungen in Ventilationsluft können die Erniedrigung des Stoffwechsels nicht bedingen, denn erfahrungsgemäß wirken Temperaturniedrigung unter 19° und Temperaturerhöhung über 21° Stoffumsatz erhöhend. Wir haben bei unseren Versuchen diese Temperaturgrenzen kaum verlassen und kurvenmäßig keinen Zusammenhang mit den Temperaturlagen erkennen können. Es gab auch keinen Ausschlag auf den Verlauf der Stoffwechselkurve, wenn wir den Versuch bei 40% oder 80% Feuchtigkeit ablaufen ließen.

Wir haben bisher an über 60 Tagen bei verschiedenen Versuchspersonen mehrstündige Gasstoffwechselversuche ausgeführt. Die überwiegende Mehrzahl spricht dafür, daß unsere Dauerventilation im Sinne einer Stoffwechselsenkung wirkt.

Subjektiv wurde die Ventilation durchgehends angenehm empfunden; keine Versuchsperson hatte irgendwie Beschwerden.

Nachuntersuchungen über die Beziehungen von Dauerventilation mit reiner Luft im Bereich der Behaglichkeitslinie sehen wir natürlich mit dem größten Interesse entgegen. Bisher konnten sie noch nicht vorliegen, da wir erst in beschränktem Umfange und heute zum ersten Male öffentlich davon Mitteilung machen. Wie sie auch ausfallen mögen, zum mindesten werden sie die Untersuchungen über die Wirkung von Lüftungsanlagen in eine zweckmäßige und zeitgemäße Richtung weisen. Genau so wie wir auf anderen Gebieten, sowohl in der Medizin als auch im praktischen Leben immer mehr von der Heilung zur Prophylaxe, von der Bestrafung zur Verhütung des Vergehens, von der Arbeitslosenunterstützung zur Verhütung der Arbeitslosigkeit fortschreiten müssen, so dürfen wir auch in der Lüftungstechnik die Frage nicht mehr nur so stellen, wie und wann schädigt verdorbene Luft — daß wir auf diesem Wege nicht weiterkommen, hat die Entwicklung der Lüftung bewiesen — sondern wir müssen fragen, welche Art der Lüftung ist für die Insassen eines Wohnraumes die größte Förderung für das Wohlbefinden. Vorausgehen werden auf diesem Wege voraussichtlich die therapeutischen Bestrebungen; die Dauerlüftung mit reiner Luft nach Storm van Leeuwen hat bereits Erfolge gezeitigt. Volle Freiluftbehandlung und ebenso die Behandlung in einseitig ins Freie zu öffnenden Krankenzimmern wird immer an bestimmte Gegenden bzw. bestimmte Jahreszeiten gebunden bleiben; sie sind von Ort und Zeit abhängig. Wohnungsluftkuren kann man das ganze Jahr, an jedem Ort in der eigenen Wohnung und vielfach ohne Unterbrechung der gewohnten Tätigkeit durchführen.

Wirtschaftlich ist eine Dauerlüftung nach dem von mir geprüften Verfahren unter Verwendung von Wetterfertiger und Anemostat etwa einer Luftheizung gleichzusetzen. Es ist ja eine Luftheizung, die nur durch optimale Regulation auf Reinheit, Feuchtigkeit, Menge, Temperatur und Bewegung charakterisiert ist.

Bei unserer schweren Wirtschaftslage werden sich Dauerventilationsanlagen, die ein Leben und Arbeiten in der Behaglichkeitszone ermöglichen, erst allmählich einführen. Man wird die Kosten des Einbaues an Stelle alter Heizungen und Lüftungsanlagen scheuen, auch wenn man ihre Nachteile erkannt hat. Bei Neubauten fallen diese Bedenken weg, denn hier erwachsen keine höheren Kosten, im Gegenteil, wir haben Grund zu der Annahme, daß die Dauerlüftung sich wirtschaftlich direkt rentabel auswirkt, denn man hat in Amerika die Erfahrung gemacht, daß bei Einrichtung von regulierter Dauerlüftung in Fabriken, bei denen bis dahin die Sommerleistung um 14 bis 18% hinter der Winterleistung zurückblieb, nunmehr nur noch 3% Minderleistung im Sommer bestehen blieb. Die Dauerlüftung fördert also nicht nur die Gesundheit, sondern auch die Arbeitsleistung, und damit dürfte ihre Wirtschaftlichkeit gesichert sein.

Der Ring-Radiator.

Von Dipl.-Ing. H. Kraemer, Frankfurt a. M.

Die endgültige Lösung der Heizkörperfrage im Sinne rationellen Bauens weist auf das altbewährte Schmiedeeisen hin. Es wird gezeigt, wie im „Ring-Radiator“ ein Heizkörper geschaffen ist, der nicht nur die sämtlichen Vorzüge des Gußradiators in sich vereinigt, sondern darüber hinaus der Heiztechnik neue Möglichkeiten eröffnet.

Veranlassung zur eingehenden Beschäftigung mit der Herstellung von Heizkörpern aus gepreßten Stahlblechen gaben die nach dem Weltkriege einsetzenden Anstrengungen der Radiator-Gießereien, das Gewicht dieser Heizkörper wesentlich herunterzubringen. So kamen im Zeitalter der Normung zu der größeren Zahl der älteren »Schwermodelle« eine fast ebenso große Reihe von »Leichtmodellen« auf den Markt, ohne daß sich eins derselben als Einheitsmodell hätte durchsetzen können. Wenn aber in dem, nach dem Verlust der Erzvorräte Lothringens, recht eisenarmen Deutschland im Eisenverbrauch gespart werden muß und die Möglichkeiten des Gußeisens ausgeschöpft sind, so liegt es nahe, wieder einmal mit aller konstruktiven Sorgfalt auf das Schmiedeeisen zurückzugreifen, das aus Gründen der Zähigkeit für Hohlkörper sonst allgemein bevorzugt wird. Hierzu kommt noch, daß inzwischen auch die Schweißtechnik so bedeutende Fortschritte gemacht hat, daß gerade das Verbinden schwacher Eisenbleche eine Fließarbeit im wahren Sinne des Wortes geworden ist.

Über die Stärke der zu verwendenden Bleche sich klar zu werden, muß wohl die erste Sorge des Radiator-Konstruktors sein. Es liegt nahe, diese Stärke zum mindesten gleich der Wandstärke des in der Heiztechnik allgemein gebräuchlichen $\frac{3}{8}$ ''-Rohres zu halten. Die Durchmesser dieses Rohres sind 16,5 mm außen, 12 mm innen, die Gewindetiefe nach Whitworth ist 0,86 mm. Es verbleibt mithin ein Eisenkern von $\frac{16,5 - (2 \times 0,86) - 12}{2} = 1,4$ mm. Eine Radiatorblechstärke von 1,5 mm wird also — etwa gegen Korrosionsgefahr — zum mindesten die gleiche Gewähr bieten, wie das von der Heiztechnik bisher unbedenklich verwendete $\frac{3}{8}$ ''-Rohr.

Unbedenklich wenigstens bei der Wasserheizung, die aber heute wohl schon als die gegebene Heizung gilt, so lange nicht außergewöhnliche Verhältnisse ihre Anwendung verbieten. Hier ist die ständige Wasserfüllung — durchaus im Gegensatz zu dem ständigen Wasserwechsel der Warmwasserversorgung — für das Eisen ein Konservierungsmittel, wie man es sich besser nicht wünschen kann. Sobald die anfänglich im Wasser befindliche geringe Menge an Gasen, wie Sauerstoff und Kohlensäure, infolge der Erwärmung ausgeschieden ist, darf man die Gefahr einer Rostbildung als vollkommen beseitigt betrachten, da neue Gase nicht in die Anlage hineingelangen. Befürchtungen, daß durch das Eisen die Wasserfüllung zerlegt wird, also aus H_2O etwa das O abgespalten werden könnte, brauchen bei dem bekannten festen Zusammenhalt der beiden Wasserelemente wohl nicht weiter behandelt zu werden. Übrigens ist es auch ein offenes Geheimnis, daß selbst bei dem Schwermodell Kernverlagerungen die Gußwandungen auch noch unter das Maß von $1\frac{1}{2}$ mm drücken können, ohne daß dies äußerlich irgendwie in Erscheinung tritt. Bei der Feingliedrigkeit des Leichtmodells ist ein gleichwandiger Guß aber noch sehr viel weniger zu erwarten. Daß in Fachkreisen sich einerseits niemand an dieser bekannten Erscheinung stößt, andererseits nur wenige Fachleute sich der Tatsache erinnern, daß der durch Generationen bewährte Zylinderofen ein regelrechter »Blechheizkörper« war, beweist wohl am besten, wie sehr die Rostgefahr zum Schlagwort geworden ist.

Ist somit die Festlegung der Wandstärke des Stahlradiators mit 1,5 mm wohl begründet, so ist die Wahl der Gliedgröße das zunächstliegende. Bei der vorliegenden

Zur Problematik der Lüftung innenliegender Aborte und Bäder im sozialen Wohnungsbau

Von F. Roedler

Aus dem Robert Koch-Institut für Hygiene und Infektionskrankheiten, Abteilung für allgemeine Hygiene und Gesundheitstechnik

Seit der Veröffentlichung von Lorch¹⁾ sind Entgegnungen, Zuschriften, neue Richtlinien und Erfahrungen bekannt geworden, die sehr deutlich zeigen, daß auf der einen Seite die Architekten bei ihren Planungen die Verlegung der sanitären Räume ins Hausinnere für eine aus wirtschaftlichen Gründen unvermeidliche Maßnahme halten, während auf der anderen Seite die Lüftungstechniker neue Patentverfahren oder aber die an sich erprobte, elektrische Lüftungsanlage²⁾ als brauchbarste Lösung vorschlagen. Im sozialen Wohnungsbau liegt dabei die Problematik in möglichst geringen Anlage- und Betriebskosten bei einwandfreier, d. h. ausreichendem, ständigem Lüftungseffekt. Die von Hotelbauten her bekannte elektrische Entlüftung von Innenaborten stellt zwar eine einwandfreie technische Lösung dar, führt aber wegen ihrer Gesamtkosten immer wieder zurück auf die Frage, ob nicht mit der „natürlichen“ oder „freien“ Schachtlüftung, deren Zeitalter überwunden zu sein schien, auszukommen wäre. Die grundrißmäßigen Einsparungen des Architekten dürfen weder durch den zusätzlichen Einbau einer elektrischen Belüftungsanlage illusorisch gemacht, noch durch ausgesprochene wohnungshygienische Mängel einer schlechten Schachtlüftung erkauft werden.

Die folgenden Ausführungen sollen eine kritische Urteilsbildung hierzu erleichtern durch eine gründlich abwägende Erörterung der erfolgversprechenden und illusorischen Maßnahmen. Vorangeschickt sei zur Gewinnung einer objektiven Vergleichsbasis eine Bewertung der Fensterlüftung. Danach wird auf die einzelnen Lüftungsverfahren, die bauliche Durchführung, auf Richtlinien und Erlasse und zum Schluß auf praktische Erfahrungen eingegangen.

Die übliche Fensterlüftung

Es ist bisher in Deutschland eine baupolizeiliche Vorschrift und demgemäß eine Selbstverständlichkeit gewesen, sanitäre Räume mit einem in der Außenwand liegenden Fenster zu versehen. Hierdurch sollte eine ausreichende Tagesbelichtung und Frischluftversorgung gewährleistet sein. Im allgemeinen wurde dieses Ziel auch erreicht, doch dürfen einige Mängel, die trotz dieser Vorschrift, bzw. durch ihre teilweise Umgehung eintraten, nicht verschwiegen werden.

Die Fenster der Aborte sind in vielen Fällen zu klein, werden hoch angeordnet und als Einfachfenster ausgeführt. Ein schlechtes Beispiel bieten jene Badezimmer (Bild 1), denen nach der Außenwand hin eine Kammer (Mädchenzimmer) vorgelagert ist, über deren Decke ein niedriger Schacht, der mitunter noch als „Hängeboden“ benutzt wird, zum Außenfensterchen führt, das — durch eine lange Eisenstange erreichbar — selten geöffnet wird und im Winter nicht wärmedicht schließt.

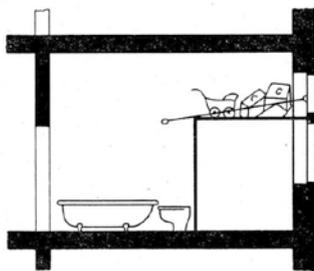


Bild 1. Unzureichende Belüftung und Belichtung eines Badezimmers mit vorgelagerter Mädchenkammer.

Bei Windanfall entsteht auf der dem Wind zugekehrten Gebäudeseite (Luvseite) ein Überdruck oder Staudruck, auf der Windschattenseite (Leeseite) ein Unterdruck, die beide zusammen als treibende Kraft für einen Luftstrom quer durch die Wohnung bzw. das Haus auftreten, sofern entsprechende Öffnungen und Wege vorhanden sind. Es genügen die stets anzutreffenden Undichtigkeiten der Fenster und Türen, um eine solche Querlüftung aufkommen

zu lassen. Steht nun der Wind auf dem Abortfenster, so wird immer etwas Luft von außen hereingedrückt und Abortluft durch den Türspalt in die Wohnung einsickern, wobei nennenswerte Belästigungen zunächst noch nicht aufzutreten brauchen. Wird jedoch nach Benutzung des Abortes das Fenster und außerdem beim Verlassen die Tür geöffnet, so gelangt der gesamte Schlechtluftinhalt des Abortes unter Umständen mit einem Schub in die Wohnung oder strömt auch bei bereits wieder geschlossener Tür infolge des geöffneten Fensters durch die Türspalte in wenigen Minuten in die Wohnung. Es gelangt also in diesen Fällen durch das Abortfenster zwar Frischluft in den Abort, aber die schlechte Luft wird nicht zum Fenster herausgespült, sondern von der unter Winddruck stehenden Außenluft in die Wohnung gedrängt.

Diesen unbestreitbar immer wieder anzutreffenden Unzulänglichkeiten befensterter Aborte und Baderäume — ohne daß die Ausführungen den behördlichen Vorschriften widersprechen — wäre im Hinblick auf den in der Praxis tatsächlich anzutreffenden Nutzeffekt hinzuzufügen, daß die Appetitlichkeit der Wohnungsluft nicht zuletzt eine Frage der Erziehung und des Verständnisses der Bewohner ist. Wenn trotz ausreichender Lüftungsmöglichkeit mit Hilfe des Außenfensters hiervon aus Nachlässigkeit, Bequemlichkeit oder Ungeschicklichkeit nicht hinreichend oder zu unpassender Zeit Gebrauch gemacht wird, so haften offenbar der Fensterlüftung neben etwaigen Mängeln in der baulichen Ausführung auch solche der unzureichenden oder falschen Nutzungsweise an, und der Gedanke an eine automatische, von der Aufmerksamkeit der Bewohner weitgehend unabhängige Zwanglüftung liegt nahe. Hieraus ist zu ersehen, daß auch der Fensterlüftung durch Windanfall und Bedienungsfehler Schwächen anhaften können. Danach erhebt sich die Frage, ob im Vergleich hierzu die Lüftung innenliegender Räume diese Schwächen vermeidet, beibehält oder weitere hinzukommen.

Die Erörterung entsprechender Lüftungsverfahren hat auszugehen von der grundsätzlich zu fordernden Mindestluftmenge.

Luftmengen und Lüftungsverfahren

Es steht außer Zweifel, daß die verbrauchte Luft (Abluft) aus Innenaborten und -bädern unmittelbar ins Freie geleitet und — als oft übersehene Voraussetzung hierfür! — eine gleichgroße Menge neuer, reiner Luft (Zuluft) zugfrei nachgeführt werden muß. Man rechnet in der Lüftungstechnik bei den genannten Raumarten im allgemeinen mit einem mindestens fünffachen stündlichen Luftwechsel.

Bei elektrischer Lüftung mit ihrer — im Gegensatz zu natürlichen Lüftungsverfahren — stets gleichbleibenden Förderleistung wird vereinzelt der dreifache stündliche Luftwechsel befürwortet. Die hierbei denkbare Senkung der Anlage- und Betriebskosten ist so gering, daß sie an den folgenden Betrachtungen nichts Grundsätzliches ändert. Setzt man für einen Abort mindestens 3,5 m³ Rauminhalt und für ein Bad mit Abort mindestens 9 m³ Rauminhalt voraus, so ergibt der erwünschte fünffache Luftwechsel eine Mindestluftmenge von rd. 18 bzw. 45 m³/h. Obwohl diesen Zahlen kein normativer Charakter zuzusprechen ist, bilden sie eine gut abgestimmte Ausgangsbasis für die folgenden Erörterungen. Größere Raumabmessungen finden sich im sozialen Wohnungsbau nur selten. Kleinere Ausführungen erhöhen, wenn man an den genannten Luftmengen festhält, den Luftwechsel, beschleunigen also den Lüftungseffekt, sind jedoch durch ihre Enge kaum zumutbar. Als

¹⁾ Lorch, W.: Die technischen Grundlagen der Belüftung von Innenräumen. Ges.-Ing. 70 (1949), Nr. 23/24, S. 395.

²⁾ Sprenger, E.: Ges.-Ing. 70 (1949), Nr. 23/24, S. 399.

Kraftquelle zur Förderung der Luft werden genannt:

1. Ausnutzung des Gewichtsunterschiedes zwischen der im allgemeinen kühleren Luft im Freien und der wärmeren Luft innerhalb der Räume in Form der thermischen Auftriebs- oder Schachtlüftung.

2. Erhöhung dieses Gewichtsunterschiedes durch eine künstliche Wärmequelle im oder am Schacht.

3. Ausnutzung des Winddruckes durch entsprechende Anordnung von Lüftungsschächten und -kanälen.

Die genannten Verfahren gehören zur freien Lüftung, da sie im wesentlichen von den zufällig gerade vorhandenen Witterungsverhältnissen abhängen. Ihnen gegenüber steht

4. die Zwanglüftung oder künstliche Lüftung in Form einer Absaugungsanlage mit Elektrolüfter. Möglich sind

5. Kombinationen der bisher genannten Verfahren. Um die Brauchbarkeit dieser Maßnahmen beurteilen zu können, ist es notwendig, die Zuverlässigkeit der treibenden Kräfte zu betrachten.

Ausnutzung des natürlichen Temperaturunterschiedes

Der wirksame Auftrieb hängt im wesentlichen ab von der Schachthöhe, der Übertemperatur im Abort gegenüber dem Freien und den Strömungswiderständen. Für die wirksame Höhe H des Schachtes ist es von wesentlicher Bedeutung, ob nur ein über Dach führender Abluftschacht angeordnet wird, während die unbedingt erforderliche, gleich große Menge Zuluft aus Flur und Wohnung nachströmt oder ob jeweils ein Zu- und ein Abluftschacht vorgesehen werden, wobei die gesamte Schachthöhe etwa der Haushöhe entspricht.

Fehlt ein Zuluftschacht, strömt die Luft also aus der Wohnung nach, ist sie in der kalten Jahreszeit beim Eintritt in den Abort vorgewärmt — und zwar zu Lasten der Wohnraumheizung —, so daß Zugbelästigungen vermieden sind. Es reicht dann aber im obersten Geschoß die Höhe des Abluftschachtes zu einem wirksamen Auftrieb in der wärmeren Jahreszeit nicht aus. Führt man auch einen Zuluftschacht aus, ist die Summe von Zuluftschachthöhe und Abluftschachthöhe und damit der thermisch bedingte Auftrieb in allen Geschossen praktisch gleich groß. Nachteilig wirkt sich aber die Abkühlung der Wohnung infolge des Zuluftschachtes in der kalten Jahreszeit aus.

Den größten Unsicherheitsfaktor bildet jedoch die Übertemperatur gegenüber der Luft im Freien. Sie kann im Sommer sogar völlig verschwinden, so daß überhaupt kein Luftwechsel vorhanden ist, oder die Temperatur im Freien liegt sogar höher als im Hause, wobei sich die Strömungsrichtung der Luft im Schacht umkehrt.

Das Zusammenspiel zwischen Schachthöhe H , Temperaturunterschied gegenüber dem Freien Δt , Schachtquerschnitt F

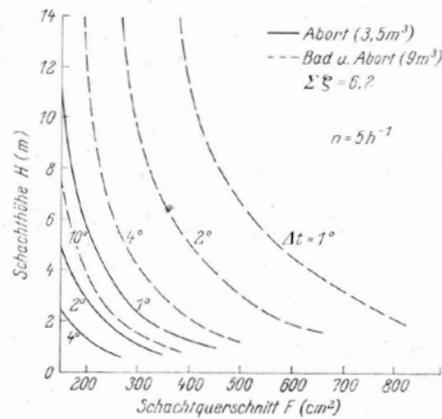


Bild 3. Für einen $n = 5$ -fachen Luftwechsel erforderliche Kombinationen von Schachtquerschnitt F , Schachthöhe H und Temperaturdifferenz Δt (Widerstandsbeiwert $\zeta = 6,2$).

und stündlichem Luftwechsel n bei einem Widerstandsbeiwert $\Sigma \zeta = 6,2$ zeigen beispielsweise die Bilder 2 und 3. Bild 2 gilt nur für $F = 200$ cm², also den kleinsten in der Praxis brauchbaren Querschnitt, Bild 3 gilt bei beliebigem Querschnitt nur für den 5fachen stündlichen Luftwechsel. Bei $F = 200$ cm² und $H = 10$ m wird ein 5facher Luftwechsel im Abort bei knapp 1° Temperaturunterschied, im Bad mit WC. bei etwa 4° Temperaturunterschied erreicht. Bei $H = 2$ m wären Temperaturunterschiede von rd. 3° bzw. 15° erforderlich! Vergrößerung des Schachtquerschnittes läßt zwar einen kleineren Temperaturunterschied ausreichend erscheinen (Bild 3), doch ist zu bedenken, wie oft bzw. wie lange auch so kleine Temperaturunterschiede durch sommerliche Außentemperaturen unterschritten, zu Null oder gar negativ werden. In Bild 4 ist durch die senkrecht schraffierte Fläche dargestellt, zu welchen Tageszeiten (Abszisse) in den einzelnen Sommermonaten (Ordinate), der Temperaturunterschied innen — außen kleiner als 4° ist, die thermische Lüftung im Bad also versagen würde. Es liegt dabei der langjährige Durchschnitt des täglichen Temperaturverlaufes der Berliner Innenstadt zugrunde und eine Innenraumtemperatur von 18°. Für den Abort mit einem erforderlichen Temperaturunterschied von 1° gilt die karierte Fläche. Selbst wenn noch kleinere Temperaturunterschiede infolge größerer Schachtquerschnitte angestrebt werden, kann der Zeitraum des Versagens nicht kleiner werden als der gestrichelte Linienzug umfaßt; denn er gilt für den Temperaturunterschied $\Delta t = 0^{\circ}$, zeigt also den Zeitraum, in dem die mittleren Außentemperaturen über 18° liegen. Es tritt in diesem Zeitraum unter Umkehrung der Strömungsrichtung u.U. Außenluft von oben in den Abluftschacht, von dort in den Abort und — durch Gerüche verschlechtert — in die Wohnräume, sofern nicht ein Zuluftschacht vorhanden war, der nunmehr die Rolle des Abluftschachtes übernimmt. So gesehen, ist das Fehlen eines Zuluftschachtes bei diesem, den launischen Witterungsverhältnissen ausgelieferten Lüftungsverfahren also ein schwerer Fehler. Diese Feststellungen stehen im Einklang mit den schlechten Erfahrungen bei Schachtlüftungen, die ausschließlich auf dem natürlichen Temperaturunterschied zwischen dem Innenraum und dem Freien — oft auch nur dem Treppenhaus — beruhen, ohne andere treibende Kräfte, wie z.B. Wind. Andererseits nimmt die Wirksamkeit der thermischen Auftriebslüftung in der kalten Jahreszeit mit sinkender Außentemperatur entsprechend der größeren Temperaturdifferenz innen—außen zu, nicht proportional, sondern mit der Wurzel aus der Temperaturdifferenz. Beträgt diese nicht 4°, wie im ersten Beispiel angenommen war, sondern z.B. 16°, also das Vierfache davon, so erhöht sich die geförderte Luftmenge auf etwa das Doppelte. Der Luftwechsel im Winter ist dann erheblich größer und kann sogar schädliche

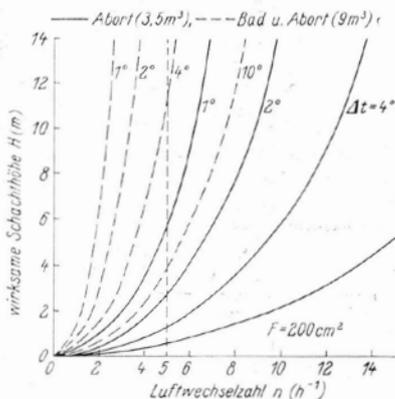


Bild 2. Mit einem Schachtquerschnitt $F = 200$ cm² bei verschiedenen Schachthöhen H und verschiedenen Temperaturdifferenzen Δt erreichbarer Luftwechsel (Widerstandsbeiwert $\zeta = 6,2$).

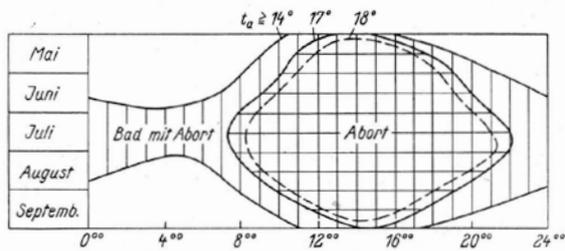


Bild 4. Zeitraum des Versagens einer thermischen Schachtlüftung bei einer erforderlichen Temperaturdifferenz von 4° für Bad mit Abort und 1° für den Abort gemäß Beispiel im Text.

Zugerscheinungen in Bad und Abort hervorrufen und zwar jetzt gerade dann, wenn die Zuluft nicht aus der Wohnung, sondern durch einen Frischluftschacht unmittelbar aus dem Freien nachströmt. Der Bewohner pflegt sich hiergegen erfahrungsgemäß dadurch zu wehren, daß er die Öffnungen am Zuluftschacht zustopft. Er verzichtet lieber auf jede Lüftung, als daß er sich Zugbelästigungen aussetzt. Häufig bleiben dann die Gitter lange Zeit ganz verschlossen.

Die jahreszeitlichen Schwankungen beim Temperaturunterschied außen—innen bringen also im Sommer ein Absinken der Luftmengen bis auf Null, ja sogar eine Umkehrung der Strömungsrichtung mit sich, während im Winter Zugbelästigungen zu befürchten sind. Dabei kann der Zuluftschacht im Sommer notwendig, im Winter dagegen unerwünscht sein!

Künstliche Wärmequellen im Schacht

Um von der meteorologisch bedingten und unbeeinflussbaren Außenlufttemperatur weniger abhängig zu sein, liegt es nahe, die notwendige Übertemperatur im Innern durch eine künstliche Wärmequelle zu erzielen, so daß auch bei hohen Außentemperaturen noch höhere Temperaturen im Schacht gewährleistet sind, ein Verfahren, das zur Entlüftung von Digestorien in Laboratorien bekannt und meist durch eine Gasflamme gekennzeichnet ist. Die Betriebskosten für eine Gasflamme sind bei einer Abortlüftung im sozialen Wohnungsbau nicht tragbar. Als Ersatz hierfür kommt nach in Wien gemachten Erfahrungen³⁾ die in einem Innenraum zur Beleuchtung ohnehin meist erforderliche elektrische Glühlampe in Betracht; sie muß so unter der Mündung des Abluftschachtes angebracht sein, daß sie den Raum gut beleuchtet und die aufsteigende Wärme vorzugsweise in den Abluftschacht abgibt — ohne jedoch selbst ein Strömungshindernis für die Luft zu bilden. Der verlangte fünffache Luftwechsel würde im Abort (3,5 m³) bei 300 cm² Schachtquerschnitt durch eine 15-Wattlampe erreichbar sein, im Bad mit Abort (9 m³) jedoch unter den gleichen baulichen Voraussetzungen wie im vorigen Abschnitt bereits eine 100-Wattlampe erfordern, die praktisch nirgends verwendet wird. Dieser Luftwechsel käme dann, aber auch nur dann zustande, wenn die Lampe brennt. Der Raum ist also auf diese Weise nur während der Benutzung belüftet; die schlechte Luft wird im allgemeinen beim Öffnen der Tür bzw. Verlassen des Raumes noch nicht entfernt sein, also z.T. in die Wohnung gelangen. Andererseits wirkt diese Lampenlüftung meist kombiniert mit der im vorigen Abschnitt erläuterten Auftriebskraft infolge der natürlichen Temperaturdifferenz, der sich die künstlich erzeugte nunmehr überlagert. Wenn also der im Berechnungsbeispiel geschilderte Schacht für den Abort normalerweise bis zu Außentemperaturen von 17° ausreichend Luft förderte, so ist dies bei zusätzlicher Lampenwirkung bis zu Außentemperaturen von etwa 18° und damit an etwa 15 Tagen des Jahres mehr der Fall. Diese kombinierte Lüftung würde aber trotzdem im langjährigen Durchschnitt noch mindestens versagen in Hamburg 30, in Berlin 40, in Frankfurt a.M. 60 und in Stuttgart 65 Tage

³⁾ Schuster, F.: Drei- und Zweiraumwohnungen; Studie über die Entwicklung von Grundriss-typen für den sozialen Wohnungsbau. — Der Aufbau, 4 (1949), Nr. 7, S. 257.

lang im Jahr. Hinzu kommen darüber hinaus jene Fälle, in denen die auf die Brennzeit der Lampe beschränkte Wirkungsdauer unzureichend bleibt. Ferner wäre daran zu denken, daß auch innenliegende sanitäre Räume tagsüber nicht immer auf künstliches Licht angewiesen zu sein brauchen, sondern durch eine Wand (oder den oberen Teil einer Wand) aus Glasbausteinen mit Tageslicht aus einem Nachbarraum hinreichend versorgt werden können. Die elektrische Glühlampe fällt hier tagsüber als treibende Kraft für die Lüftung aus und das besonders an den langen Tagen des Sommers, wo sie nach Bild 4 als Ergänzung besonders erwünscht ist.

Die beiden bisher behandelten Verfahren können also weder einzeln, noch in ihrer Kombination als befriedigend bezeichnet werden.

Ausnutzung des Winddruckes

Bei der kritischen Betrachtung der Fensterlüftung war der Winddruck auf ein Gebäude als treibende Kraft für einen u.U. unerwünschten Luftstrom quer durch die ganze Wohnung behandelt worden. Leitet man jedoch die an der Außenfront eines Hauses aufprallende Luftmenge mit Hilfe eines Zuluftkanales unmittelbar in den sanitären Raum und von dort durch einen Abluftschacht über Dach wieder ins Freie, so ist eine planmäßige Durchlüftung dieses Raumes denkbar. Nach ihrer Triebkraft als Wind-Schachtlüftung bezeichnet, ist sie bekannt und mit Erfolg eingeführt bei Lagerräumen, Waschküchen und z.T. auch bei Kochküchen. Die Menge der zugeführten Luft hängt ab von 1. der Windstärke, 2. der Lage der Lufteintrittsöffnung zur Windrichtung, 3. dem Kanalquerschnitt und 4. den Strömungswiderständen auf dem Wege vom Eintritt bis zum Austritt aus dem Haus. Zu diesen einzelnen Faktoren für die Luftlieferung müssen einige meteorologische und architektonisch-bauliche Bemerkungen grundsätzlicher Art gemacht werden, weil sich hieraus Erklärungen für die bisherigen Versager und Hinweise für zukünftige Planungen ergeben.

Die Windstärke bzw. die Windgeschwindigkeit ist regional sehr verschieden und auf die Frage, mit welcher Windgeschwindigkeit bzw. mit welchem Staudruck als treibender Kraft für die Wind-Schachtanlagen innerhalb geschlossener Ortschaften quer zur Achsenrichtung der Straßen in Bodennähe am Lufteintrittsgitter im allgemeinen gerechnet werden kann, gibt es bisher in Deutschland keine auf zuverlässigen und langfristigen Messungen beruhende Antwort. Die von den Wetterstationen registrierten Windstärken beziehen sich auf freiliegende Beobachtungsorte, liegen also wesentlich höher und dürfen hierfür nicht herangezogen werden. Die von F. Albrecht und L. Grunow⁴⁾ angestellten Beobachtungen können nicht befriedigen, da

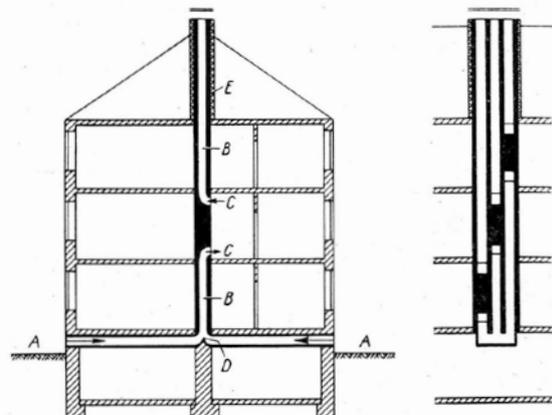


Bild 5. DIN-Entwurf 18017 vom März 1950. Schemazeichnung. (A Querkanal, B Zu- bzw. Abluftschacht, C Ein- bzw. Austrittsöffnung, D Umlenkfläche, E Wärmeabg.)

⁴⁾ Meteorolog. Zeitschrift 1935, H. 3, S. 103.

die Problemstellung eine ganz andere war, und Meßergebnisse von nur zwei Tagen vorliegen. Man ist also zunächst auf physikalische Überlegungen angewiesen, deren Ergebnis darauf hinausläuft, daß die horizontale Geschwindigkeit der Luft in Bodennähe geschlossener Straßenzüge — kaum mehr „Wind“ im engeren Sinne! — in der überwiegenden Mehrzahl aller nach Örtlichkeit, Tages- und Jahreszeit differenzierten Fälle in praxi i.M. in der Größenordnung von 0,5 m/s liegt, was einen tatsächlichen Staudruck von 0,02 mm WS an der Hausfront ergeben dürfte. Damit soll keinesfalls übersehen oder bezweifelt werden, daß mitunter auch Geschwindigkeiten mit dem zehnfachen Betrag auftreten können — sie erfordern sogar wegen ihrer Zugbelastung besondere Vorkehrungen zur Regulierung am Eintrittsgitter! —, aber für die Beurteilung des Lüftungseffektes, wie er sich als ständig zu fordernde Betriebseinrichtung darstellen soll, dürfte der genannte Wert maßgeblich sein.

Die Windrichtung unterliegt ebenfalls starken Schwankungen; vorherrschend sind in Deutschland die westlichen Richtungen, insbesondere bei den höheren Geschwindigkeiten. Doch dreht der Wind — örtlich verschieden — mehr oder weniger häufig auch auf andere Richtungen, wobei mit nächstgrößerer Häufigkeit Ostwinde, d.h. genau entgegengesetzt gerichtete Winde anzutreffen sind. Liegt also die Eintrittsöffnung eines Windlüftungsschachtes nach Westen, so wird die Anlage bei Ostwind entweder gar nicht fördern, oder aber durch Sogwirkung in umgekehrter Richtung arbeiten.

Wie schwierig eine Berücksichtigung bzw. Ausnutzung der häufigsten Windrichtung durch entsprechende Orientierung der Zuluftöffnung ist, läßt sich aus einem Zahlenbeispiel entnehmen: Während im Durchschnitt der Jahre 1925 bis 1944 von 100 Windbeobachtungen in Dahlem 14 auf die Ostrichtung entfielen, waren es 1949 nur 3,4. Es gibt also nicht nur Tage mit Windflauten, sondern ganze Jahre, wenn man baulicherseits durch die Lage der Zuluftöffnung auf eine Hauptwindrichtung spekuliert.

Hiernach ist es erklärlich, daß z.B. in Holland und in Skandinavien, wo der Wind 1. kräftig, 2. regelmäßig und 3. aus einer Richtung, nämlich von der See her weht, die besten Erfahrungen mit Windlüftungsschächten gemacht wurden, während in anderen Gegenden mit häufigen Windflauten und drehenden Winden das Gegenteil der Fall war. Orte mit Kessellage, wie z.B. Stuttgart, werden Mißerfolge aufweisen, die ausschließlich auf die unabänderlichen örtlichen meteorologischen Verhältnisse zurückzuführen sind.

Um auch bei Drehen des Windes bis zur entgegengesetzten Richtung eine Beaufschlagung des Schachtes zu ermöglichen, wird die Anordnung eines quer durch das ganze Keller- oder Erdgeschoß des Gebäudes führenden horizontalen Kanals mit je einem Eintrittsgitter an zwei einander gegenüberliegenden Hausfronten etwa nach Bild 5 vorgeschlagen. An der Übergangsstelle in den senkrechten Schacht soll ein Ablenkformstück *D* vorgesehen werden, um möglichst viel Luft aus dem horizontalen Kanal in den senkrechten Schacht abzuleiten. Nach patentrechtlich detaillierten Vorschlägen von Lorch¹⁾ können auch verschiebbare Schikanen, Ventilkappen und relaisgesteuerte Luftweichen u. ä. m. eingebaut werden; erfahrungsgemäß birgt aber jeder der feuchten Außenluft ausgesetzte Stellwerkmechanismus die Gefahr des Verschmutzens, Verrostens und damit des Blockierens. Eine einwandfreie Ausführung würde im sozialen Wohnungsbau den zur Innenraumbelüftung verfügbaren Kostenanteil sicher überschreiten. Lorch geht in seinen Vorschlägen sogar so weit, daß er in jedem Geschoß einen durchgehenden Querkanal anordnet. Dabei ist aber zu bedenken, daß solche Kanäle erhebliche Baukosten verursachen, Raumabkühlung in beachtlichem Maße und damit erhöhte Gefahr der Schwitzwasserbildung bringen, in den Obergeschossen nicht gereinigt werden können und sich innerhalb der heute überwiegend verwendeten Decken aus Stahlbeton-Fertigteilen oder in Stahlbetondecken auf Schalung nur ganz selten unterbringen lassen, unter der Decke aber stören würden.

2*

Neben dem Staudruck auf das Lufteintrittsgitter bietet die Ausnutzung der Sogwirkung am Schachtaustritt über Dach durch den vorbeiströmenden Wind ohne oder mit Hilfe von Saugköpfen ein — allerdings umstrittenes — Hilfsmittel zur Erhöhung der Förderleistung. Untersuchungsergebnisse hierüber liegen neben deutschen Arbeiten, die sich aber meist auf Schornsteinaufsätze²⁾ mit ihren doch anders gearteten Aufgaben beziehen, aus Holland³⁾ und Österreich⁴⁾ vor. Allen im Windkanal durchgeführten Messungen haftet leider der Nachteil an, daß sie den unentwegt an- und abschwelenden Windgeschwindigkeiten im Freien ebensowenig entsprechen wie den reiterartigen Bewegungsvorgängen der Luftmasse über dem stark profilierten Häusermeer einer Stadt. Immerhin könnte eine erneute, objektive Prüfung und Zulassung von Saughauben, etwa im Sinne der von Back angegebenen Drosseldiagramme und in Parallele zu den „Grundsätzen für Bau und Prüfung von Schornsteinaufsätzen“⁵⁾ verhindern, daß unbrauchbare Geräte in den Handel kommen, und somit die wenigen einigermaßen brauchbaren Aufsätze herausstellen. Wenn Voogd und Wirtz unter 32 geprüften Aufsätzen nur drei herausfanden, die allen Anforderungen genügten, so ist das für die Erfolgsaussichten bezeichnend. Bei Windstille sind diese Aufsätze nicht nur unwirksam, sondern behindern das freie Abströmen der Luft. Ihre Wirkung beruht mehr auf dem Abfangen störender örtlicher Luftströmungen im Sinne von Windschutzhauben, so daß Stauungen bei schrägem Windeinfall von oben her verhindert werden. Die oft betonte Diffusorwirkung bleibt in sehr mäßigen Grenzen. Ob solche Aufsätze dann bei guter, d.h. dauerhafter und betriebssicherer Ausführung im sozialen Wohnungsbau kostenmäßig vertretbar sind, bzw. an ihrer Stelle besser ein einfacher Elektrolüfter Verwendung finden sollte, ist bis heute noch eine offene Frage, auf die noch zurückzukommen sein wird.

Eine Lösung des Problems ist nicht in einer generellen Genehmigung oder Ablehnung des Windlüftungsschachtes zu suchen, sondern in einer objektiven Abgrenzung solcher Landstriche, Ortschaften und Bebauungsformen, für welche die meteorologischen Voraussetzungen zutreffen. Unter diesem Blickwinkel dürfte der bisherige Meinungsstreit in furchtbarere Bahnen zu bringen sein. Die zur Gewinnung solcher Unterlagen notwendigen Messungen erfordern jedoch einen längeren Beobachtungszeitraum.

Um überschlagsmäßig einen Eindruck von der Wirksamkeit der Windkraft-Schächte im Vergleich zum thermischen Auftrieb zu gewinnen, wurde für das oben behandelte Ausführungsbeispiel (Schachtquerschnitt 300 cm², Höhe 10 m) für eine Straßluftgeschwindigkeit von 0,5 m/s senkrecht zum Eintrittsgitter der Luftwechsel errechnet, wobei an der Schachtmündung über Dach weder eine Sogwirkung noch eine Stauung angenommen sei. Er ist im Abort rd. 6fach, im Bad mit Abort 2,5fach in der Stunde. Bei rein thermischem Auftrieb würde der gleiche Luftwechsel bei einer Temperaturdifferenz innen-außen von 10°C zustande kommen. Rechnet man für windstarke Tage (Windstärke 6) mit etwa 4 m/s senkrecht zum Gitter, steigt der Luftwechsel im Abort etwa auf das 20 bis 30fache, muß also künstlich an den Einströmgeräten des Raumes gedrosselt werden, um unerträgliche Zugerscheinungen zu vermeiden. Dies wird der Benutzer zweifellos im eigenen Interesse tun; ob er aber bei Nachlassen des Windes die Jalousieklappen wieder öffnet, ist fragwürdig.

In der Praxis wirken die thermische Kraft infolge des Temperaturunterschiedes innen-außen und der Winddruck gemeinschaftlich, wobei es je nach den Temperatur- und

¹⁾ Meuth, H.: Einfluß des Windes auf den Kaminzug. XIV. Kongreß für Heizung und Lüftung 1935, S. 51.

²⁾ de Voogd u. Wirtz: Betrachtungen über das Verhalten von Schornsteinaufsätzen. Ges.-Ing. 59 (1936), Nr. 42, S. 605 u. Nr. 43, S. 621.

³⁾ Linden: Schornstein- und Lüftungsaufsätze. Ges.-Ing. 62 (1939), S. 221.

⁴⁾ Back, O.: Die Ermittlung der relativen Wertigkeit windbetätigter Saughauben. Ges.-Ing. 55 (1932), Nr. 51, S. 607.

⁵⁾ Reichsarbeitsblatt 1940, I, S. 343.

Windverhältnissen zu einer Addition oder Subtraktion der beiden Komponenten kommen kann. Aus den zeitlichen Schwankungen beider Einflußgrößen ergibt sich ein alter, merkwürdigerweise zu wenig bekannter Erfahrungssatz: Für zeitgebundene Lüftungsaufgaben ist der Lüftungsschacht wenig geeignet, für alle nicht an eine bestimmte Zeit gebundenen Aufgaben leistet er dagegen gute Dienste. So wird ein Lüftungsschacht, selbst wenn er nur die Hälfte der im Rechnungsbeispiel angegebenen Menge fördert, völlig ausreichen, um Abort und Bad trocken und damit baulich einwandfrei zu erhalten. Die Abführung des beim Baden anfallenden Wasserdampfes ist nicht unbedingt an die Badezeit gebunden, sondern es genügt im allgemeinen, wenn die Feuchtigkeit bis zum nächsten Morgen entfernt und damit eine Durchnässung des Mauerwerkes und ein Festsetzen der Gerüche vermieden ist. Der Schacht kann in Baderäumen ohne WC., ähnlich wie bei Waschküchen und Kochküchen, seine Aufgabe nachträglich bei mäßiger Leistung entsprechend langsam oder bei größerer Temperaturdifferenz des Nachts und bei gelegentlich stärkerem Wind erfüllen. Wenn jedoch in einem Abort während einer nur wenige Minuten dauernden Benutzung größere Mengen schlechter Luft anfallen, so wird man kaum erwarten dürfen, daß diese in der warmen Jahreszeit und bei städtischer Bebauungsdichte mit Hilfe der bisher beschriebenen thermischen und bzw. oder Windkraftlüftung jederzeit laufend entfernt werden, besonders nicht in Zeiten hintereinander folgender, ununterbrochener Benutzung, wie sie etwa in einer Familie mit Schulpflichtigen und Berufstätigen morgens zwischen 6⁰⁰ und 8⁰⁰ Uhr denkbar ist.

Die Grenzen der Zuverlässigkeit der thermischen und der Windkraftlüftung sind damit deutlich genug umrissen. Geht man von der Erwartung aus, daß zu keiner Jahres- und Tageszeit schlechte Luft in den Wohnungsflur — denn nur von hier aus soll der Innenabort betretbar sein! — gelangen darf, eine Erwartung, die nach der einleitenden Kritik auch bei befensterten Aborten nicht immer erfüllbar ist, so reichen die Ausnutzung des thermischen Auftriebes und des Winddruckes nicht aus, und es bleibt als sichere Lösung nur die künstliche Lüftung.

Absaugung durch Elektrolüfter

Die in Sonderfällen angewandte Ausführungsform der Luftabsaugung unmittelbar an jedem Abortbecken durch ein Einzelgebläse mit Rohrleitung¹⁾ scheidet für den sozialen Wohnungsbau zugunsten einer zentralen Absaugungsanlage²⁾ mit ihren niedrigeren Anlage- und Betriebskosten aus. Es genügt dann ein Schleuderradlüfter oder auch ein Schraubenlüfter am oberen Ende des Abluftschachtes, wobei jedoch bei einem gemeinsamen Schacht für sämtliche übereinanderliegenden sanitären Räume das Problem der Dämpfung der Geräuschübertragung von einem

¹⁾ Ges.-Ing. 70 (1949), H. 23/24, S. 423.

Raum zum benachbarten sorgfältiger Beachtung bedarf. Schalltechnisch wäre die Auskleidung des Entlüftungsschachtes mit Holzwoleplatten am günstigsten. Wirtschaftlich ist dies jedoch unter Einbeziehung der erforderlichen Imprägnierung zur Verhütung einer Brandübertragung ebensowenig vertretbar wie die bisweilen vorgeschlagene Anordnung von zwei getrennten, unverkleideten Schächten, deren einer das 1. und 3. Geschoß, deren anderer das 2. und 4. Geschoß entlüftet, so daß der vertikale Abstand der Abluftgitter von einander wenigstens verdoppelt wäre. Die hierdurch erreichbare Schalldämmung steht bei glatten, harten Innenoberflächen des Schachtes in keinem Verhältnis zum baulichen Mehraufwand. Keinesfalls sollte die Abluft unmittelbar hinter dem Abluftgitter in den gemeinsamen Schacht gelangen, sondern zunächst eine kurze Strecke für sich getrennt durch einen besonderen Aufsatz am Abluftgitter oder einen kurzen Kanal geleitet werden. Diese Ausführungsform läuft dann bereits auf die von den meisten Architekten bevorzugten, parallel nebeneinander liegenden Einzelschächte hinaus.

Bei strömungstechnisch günstiger Anordnung des Elektrolüfters, vorzugsweise als Schraubenlüfter, kann der Schacht während der kalten Jahreszeit bei ausreichender thermischer Wirkung zur Stromkostensparnis auch ohne Ventilator fördern; im Sommer wird der Lüfter entweder mittels Zeitschalter nach einem bestimmten Fahrplan betrieben oder auf Grund von Erfahrungen und Beobachtungen in Zeiten starker Benutzung der Räume, z.B. von 6⁰⁰ bis 8⁰⁰ Uhr, eingeschaltet. Verzichtet man auf besondere Frischluftschächte, müssen ein schmaler Spalt zwischen Tür und Fußboden belassen oder — weniger gut — rosettenartige Öffnungen ausreichender Größe in der Tür angeordnet werden. Zugserscheinungen treten nicht auf, da die Zuluft der warmen Wohnung entnommen wird. Der Mieter hat also keine Veranlassung, die Eintrittsöffnung des Schachtes zu verstopfen, wie es bei Wind-Schachtanlagen mit ihrer auf hohe Spitzenleistungen pendelnden Kaltluftmenge erfahrungsgemäß immer wieder vorkommt.

Über die im Vergleich zur natürlichen Lüftung höheren Kosten, bedingt u.a. durch ständige Betriebskosten, gehen die Angaben z.Zt. noch weit auseinander. Bei größeren Wohnblocks sollen — bezogen auf einen sanitären Raum — Anlagekosten von etwa 60.— DM und Energieziffern von etwa 3 Watt/h erreichbar sein. Dabei ist die Frage der bauseitigen Aufwendungen für die Schächte im Vergleich zum befensterten Raum bisher noch nicht befriedigend beantwortet worden. Fest steht nur, daß diese Ausgaben in Verbindung mit dem Elektrolüfter zu einer stets einwandfreien Lüftung führen, während sie bei den natürlichen Lüftungsverfahren mehr oder weniger große Fehlinvestitionen sein können. Andererseits dürfen beim Elektrolüfter die Ausgaben für Wartung, Instandhaltung und Ersatz nicht bagatellisiert werden. (wird fortgesetzt)

Besonnung und Tageslicht — ein neues Untersuchungsverfahren

Von Architekt F. Tonne, Stuttgart

Dem aufmerksamen Beobachter entzieht sich nicht die Tatsache, daß wohl häufig empfohlen wird, die örtlichen Besonnungs- und Tageslichtverhältnisse beim Planen von Bauten genau zu untersuchen, daß aber in der Praxis solche Untersuchungen fast immer unterbleiben. Dieser Umstand ist zum Teil auf die Kompliziertheit und Unübersichtlichkeit der gebräuchlichen Untersuchungsverfahren zurückzuführen. Von Architekten oder Bauingenieuren zu verlangen, sie sollten den ganzen vielgestaltigen Problem-Komplex studieren und bei ihren Untersuchungen dann eine Reihe sehr verschiedenartig aussehender Diagramme in dazu oft recht kompliziertem Arbeitsgang anwenden, wird kaum zum erwünschten Ziele führen. Ich versuchte, diese Schwierigkeit durch das dargestellte Verfahren zu beheben, dessen Vorzüge in seiner Einfachheit liegen und in der Gleichartigkeit der benutzten Diagramme, deren Entstehungsweise aus der Projektion der Himmelskugel auf die Horizontalebene sich jedermann anschaulich vorstellen kann. Sicherlich bedürfen besonders die Besonnungs-Häufigkeits-Diagramme noch der Verbesserung und Ergänzung durch die Meteorologen. Es ist aber wahrscheinlich, daß auch künftige neue Erkenntnisse und Beobachtungen mit der gleichen Diagramm-Form dargestellt und damit in das System eingebaut werden können.

Der Anspruch

Alle Baufachleute sind sich darin einig, daß statisch beanspruchte Bauteile wirtschaftlich bemessen werden sollten, d. h. nicht zu schwach, aber auch nicht zu aufwendig. Eine solche Betrachtungsweise hat sich bei den Problemen Besonnung und Tageslicht noch nicht durchgesetzt.¹⁾ Dabei

¹⁾ Im „Hygienischen Memorandum zum Wiederaufbau des deutschen Wohnungswesens“ der Freien Vereinigung deutscher Hygieniker und Mikrobiologen ist mit voller Absicht das Schwergewicht bei der planerischen Gestaltung auf die Sicherung des quantitativ festliegenden Tageslichtbedarfs gelegt worden. Demgegenüber soll die planerische Berücksichtigung der unmittelbaren Sonnenstrahlung darauf abzielen, ständig beschattete Flächen am und um das Gebäude möglichst klein zu halten. Eine Vorschrift nach einzuhaltenden Mindestbesonnungszeiten hätte erst Sinn, wenn nach der ortsüblichen Sonnenscheindauer die Erfüllung einer solchen Forderung überhaupt erwartet werden kann. Schriftleitung

Es muß darauf hingewiesen werden, daß diese Angaben über die erforderliche Raumgröße bzw. die Luftwechselzahl nur anwendbar sind, wenn in den Öfen eine vollständige Umsetzung des Brennstoffes erreicht wird und die Verbrennungsprodukte keine größeren Mengen von Kohlenoxyd enthalten. Trifft diese Voraussetzung nicht

zu, so sind die Bewohner zusätzlich durch das Kohlenoxyd gefährdet, wobei die Größe der Gefahr von dem Unzulänglichkeitsgrad der Verbrennung abhängt. Eine einwandfreie Verbrennung ist nur bei zweckmäßiger Ofenkonstruktion, sorgfältiger Wartung und vorschriftsmäßigem Betrieb gewährleistet.

Anschr. d. Verf.: Berlin-Dahlem, Unter den Eichen 87

Die elektrische Raumheizung und ihre Aussichten

Von Dipl.-Ing. P. BORSTELMANN, Essen

Vor kurzem wurden in einer Veröffentlichung¹⁾ zwei sehr eindrucksvolle Bilder einander gegenübergestellt, von denen eines einen fernbeheizten Stadtteil Münchens, das andere einen Stadtteil mit Einzelheizungsanlagen zeigt. Beide Aufnahmen waren an einem windstillen Januartag zum gleichen Zeitpunkt mit derselben Kamera gemacht worden. Einen besseren Beweis für die Notwendigkeit rauchloser Heizsysteme in Wohngebieten kann es nicht geben. Der Unterschied ist mit Worten kaum zu beschreiben. Aber nicht nur die Rauchbelästigung in Großstädten, sondern auch die Frage der zusätzlichen Belastung des Straßenverkehrs durch An- und Abtransport von Brennstoffen und Asche wurde geprüft und für Hamburg ein jährliches Transportvolumen von 600 000 Lastwagenladungen zu je 5 Tonnen errechnet. Es ist also nicht nur der Verbraucher, der an sauberen, bequem zu bedienenden Heizsystemen interessiert ist, sondern auch jede Stadtverwaltung. Zu diesen Systemen gehört natürlich die elektrische Heizung, die technisch gesehen ohne Zweifel die höchste Bewertung verdient, es auf der Kostenseite allerdings immer schwerer haben wird, als die konkurrierenden Energiearten.

Zur Situation

Die elektrische Energie hat seit Beginn des Jahrhunderts auf jeden Verbraucher einen starken Anreiz ausgeübt, weil sie mit so vielen Vorzügen behaftet ist und für praktisch jeden Zweck eingesetzt werden kann. Nur war sie anfangs recht kostspielig.

Ohne Zweifel waren der wirtschaftlichen Nutzung elektrischer Energie sehr enge Grenzen gesetzt, als man z. B. Anfang der 30er Jahre für den Geldwert einer Tonne Kohle nur 100 oder noch weniger Kilowattstunden vom Elektrizitätswerk geliefert bekam; aber selbst unter solchen Voraussetzungen wurde schon elektrisch gekocht. Heute bekommt man für den Geldwert einer Tonne Kohle jedoch 1500 bis 2500 kWh, also gut das Zwanzigfache. Allerdings soll durch diese Relation kein falsches Bild entstehen. Relativ zur Kohlebeheizung ist das elektrische Heizen natürlich wesentlich billiger geworden, absolut gesehen liegen aber beide heute in gleicher Größenordnung, wobei in der Regel, auch bei günstigen Nachtstromtarifen der elektrische Betrieb etwas teurer ist, in einigen Fällen (Schulen) auch kostengleich sein kann. Es ist häufig darauf hingewiesen worden, daß seit dem Krieg der Kohlepreis auf das Vierfache gestiegen ist, während Nachtstrom nicht teurer, teilweise aber billiger geworden ist. Andererseits sind Löhne und Gehälter allein in den letzten zehn Jahren auf das Doppelte gestiegen und mit ihnen der Lebensstandard breiterer Schichten, die nach immer mehr Bequemlichkeit und Komfort verlangen.

All dieses ebnete den Boden für das elektrische Heizen und schaffte Voraussetzung für den wirtschaftlichen Einsatz entsprechender Geräte, die vorher einfach nicht gegeben waren. Es überrascht aber immer wieder, daß die Grundkonstruktionen der heute weitverbreiteten Speicheröfen schon Anfang der 20er Jahre bekannt waren und daß auch in dieser Zeit, in der kaum die Aussicht auf niedrige

Strompreise bestand, einige der wesentlichsten Patente angemeldet wurden.

Die elektrische Raumheizung konnte sich nach dem Wiederaufbau in fast allen Ländern Mitteleuropas aus kleinsten Anfängen heraus schnell entwickeln.

Der Wunsch, immer mehr Anlagen zu installieren und neue technische Lösungen zu entwickeln, war von Anfang an auf allen Seiten sehr groß, wenn auch nicht verschwiegen werden soll, daß der Tatendrang oft größer als die Erfahrungen war, vor allem bei den Herstellern und Elektrizitätswerken, die sich ohne Hilfe gut ausgebildeter Fachleute selbst ihren Weg suchen mußten. Gerade das elektrische Heizen, das nur dann auf der Kostenseite mit anderen Systemen konkurrieren kann, wenn ausgewogene Technik mit sorgfältiger Planung der Anlagen zusammenfällt, bedarf aber der Erfahrung.

„Zunächst an einzelnen Objekten Erfahrungen sammeln und diese durch vergleichende Untersuchungen vertiefen“ lautete daher immer die Devise der für die sinnvolle Anwendung der elektrischen Energie Verantwortlichen. Erst wenn man weitgehend die vielfältigen Probleme der Elektroheizung gelöst haben würde, sollten die Bremsen ein wenig gelockert werden, denn man wollte und will Fehlschläge so weit wie möglich vermeiden, die dem Elektrifizierungsdenken nur schaden könnten.

Die Untersuchungen sind, das soll hier ausdrücklich betont werden, weder schon abgeschlossen noch werden sie das innerhalb weniger Jahre sein. Man wird vor allem auf den Gebieten der Regelung, der Verringerung des Wärmebedarfs durch Isolierung der Räume, der Fußbodenheizung und der besseren Verteilung der elektrischen Belastung noch viel zu tun haben, vor allem dann, wenn in Deutschland jetzt eine ähnliche Entwicklung einsetzen sollte, wie schon vor Jahren in Österreich und neuerdings in England. Dort, wo die Lawine des elektrischen Heizens ins Rollen gekommen ist, ist sie nicht mehr aufzuhalten und man muß gut auf sie vorbereitet sein, damit man sie auf richtige Bahnen leiten kann.

Erzeugungs- und Verteilungsprobleme

Von 1950 bis 1961 sind rd. 18 Millionen kleiner, direkt wirkender Heizgeräte mit einer durchschnittlichen Leistung von 2 kW gebaut und verkauft worden, d. h. auf jeden Haushalt entfällt heute mindestens eins. Eine summarische Überlegung zeigt, daß es immer nur möglich ist, einen kleinen Teil davon gleichzeitig zu betreiben, und auch das nur, wenn keine örtliche Zusammenballung eintritt. Die gewiß beachtliche Leistung allein der öffentlichen Kraftwerke in Westdeutschland lag 1961 bei 17 Millionen kW. Diese Leistung wird natürlich zu bestimmten Stunden fast vollständig von Industrie und übrigen Verbrauchern in Anspruch genommen, insbesondere zur Zeit der Jahreshöchstlast, die meist an einem Freitag kurz vor Weihnachten auftritt. An solch einem Tag wäre also schon das zusätzliche Einschalten von einigen tausend 2-kW-Öfchen für die Werke ein schwieriges Problem; und doch muß man unter ungünstigen Umständen damit rechnen, vor allem dann, wenn es nach milden Vortagen gerade an diesem

¹⁾ Goeplert, J.: Ist Städteheizung eine Versorgungsaufgabe? Bauwelt 50 (1959), S.1147.

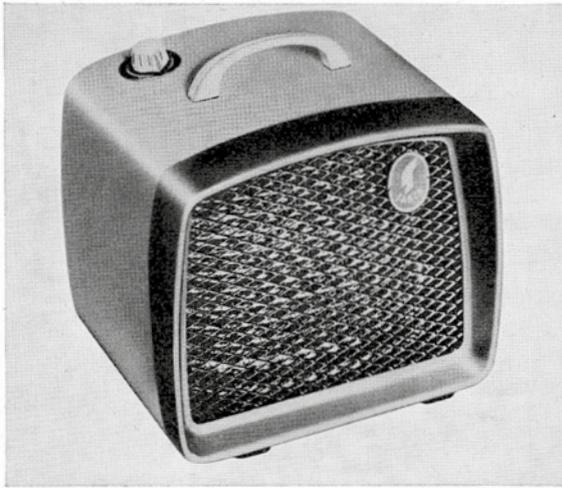


BILD 1. Elektroheizlüfter mit vier Heizstufen bis 2000 W und zwei Geschwindigkeiten sowie Thermostat (Fakir-Werk, Mühlacker).

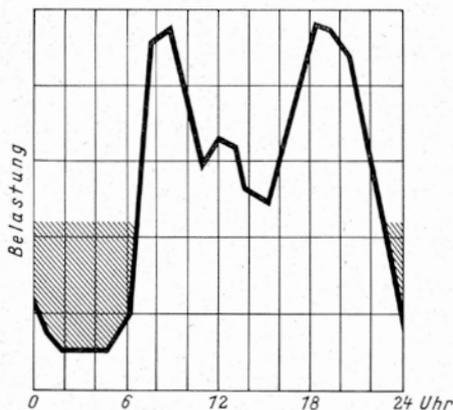


BILD 2. Schwankungen in der Kraftwerksbelastung bei der Elektrizitätserzeugung. (Der schraffierte Bereich kann für die elektrische Nachtspeicherheizung ausgenutzt werden.)

Tag einen Kälteeinbruch gibt. Rein theoretisch ist die Überlegung, daß auch dann nur die Hälfte unserer Haushalte ein 2-kW-Gerät gleichzeitig betreiben könnten, wenn jeder andere Stromverbrauch im gesamten Bundesgebiet eingestellt würde, aber auch sie mag zeigen, daß man so nicht weiter kommt.

Die Produktion elektrischer Energie, wie jede andere industrielle Fertigung auch, ist um so billiger, je gleichmäßiger man das Erzeugnis abgeben kann. Man muß es leider hinnehmen, daß das Erzeugnis „Strom“ bereits während der 24 Stunden eines Tages sehr ungleichmäßig verkauft werden kann und daß im Winter ganz allgemein mehr als im Sommer erzeugt werden muß, aber man kann ja den Verbraucher durch tarifliche Vergünstigungen fördern, der dazu beiträgt, die Schwankungen auszugleichen, und man muß den Verbraucher möglichst ausschalten oder zumindest beschränken, der zu Lasten anderer die Schwankungen in der Produktion noch vergrößert. Das trifft insbesondere auf jederzeit einschaltbare Raumheizgeräte (BILD 1) zu, die bei plötzlichen Kälteeinbrüchen in Massen gleichzeitig eingeschaltet werden und sonst kaum. Es würde zu weit führen, hier auf Erzeugungs- und Verteilungsprobleme näher einzugehen; so sei deshalb nur zusammenfassend

gesagt, daß die bereits zitierten 2-kW-Geräte nur im Ausnahmefall (Übergangsheizung, Heizung selten benutzter Räume usw.) vertretbar sind. Zumeist wird die zulässige Leistung je Haushalt auf 2 kW beschränkt, aber selbst das ist nur eine Notlösung.

Es gibt eine Lösung, die ganz und gar im Interesse von Verbraucher und Erzeuger liegt: Die Wärmespeicherung. Was es damit auf sich hat, zeigt die Kurve der stündlichen Stromproduktion, Belastungskurve genannt (BILD 2). Hier sieht man, daß vor allem in den Nachtstunden weniger als am Tage erzeugt wird. Die Anlagen sind aber vorhanden, das Personal muß ohnehin Dienst tun, und es lag nahe, für den zusätzlichen Stromverbrauch in der Zeit schwacher Belastung besonders günstige Tarife einzuräumen, um den Stromverbrauch in dieser Zeit und damit die Wirtschaftlichkeit der gesamten Anlagen zu erhöhen.

Speicheröfen

Da aber zwischen dem Zeitraum des günstigen Nachttarifs und dem des wirklichen Wärmebedarfs eine Phasenverschiebung von etwa zehn Stunden liegt, mußten technische Lösungen entwickelt werden, mit deren Hilfe es möglich ist, den Zeitunterschied auszugleichen, also nachts Wärme zu speichern und sie am Tag wieder abzugeben. Die anzuwendenden Wärmespeicher durften andererseits nicht so teuer sein, daß ihre Kosten nicht den durch Ausnutzung des verbilligten Tarifes entstehenden Vorteil wieder zunichte machen. Diese Forderungen werden von den heute gebräuchlichen Nachtstrom-Speicheröfen und den entsprechenden Lösungen, wie Fußboden-Speicherheizungen (BILD 3), Warmwasserspeicheranlagen usw. erfüllt, wenn diese richtig projektiert und richtig betrieben werden. Über die heutige Praxis sei nur gesagt, daß man üblicherweise den Nachttarif in der Zeit von 21 oder 22 Uhr bis 7 Uhr und gegebenenfalls, wenn es der Verlauf der Belastungskurve gestattet, von 13 bis 15 Uhr einräumt. Er liegt zwischen 4 und 7 Pfg/kWh. Die Ein- und Ausschaltung erfolgt überwiegend durch Schaltuhren, die in Zukunft mehr und mehr durch sogenannte Rundsteueranlagen abgelöst werden dürften.

Die Grundkonstruktionen der verschiedenen Wärmespeicher waren schon bekannt, lange ehe es möglich war, sie wirtschaftlich zu nutzen. In größerem Umfang begann man mit ihrer Anwendung in Österreich, wo man 1950 bereits 30000 kW installiert hatte, während in Deutschland dieser Wert erst 1957 erreicht wurde. Inzwischen hat sich die Zahl der Anlagen mindestens verachtfacht, wir liegen jetzt bei 250000 kW und der Anstieg wird immer steiler. Allerdings soll hier gleich gesagt werden, daß andere Länder, die z. T. noch später als wir in diese Entwicklung eintraten,



BILD 3. Fußboden-Speicherheizung mit Kabelverlegung auf Zementestrich.

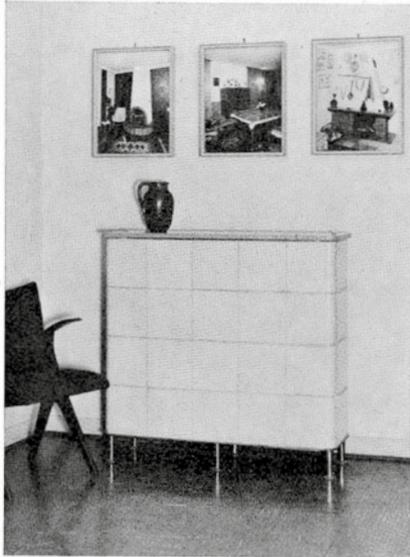


BILD 4. Speicherofen in gekachelter Ausführung mit Wärmeabgabe durch Oberflächenstrahlung.

mit wesentlich größerem Elan an die Dinge herangegangen sind. Großbritannien dürfte im Augenblick sowohl mengenmäßig als auch hinsichtlich der Zuwachsteigerung weit an der Spitze aller europäischen Länder liegen. Waren dort im Mai 1959 insgesamt 750 000 kW installiert, so konnte man im April 1961 bereits 1 400 000 kW registrieren, also fünf- bis sechsmal so viel wie in Westdeutschland.

Es wurden neue Speicherofentypen geschaffen, die den unterschiedlichsten Anwendungsmöglichkeiten gerecht werden und in gewissem Sinne auch den schnell wechselnden Witterungsbedingungen des Seeklimas noch besser angepaßt sind als die Bauformen, die sich bereits in Gegenden mit kontinentalem Klima bewährt hatten, das bekanntlich sehr gleichmäßig ist. Es hatte sich inzwischen nämlich gezeigt, daß sich der als Typ I bezeichnete Speicherofen (BILD 4), bei dem die Wärmeabgabe fast ausschließlich durch die Oberfläche erfolgt, auch bei uns zwar bestens bewährte, daß aber gewisse Möglichkeiten zur Verringerung des Stromverbrauchs im intermittierenden Betrieb solcher Speicheröfen liegen, die diesen erlauben, insbesondere in schwierigen Fällen, also bei kurzfristig aufzuheizenden oder nur stundenweise benutzten Räumen. Es entstand die sogenannte „Wärmekonserve“, ein gut isolierter Speicherofen, aus dem man die Wärme, dem jeweiligen Bedarf entsprechend, mit Hilfe eines Ventilators herausholt (BILD 5). Dieser Ofentyp ist vor allem in Nord- und Westdeutschland die Standardlösung geworden, ohne allerdings den Kachelofen zu verdrängen. Der Kachelofen, der inzwischen auch mit einem Ventilator ausgerüstet werden kann, ist sozusagen Maßarbeit, die „Wärmekonserve“ Konfektion (BILD 6).

Auf dem Gebiet der Raumheizung vollziehen sich z. Z. tiefgreifende Veränderungen. Die Kohle wird vor allem vom Öl äußerst hart bedrängt, weil dieser flüssige Brennstoff den Betrieb praktisch bedienungsfreier Heizanlagen ermöglicht. Man darf mit Sicherheit annehmen, daß inzwischen schon weit mehr Haushaltungen zur Ölfeuerung übergegangen wären, wenn nicht die Möglichkeit der Verwendung elektrischer Heizgeräte in den langen Übergangsperioden so eifrig genutzt würde. Viele Besitzer kohlebeheizter Zentralheizungsanlagen haben elektrische Heizpatronen in einzelne Radiatoren einbauen lassen und heizen

nur in den kalten Monaten mit Koks. Diese Behauptung kann durch Verbrauchsmessungen leicht bewiesen werden. Sofern nur ein Teil der Haushalte von dieser Möglichkeit der Kombination von Kohle und Strom Gebrauch macht, ist das sowohl für den Verbraucher als auch für die Energielieferer eine durchaus befriedigende Lösung, vor allem dann, wenn die in Anspruch genommene elektrische Leistung klein ist. Auch fügt sich diese, die Kohleheizung ergänzende elektrische Zusatzheizung gut in den jahreszeitlichen Belastungsverlauf der Kraftwerke ein und der Verbraucher kommt zu günstigen Heizkosten (BILD 7).

Allerdings ist das Verlangen nach Komfort nicht auf einzelne Verbraucher beschränkt, sondern in breitesten Volksschichten anzutreffen; man will nur noch Thermostaten

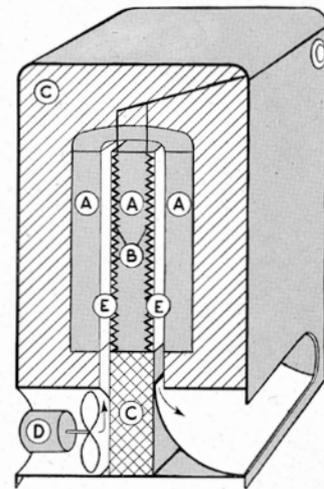


BILD 5. Schnittbild des Wärmespeichers mit Ventilator.

- A Speicher Kern aus einer besonderen Wärmespeichermasse.
- B Heizleiter mit geringer spezifischer Belastung zur Aufheizung des Kernes.
- C Wärmeisolation, begrenzt die Wärmeabgabe ohne Inbetriebnahme des Lüfters auf ein Minimum.
- D Lüfter, durch dessen Einschalten die gespeicherte Wärme in den Raum transportiert wird.
- E Luftkanäle.

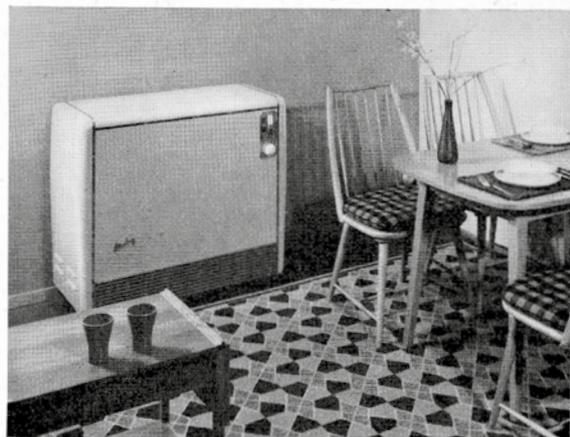
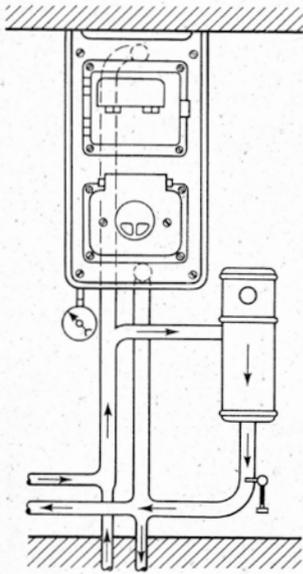


BILD 6. Speicherofen. Serienmodell in Stahlblechgehäuse von 4,5 kW Leistung.



BLD 7.
Elektrisches Heizaggregat,
parallel zum Heizkessel ge-
schaltet.

bedienen. Die Kohle hat den Kampf aufgenommen; sie bemüht sich um die Automatisierung einzelner Anlagen und sie forciert den Bau von Heizwerken, deren Zahl und Bedeutung ständig wächst, wenn auch die Rentabilität solcher Anlagen erst bei einer größeren Zahl von Wohnungen gegeben ist. Bedeutet das nun, daß die häufigsten Projekte mit 50 bis 100 Wohnungen der Kohle verloren gehen müssen? In England wurde das Schlagwort von der „Kohle über den Draht“ geprägt. Es besagt, daß die Kohle vorwiegend in Kraftwerken verbrannt und in Elektrizität umgewandelt werden soll, um in dieser veredelten Form wieder für die Raumheizung nutzbar gemacht zu werden. Wenn die Strombahnen stark genug sind, braucht man keine andere Energie unter der Voraussetzung günstiger Tarife und einer größtmöglichen Sicherheit der Versorgung.

Realisierbare Möglichkeiten im Spiegel der Kostenfrage

Alle diese Möglichkeiten sind realisierbar und in weit über hunderttausend Wohnungen in Europa auch bereits verwirklicht worden. Dennoch darf man nicht verkennen, daß es heute wirtschaftlich nicht vertretbar ist, so starke Elektrizitäts-Versorgungsanlagen zu bauen, daß jedes Haus elektrisch beheizt werden könnte.

Technisch wäre das natürlich möglich, aber die Tarifvergünstigungen kann man nur den Abnehmern einräumen, die aus der in lastschwachen Zeiten verfügbaren freien Kapazität der Kraftwerke und Netze versorgt werden können. Nach vorläufigen Berechnungen betrifft das 10 bis 15% aller Haushaltungen.

Nun werden sich die Planer möglicherweise sagen, wenn es nur gut 10% aller Häuser sind, die wir heute elektrisch mit Speicheranlagen beheizen könnten, lohnt es dann überhaupt, daß wir uns mit diesen Dingen beschäftigen? Im Augenblick ist eine merkbare Veränderung der Belastungsverhältnisse überhaupt noch nicht spürbar, so daß man trotz aller Anlagen, die schon im Betrieb sind, erst am Anfang steht und immerhin sofort 1,7 Millionen Wohnungen ausrüsten könnte, außerdem steigt die freie Kapazität durch die jährlich neu hinzukommende Leistung von Kraftwerken und Netzen so stark an, daß jährlich etwa 50000 Wohnungen zusätzlich beheizt werden könnten — absolut gesehen eine kleine aber nicht uninteressante Zahl.

Technisch gesehen sind heute alle Wünsche und Forderungen zu verwirklichen, zahlenmäßig ist ein ausreichender Spielraum gegeben, ohne daß die Elektrizität anderen Energiearten allzusehr das Feld streitig macht; es bliebe also die freilich entscheidende Frage der Kosten zu klären.

Von mehreren Heizsystemen, die etwa gleichen Komfort bieten, hat das System zumeist keine Chancen, das im oberen Kostenbereich liegt. So oder so ähnlich könnte man das elektrische Heizen bei oberflächlicher Betrachtung abtun, denn jeder empfindet instinktiv, daß eine hochveredelte Energie teurer sein muß als die Rohenergie. Das stimmt rein rechnerisch, läßt sich aber in der Praxis weitgehend widerlegen. Mit Edelenergien ist es ähnlich wie mit der Tiefkühlkost. Beide scheinen zunächst teurer zu sein, da aber kein Abfall „dran“ ist und der Arbeitsaufwand beim Zubereiten bzw. Anwenden verschwindend klein ist, macht sich das veredelte Produkt bezahlt.

Die Zukunft, so möchte man mit Jungk sagen, hat auch bei der elektrischen Raumheizung schon begonnen. Ohne Zweifel ist es sehr wichtig, zu wissen, welche Bedeutung ihr in zehn, zwanzig oder vierzig Jahren zufallen dürfte, damit man sich darauf einstellen kann. Wie nun könnte diese Zukunft des Heizens allgemein und des elektrischen Heizens insbesondere aussehen?

Geht man zunächst einmal davon aus, daß Häuser, die 1962 gebaut werden, in nur 38 Jahren, also im Jahre 2000, auch noch als Altwohnungen benutzt werden dürften, daß bis dahin die Bevölkerungszahl merklich gestiegen sein wird, daß sehr ernsthafte Bemühungen um die Reinerhaltung der Luft eingesetzt haben dürften, daß man dann viel höhere Anforderungen an die Technik im Haushalt stellen wird als heute, daß das Heizen nur eine Knopfdruckangelegenheit sein wird, daß möglicherweise die Atomenergie schon eine Rolle spielen wird und daß dann eben ganz allgemein anders über den Energieverbrauch gedacht werden wird, dann kann man doch schon gewisse Schlüsse ziehen. Wohl kaum wird noch das Kohle- und Ascheproblem akut sein; die Automatik wird selbstverständlich geworden sein. Allerdings läßt sich nicht voraussagen, ob die zentrale Wärmeversorgung durch Heizwerke oder die Wärmeerzeugung im Einzelhaus dominieren wird. Man sollte annehmen, daß zukünftige Gesetze über die Reinerhaltung der Luft die zentrale Großverbrennungsanlage mit hohem Schornstein begünstigen werden, also das Heizwerk und das Kraftwerk. Wärme wird dann also entweder durch Rohre in Form von Heißdampf oder Warmwasser oder über Draht in Form von elektrischer Energie zu den einzelnen Verbrauchern fließen. Sollten diese Annahmen richtig sein, so darf weiter geschlossen werden, daß es eine bestimmte Anzahl einzelner oder kleiner Objekte geben wird, für die die doppelschienige Versorgung mit Fernwärme und Strom aus Kostengründen nicht in Frage kommt. Da der Strom auf jeden Fall ins Haus kommt, wird man ihm zumindest in diesen Fällen den Wärmetransport übertragen. Nach allem dürfte die Bedeutung der Elektroheizung in den nächsten Jahrzehnten erheblich wachsen.

Architekten und Bauunternehmer dürfen versichert sein, daß bei richtiger Planung der Anlagen und Ausnutzung der Möglichkeiten, die Steuer- und Regeleinrichtungen bieten, elektrische Heizanlagen neben allen Vorteilen, die die Anwendung elektrischer Energie mit sich bringt, auch durchaus wirtschaftlich ist. Es liegt nicht in der Zeit, schon jetzt den Bau elektrischer Heizanlagen um jeden Preis zu fördern. Es ist wichtiger, die verfügbaren Beratungskräfte an wenigen Stellen so einzusetzen, daß ihnen für die Bearbeitung eines Projektes die Zeit und Ruhe gegeben sind, die erforderlich sind, um den bestmöglichen Erfolg sicherzustellen.

Anschr. d. Verf.: Essen-Margarethenhöhe, Paul-Brandi-Straße 5

Heizkörperanordnung und Raumklima

H. KÜNZEL und E. MAYER

Außenstelle Holzkirchen des Instituts für Bauphysik der Fraunhofer-Gesellschaft e. V.

Bei den folgenden Ausführungen handelt es sich um eine vorläufige Mitteilung von Untersuchungsergebnissen, die im vergangenen Winter mit Unterstützung des Bundesministeriums für Forschung und Technologie gewonnen worden sind. Ein ausführlicher Bericht ist in Bearbeitung.

Gegenstand der Untersuchungen

Bei der früher vorherrschenden Einzelofenheizung waren wegen des erforderlichen Kaminanschlusses die Heizkörper (Einzelöfen) im Gebäudeinnern, fern von den Außenwänden, angeordnet. Hingegen werden die Heizkörper von Warmwasser-Zentralheizungen üblicherweise unterhalb der Fenster angebracht. Man hat erkannt, daß hierdurch die raumklimatischen Bedingungen günstig beeinflusst werden: der am Fenster auftretende „Kaltluftfall“ wird durch die aufströmende Warmluft kompensiert. Außerdem ist das Temperaturprofil in der Raumhöhe gleichmäßiger als bei Heizkörperanordnung an der Innenseite.

Die Erkenntnis über die zweckmäßige Anordnung der Heizkörper an den Außenwänden stammt jedoch aus einer Zeit, in der die Energiekosten niedriger waren und eine erhöhte Wärmedämmung der Außenbauteile weniger dringlich erschien und durchgeführt wurde, als das heute der Fall ist. Daher ist eine Überprüfung der zweckmäßigen oder notwendigen Heizkörperanordnung unter Berücksichtigung der heutigen Gegebenheiten naheliegend. Die konkrete Frage ist: Können bei hoher Wärmedämmung der Außenwände und Verwendung hochwertiger Fenster die Heizkörper auch im Gebäudeinnern installiert werden, ohne nachteilige Auswirkungen auf das Raumklima in Kauf nehmen zu müssen?

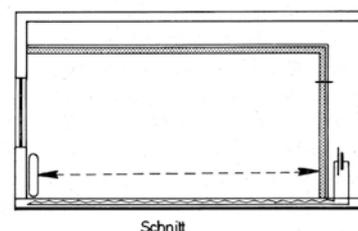
Durchführung der Untersuchungen

Für die Untersuchungen steht ein Versuchsraum von 5 m x 4 m Grundfläche mit einer Außenwand zur Verfügung, der sich in einem Versuchshaus von 6 m x 6 m Grundfläche befindet (siehe *Bild 1*). Die raumseitigen Oberflächentemperaturen der übrigen Wände sowie des Fußbodens und der Decke sollen etwa der Raumlufttemperatur entsprechen (eingebauter Raum mit einer Außenwand). Dies wird durch hohe Wärmedämmung der Zwischenwände in Verbindung mit Beheizung der angrenzenden Räume erzielt. In der Außenwand von 10 m² Fläche wurde ein 2,5 m² großes Fenster eingebaut. Zum Beheizen des Versuchsraumes stand ein elektrisch heizbarer transportabler Ölradiator zur Verfügung, dessen Heizleistung laufend registriert wurde. Anlehnend an frühere raumklimatische Untersuchungen in Räumen mit unterschiedlicher Heizkörperanordnung, durchgeführt von W. Reiß [1], wurde zur Beurteilung des Raumklimas die Verteilung

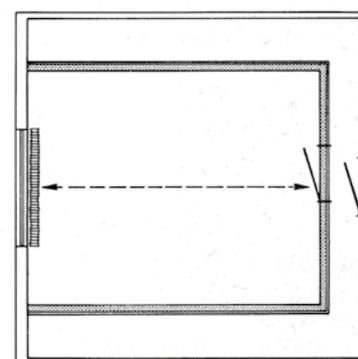
der Lufttemperatur über die Raumhöhe herangezogen. Zusätzlich wurden die Strömungsverhältnisse im Versuchsraum erfaßt.

Bisherige Ergebnisse der Untersuchungen und Folgerungen

Die bisher durchgeführten Messungen bestätigen die Vermutung, daß man bei den heute üblichen, relativ dichten Fenstern Heizkörper an einer Innenwand installieren kann, ohne die o. a. Nachteile in Kauf nehmen zu müssen. Dies wird anhand von *Bild 2* verdeutlicht. Hierin sind Höhenprofile von Temperatur und Luftgeschwindigkeit*) bei unterschiedlicher Heizkörperanordnung und verschieden dichtem Fenster in 1 m Entfernung von der Fenstermitte aufgetragen.



Schnitt



Grundriss

Bild 1. Schnitt und Grundriß des Versuchsraumes.

*) Luftbewegungen treten stets mit Schwankungen auf. Aus diesem Grund wurden in Bild 2 Schwankungsbereiche angegeben (schraffierte Flächen). Unterhalb von 10 cm/s ist keine eindeutige Messung möglich.

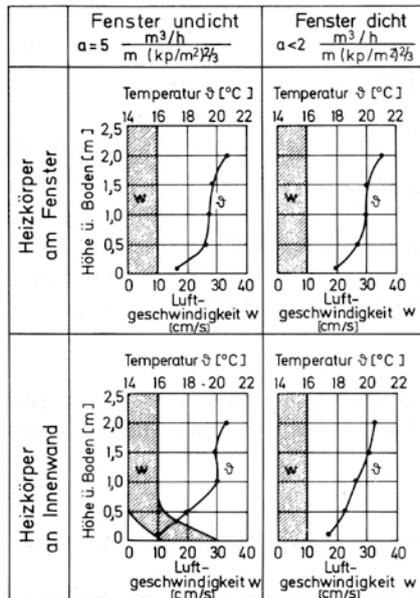


Bild 2. Höhenprofil von Temperatur und Geschwindigkeit der Raumluft in 1 m Entfernung vom Fenster, bei undichtigem Fenster sowie bei Anordnung des Heizkörpers am Fenster bzw. an der gegenüberliegenden Innenwand.

Die Lufttemperatur wurde in Raummitte auf 20 °C geregelt; die Geschwindigkeit des senkrecht auf die Außenwand strömenden Windes betrug ca. 4,5 m/s. Bei undichtigem Fenster (Fugendurchlaßkoeffizient $a = 5 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m} \cdot (\text{kp}/\text{m}^2)^{2/3}$) erweist sich die Anordnung des Heizkörpers für Temperaturverteilung und Strömungsverhältnisse von entscheidender Bedeutung. Während bei Anordnung des Radiators am Fenster kaum Luftbewegung und in Bodennähe nur ein geringer Temperaturgradient (von 10 cm bis 1 m ca. 2 K) festgestellt wurde, sind die entsprechenden Werte bei Anordnung an der Innenwand vergleichsweise hoch und können zu unbehaglichen Empfindungen führen (Luftgeschwindigkeit in Bodennähe bis zu 30 cm/s, Temperaturdifferenz zwischen 10 cm und 1 m ca. 4 K). Dies entspricht der bisherigen Auffassung von der Unzulässigkeit dieser Heizkörperanordnung.

Im Gegensatz dazu wirkt sich die Heizkörperanbringung bei dichtem Fenster (Fugendurchlaßkoeffizient $a < 2 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m} \cdot (\text{kp}/\text{m}^2)^{2/3}$) auf Temperaturverteilung und Strömungsverhältnisse kaum aus. Ebenso wie bei der bisher üblichen Anordnung des Heizkörpers am Fenster beträgt die Lufttemperaturdifferenz zwischen 10 cm und 1 m Höhe bei Anordnung an der gegenüberliegenden Innenwand ca. 2 K bei gleicher Luftbewegung. Aufgrund dieser Übereinstimmung der raumklimatischen Bedingungen erscheint die Installation von Heizkörpern an Innenwänden zulässig. Die Installation von Heizkörpern an Innenwänden führt zu einer Verminderung der Wärmeverluste durch die Außenflächen (Außenwand und Fenster). Nach den bisherigen Auswertungen ist hierdurch mit einer Heizenergieersparnis von ca. 15 % zu rechnen. Dies steht im Einklang mit den Ergebnissen früherer Untersuchungen in Wohnungen mit Deckenheizung bzw. herkömmlicher Radiatorheizung [2].

Zusammenfassend ist festzustellen, daß bei Verwendung von Fenstern der heute üblichen Qualität und erhöhter Dämmung der Außenwände die Anordnung von Heizkörpern an Innenwänden möglich ist, ohne nachteilige Auswirkungen auf die raumklimatischen Verhältnisse befürchten zu müssen. Diese Maßnahme führt außerdem zu einer Minderung des Heizenergieverbrauches.

Insbesondere bei der Sanierung von Altbauten bietet sich die Berücksichtigung der vorliegenden Ergebnisse an; denn die Installation der Zuleitungen und Heizkörper an Innenwänden ist weniger aufwendig – und damit kostensparender – als der bisher übliche nachträgliche Einbau der zentralbeheizten Radiatoren an Außenwänden.

Literatur

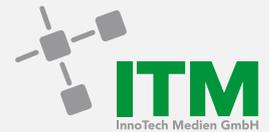
- [1] *Raiß, W.*: Strahlungs- oder Konvektionsheizung. VDI-Berichte, Bd. 21, 1957.
- [2] *Frank, W.*: Raumklima, Wärmeverbrauch und Heizkosten in decken- und radiatorbeheizten Wohnungen. Klima-Technik 10/1970.

Anschr. d. Verff.: *Institut für Bauphysik der Fraunhofer-Gesellschaft, Freilandversuchsstelle Holzkirchen, Postfach 1180, 8150 Holzkirchen*

Tagung Wärmepumpen

Die Tagung „Wärmepumpen“ findet vom 27. bis 29. September 1977 im Haus der Technik, Essen, statt. *Anmeldung* beim Haus der Technik, 4300 Essen, Hollestr. 1, Tel. 0201-235007.

Themen sind u.a.: Wirtschaftlichkeit der Wärmepumpe für die Gebäudeheizung – Kältemittel – Betriebsverhalten von Ein- und Mehrstufwärmepumpen – Indirekte Wärmeübertragungsflächen – Kondensatoren für Kältemittel – Verdampfer und Kältemittel – Thermodyn. Grundl. d. Absorptionswärmepumpen – Eignung von Arbeitsstoffpaaren für Absorptionswärmepumpenprozesse – Eine neue, nach dem Kaltluftprinzip arbeitende Wärmepumpe – Einfluß der Anforderungen bei Wärmepumpen auf die konstruktive Gestaltung der offenen Hubkolbenverdichter – Probleme an Wärmepumpen-Kompressionen und deren Lösung durch moderne Rechenverfahren – Zugängliche hermetische Motorverdichter – Vollhermetische Kleinkompressoren – Kreiskolbenverdichter – Offene Hubkolbenverdichter – Vielzellenverdichter – Schraubenverdichter – Der Monoscrew-Schraubenverdichter und seine Anwendung – Einsatz von Turboverdichtern – Eigenschaften von Turbokompressoren und Anlagenkomponenten in ihrem Einfluß auf die Wärmerückgewinnung – Dampfstrahlverdichter – Thermische Wärmepumpe – Heißflüssigkeitswärmepumpe – Wärmepumpensysteme und Anwendungsmöglichkeiten – Wärmequellen – Nichtsolare Schaffung behaglicher Raumzustände bei geringem Energieverbrauch – Betriebserfahrungen – Gaswärmepumpen – Solarsysteme und Wärmepumpen.



140. Jahrgang · Heft 04

Verlag	ITM InnoTech Medien GmbH Lechfeldstraße 13, 86507 Kleinaitingen Tel.: +49 8203 950 18 45 Fax: +49 8203 950 18 44 Internet: www.innotech-medien.de
Geschäftsführerin	Kirstin Sommer
Satz, Layout und Herstellung	Sylvia Kierdorf
Druck	AC medienhaus GmbH, Ostring 13, 65205 Wiesbaden Printed in Germany
Abonnements	Dirk Sommer Tel.: +49 8203 950 18 43 E-Mail: abo@recknagel-online.de

ISSN 2195-643X

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung ohne Einwilligung des Verlages strafbar. Für den Originalteil werden nur Aufsätze angenommen, die in gleicher Form noch nicht veröffentlicht worden sind. Ausnahmen sind vorher zu vereinbaren. Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Haftung übernommen. Die wissenschaftliche Verantwortung für den Inhalt der Aufsätze tragen die Autoren.

GI-Exklusiv

- Fachbeiträge digital auf www.recknagel-online.de
- 360 Tage Lesen – Download – Ausdruck
- inklusive Langzeitarchiv (Fachbeiträge bis 2001)

Im Abo für nur 120,-- EUR pro Jahr - Jetzt buchen unter www.recknagel-online.de/GI-Exklusiv



EIN AUSGEZEICHNETES INNENRAUMKLIMA IST EINE GUTE INVESTITION.

Swegon entwickelt seit über 60 Jahren Produkte und Systeme für ein gutes Raumklima.

- Optimale LCC im Fokus
- Erfolgreiche Lösungen für komfortable Temperaturen und Luftqualität
- Für Jedermanns Wohlbefinden
- Effizient und umweltbewusst



Lüftung

- Lüftungsgeräte
- Klimasysteme (wasserbasiert)
- Bedarfsgesteuerte Lüftungssysteme
- Luftauslässe
- Schalldämpfer/Volumenstromregler



Großklima

- Kaltwassererzeuger
- Gebläsekonvektoren
- Hocheffizienz-Wärmepumpen
- Verflüssiger und Rückkühler
- Klimaschränke



Datencenter-/ Prozessklima

- Präzisionsklimaschränke
- Inrow-Klimasysteme
- Doppelbodensysteme
- Kaltwassersysteme
- Aktuelle Angebote unter www.econdition.de



Komfortklima

- Single-Split-Systeme
- DX-Systeme
- Multi-Split-Systeme
- VRF-Komplettsysteme
- Anbindung an Gebäudeleittechnik



Consumer/ Entfeuchtung

- Mobile Klimageräte/Luftentfeuchter
- Bautrockner
- Wasserwerks-Luftentfeuchter
- Schwimmbad-Luftentfeuchter
- Adsorptionstrockner/Industrieluftentfeuchter

Swegon Germany GmbH
Carl-von-Linde-Str. 25
85748 Garching-Hochbrück

info@swegon.de
www.swegon.de



Tel. 089 / 32 670-0