

# LÜFTUNG UND WOHNQUALITÄT

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Erich Panzhauser  
Technische Universität Wien, Institut für Hochbau für Architekten

Warum wird heute die Forderung nach Planung der Lüftung mit Fenstern erhoben oder als von vornherein undurchführbar hingestellt, während dies in früheren Zeiten doch nur in ganz groben Zügen - in Zusammenhang mit den ersten Entwicklungen der Bauhygiene als wissenschaftliche Disziplin - geschah?

Eine kurze Gegenüberstellung einiger Stichwörter zur Charakterisierung der Situationen „früher“ und „heute“ mag eine erste Antwort darauf andeuten.

Früher:

- „Solide Handwerksarbeit“ (bei Herstellung und Einbau von Fenstern, Türen und anderen potentiellen Luftdurchtrittsstellen) führte zu angemessenem Luftaustausch zwischen Innen- und Außenräumen (zu einer Luftwechselzahl in geeignetem Größenbereich);
- Heizsysteme waren direkt steuerbar und für passende Luftfeuchtigkeit in Räumen gut geeignet;
- Probleme gab es eher mit Baurestfeuchtigkeit, Toiletteneinrichtungen ...;
- die Steuerung des Lüftungsverhaltens erfolgte einfach „nach Gefühl“ auf Grund unmittelbarer Sinneswahrnehmungen („verbrauchte“ Luft, Gerüche, Lufttemperatur ...);
- die resultierende Lüftung war nicht immer, aber in der Regel ausreichend, bei besonderer Feuchtigkeitsbelastung (Baurestfeuchtigkeit, Wohnraum-Überbelegung ...) entstanden allerdings temporäre Feuchtigkeitsschäden

Heute:

- „hochdichte“ Fenster (Türen) sind möglich und in verschiedener Hinsicht vorteilhaft (Energieeinsparung bei Raumheizung, Schalldämmung, Entfall von Zugerscheinungen ... );
- das Auftreten schädigender oder mindestens belästigender Luftbeimengungen (VOC, Formaldehyd, ...) ist, wenn nicht als Normalfall, so als häufig anzusehen;
- (Heiz-)Kosten- und Energiesparbewusstsein sind bei den meisten Wohnungsnutzern/-inhabitanten gut entwickelt;

- eine Steuerung des Lüftungsverhaltens „nach Gefühl“ resultiert vielfach entweder in zu geringem Luftaustausch (in einer nach hygienischen Anforderungen zu kleine Luftwechselzahl) oder in unnötiger Vergeudung von (Heiz-)Energie;
- bereits ohne besondere Feuchtigkeitsbeanspruchung durch ein in Bezug auf die jeweils vorhandene Lüftungseinrichtung unangemessenes Lüftungsverhalten kommt es zum Auftreten von Feuchtigkeitsschäden und gesundheitsbedrohlichem Schimmelbefall in Wohnungen.

Ungeeignete Lüftungseinrichtungen (zu große Leckagenflächen, unzureichende Regelbarkeit der Lüftungsspalte ...) können eine Reihe negativer Folgen (Rheuma, Pollenallergie etwa, um nur zwei der am meist verbreiteten zu nennen) haben.

Richtige Lüftung ist dagegen eine unverzichtbare Voraussetzung zur Realisierung jener Umstände, die einen Raumverband zum Wohnen wirklich geeignet machen (vgl. auch HAIDER et al. 1987).<sup>1</sup>

Die Komplexität, die das Problem einer geeignete Lüftung (einschließlich des Lüftungsverhaltens der Nutzer (Inhabitanten) kennzeichnet, erfordert eine sorgfältige Beachtung der einzelnen Faktoren. Hierbei werden auch jene Probleme berücksichtigt, die die primäre Aufgabe der Lüftung übersteigen, aber auf Grund der Eigenart der internen Informationsverarbeitung des Menschen in Zusammenhang mit allen Bereichen auftreten, die existentiellen menschlichen Bedürfnisse betreffen - Atemluft, die in geeigneter Qualität durch Lüftung bereitgestellt werden soll, rangiert unter diesen Bedürfnissen noch vor Wasser und Lebensmitteln.

### **Bedeutung der Lüftung**

Der Zustand der Luft in Innenräumen ist insbesondere bei längerem Aufenthalt für die dort befindlichen Personen von entscheidender Bedeutung:

- Die ununterbrochene Zufuhr von Luft in den Körper durch die Atmung ist unverzichtbar, da Sauerstoff, der etwa ein Fünftel der normalen Luft ausmacht, eine Unabdingbare für die Aufrechterhaltung der Lebensprozesse im menschlichen Körper darstellt (für das von der jeweiligen metabolischen Rate abhängige konkrete Ausmaß der Sauerstoffaufnahme und Kohlendioxydabgabe (vgl. NEVINS 1962, GATES 1962).<sup>2</sup>

Bei diesem mit jedem Atemzug erfolgendem Einatmen von umgebender Luft, gelangen auch alle „Luftbeimengungen“ oder „(Luft) Fremdstoffe“ (Aerosole) in den Körper, zu denen

- gasförmige Fremdstoffe,
- fein verteilte Flüssigkeitströpfchen,
- kleine feste Partikel

gehören

---

<sup>1</sup> Literatur: Haider, M. – Jansen, P. – Kafka-Lüzov, A. – Knötig, H. – Panzhauser, E. (1978): Vorzugstemperatur und IR-Reflexion von Bauteilinnenflächen; Wohnhabitat Bd. 4, Wien

<sup>2</sup> Literatur: Gates, A.S.Jv. (1962): Air revitalization in sealed shelters. In: Proc. ASHRAE Symposium 1962, 97... 116  
Nevins, R.G. (1963): Physiological aspects of survival; In: Proc. ASHRAE Symposium 1962, 1... 8

- Die Lufttemperatur stellt eine entscheidende Komponente für die Steuerung des menschlichen Wärmehaushaltes dar.
- Die Luftfeuchtigkeit (d.h. der Wassergehalt der Luft) ist in verschiedener Hinsicht von Bedeutung, vor allem aber aus folgenden Gründen:

- Von der Höhe der Luftfeuchtigkeit hängt es ab, wie wirksam der Wärmehaushalt des Menschen beeinflusst werden kann
  - von der Verdunstungskühlung in der Lunge,
  - durch Schweißabgabe
- Eine länger dauernde Unterschreitung der Luftfeuchtigkeit von 35% bedeutet eine Funktionsbeeinträchtigung der oberen und unteren Atemwege.
- Bei feucht-kalter Luft als Dauerzustand kann es zu rheumatischen Erscheinungen kommen.
- Die durchschnittliche Luftfeuchtigkeit in Innenräumen entscheidet im Zusammenspiel mit bautechnischen Eigenschaften des betreffenden Gebäudes darüber, ob in diesen Räumen hygienisch gefährliche Erscheinungen (z.B. Pilzwachstum auf Wänden mit nachfolgender Sporenbildung) auftreten. Die in der ÖNORM B8110-2:1995 eingeführte

„F-Funktion“

$$F = \frac{\vartheta_i - \vartheta_{s_i}}{\vartheta_i - \vartheta_e}$$

wobei:  $\vartheta_i$  = Innenlufttemperatur °C

$\vartheta_{s_i}$  = Sättigungstemperatur der Innenluft °C

$\vartheta_e$  = Außenlufttemperatur °C

beschreibt den Spielraum der Wasserdampfaufnahme durch die Innenluft, der als ein bauklimatisches Kriterium für die Innenräume eines Bauwerks anzusehen ist (vgl. PANZHAUSER 1988)

- die Geschwindigkeit der horizontalen wie vertikalen Bewegung der Luft ist für die Gesamtheit der Inhabitanten in verschiedener Hinsicht von Bedeutung: Zugserscheinungen, Aufwirbeln von Staub, Verfrachtung von Sporen, Bakterien ...

Eine geeignete Lüftung stellt eine sehr wirksame Möglichkeit zur Herbeiführung von Luftzuständen dar, die sich für die Inhabitanten positiv auswirken. Dabei sind Schädigungsmöglichkeiten von zweierlei Art vorzubeugen, nämlich:

- einerseits direkt schädigende Einflüsse durch Inhalation von Luftbeimengungen, die chemisch oder physikalisch (Reizungen durch feste Partikel) negativ

- auf den Körper als Ganzes
- wie insbesondere auf den Atemtrakt wirken
- andererseits der Verringerung der Atemtiefe (und damit der Atmungsintensität) als unbewusste Abwehr gegen störende Luftbeimengungen (Geruchsstoffe)

Da der Lüftung (vor allem wegen der Unabdingbarkeit des Atmens) eine

- außerordentlich starke Realfunktion (eine noch stärkere als die der Nahrungsmittelzufuhr) zukommt, weist sie auch eine
- sehr starke Symbolfunktion (vgl. KNÖTIG 1980)

auf. Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass sie im „Wirkraum“ des Menschen eine sehr wichtige Rolle spielt:

Die Möglichkeit oder Unmöglichkeit, die für das Leben jedes Menschen so entscheidende Regulierung der Luftzufuhr („Lüftung“) unmittelbar in wesentlichem Ausmaß und sofort feststellbar beeinflussen zu können, ist für das Wohlbefinden (von der psychischen Seite her) von hervorragender Bedeutung.

- Diese Funktion der Lüftung bedarf zu ihrer Realisierung geeignet gestaltete Lüftungseinrichtungen.
- Diese Lüftung soll bedarfsgerecht verändert, „modulierbar“ sein, so dass auch den Überlegungen zur Einsparung vermeidbarer (Heiz-) Kosten entsprochen werden kann.
- Der „modulierbaren“ Lüftung kommt wegen des wachsenden Gesundheitsbedürfnisses besondere Bedeutung zu: immer mehr und mehr Menschen sind - glücklicherweise - davon überzeugt, dass sie selbst zur Erhaltung ihrer Gesundheit beitragen müssen.

Da „frische“ Luft von jeher als wesentliches Moment für ein „gesundes Leben“ angesehen wurde, ist es diesen Menschen besonders wichtig, das Vorhandensein „frischer (= gesunder)“ Luft in den Räumen, in denen sie sich aufhalten, selbst sicherstellen bzw. herbeiführen können.

- Die in den letzten Jahren (dem letzten Jahrzehnt?) in steigendem Maße zu beobachtende Skepsis gegenüber allem „technisch Hervorgebrachten“ (darunter auch gegen die durch Heiz- und Klimaanlage „konditionierte“ Luft in Innenräumen) gibt der Möglichkeit, „frische Luft“ durch Fensterlüftung selbst herbeizuführen einen besonderen Stellenwert.
- Die positive Tönung des (Wahrnehmungs-) Ergebnisses „Möglichkeit vorhanden“ steht in diesem Teilbereich der internen Informationsverarbeitung ausser Zweifel, wie nicht zuletzt

die offensichtlich starke negative Tönung der Nichtöffnbarkeit von Fenstern (in verschiedenen Beispielen) zeigt.

### **Kurze Begriffserläuterung**

„Lüftung“ ist der Austausch in Innenräumen von Gebäuden gegen Luft aus dem Außenraum. Bautechnisch kann Lüftung prinzipiell auf zwei Grundlagen beruhen:

#### „Natürliche Lüftung“

In diesem Fall erfolgt der Luftaustausch durch Luftströme, die ohne weiteres Zutun des Menschen auf Grund gegebener Voraussetzungen baulicher Art und des physikalischen Zustandes von Innen- und Außenluft entstehen.

#### „Zwangsbelüftung“

In diesem Fall werden Luftströme durch mechanische Lüftungshilfen („Ventilatoren“) erzeugt, die entweder nur die Zufuhr oder nur die Abfuhr oder die Zu- und Abfuhr von Luft „erzwingen“.

Die „natürliche Zuluft“ tritt als

- Fugenlüftung (einschließlich „Porenlüftung“)
- Fenster- (Tür-) Lüftung
- Schachtlüftung

auf.

Je nach der Lage jener Öffnungen zueinander, durch die die Lüftung erfolgen soll (Fenster, Türen eventuell horizontale Schächte), unterscheidet man:

- Querlüftung (Lüftungsöffnungen an zwei gegenüberliegenden Seiten des Gebäudes)
- Diagonallüftung (Lüftungsöffnungen an zwei aneinanderstoßenden Seiten des Gebäudes)
- Einseitige Lüftung (alle Lüftungsöffnungen nur an einer Seite des Gebäudes)

Mit Infiltration und Exfiltration werden im technischen Bereich die in den Innenraum eintretenden bzw. aus dem Innenraum austretenden Luftvolumenströme verstanden, die bei geschlossenen Fenstern, Türen und Schachtöffnungsabdeckungen sowie nicht in Betrieb befindlichen mechanischen Lüftungshilfen zu beobachten sind.

Die Lüftungsform, die durch das Lüftungsverhalten der Benutzer (Inhabitanten) der betreffenden Innenräume zustande kommt, wird vor allem durch zwei Hauptformen repräsentiert:

- Dauerlüftung, d.h. eine Lüftung, die
  - - über längere Zeit hinweg ohne Aufsicht geschehen kann

- - ungestörter Aufenthalt von Personen in den durchlüfteten Räumen gestattet
- - bei nutzungskonformer Belastung der Innenluft einen auf Dauer akzeptablen Luftzustand zur Folge hat.
  
- Stoßlüftung, d.h. eine Lüftung, die
  - - über kürzere Zeit hinweg durchgeführt, zu beschleunigtem Austausch der Innenluft durch starke Erhöhung des Luftvolumenstromes führen soll,
  - - nicht durchgeführt werden kann, ohne
    - - - bei länger dauernder Nichtbeaufsichtigung Sicherheitsprobleme
    - - - Störung einzelner Personen bei gleichzeitigem Aufenthalt mehrerer Personen in den durchlüfteten Räumen befürchten zu müssen,
  - - herbeigeführt wird durch Öffnen von Fenstern und/oder Türen, in Ausnahmefällen auch durch zeitweise Inbetriebnahme mechanischer Lüftungshilfen.

### **Wirksamkeit der natürlichen Lüftung**

Um die Wirksamkeit der natürlichen Lüftung im österreichischen Hausbestand abschätzen zu können, wurde eine Untersuchung der

- Selbstlüftung infolge Infiltration und Exfiltration
- Fensterlüftung sowie der
- Schachtlüftung

durchgeführt (vgl. PANZHAUSER & FAIL, 1983) und auch das typische Fensterlüftungsverhalten an unterschiedlichen Wohnbauten verfolgt.

### **Wirksamkeit der Selbstlüftung**

Was heute im bauwissenschaftlichen Sprachgebrauch als „Infiltration und Exfiltration“ bezeichnet wird, war durch Jahrhunderte hindurch ein mehr oder weniger bekanntes Phänomen: Der Luftaustausch bei geschlossenen Fenstern und Türen, nur durch die Gesamtheit der Fugen und Ritzen, die eine Gebäudehülle durchsetzen.

In Massivbauten (deren Außenwände durch Verputz weitgehend gedichtet wurden) liegt der verbleibende Luftvolumenstrom

- praktisch unabhängig vom Baujahr - infolge Selbstlüftung
  - - ohne Schachtlüftung bei  $n_{L,S} = 0,31 \pm 0,07 \text{ h}^{-1}$
  - - mit Schachtlüftung bei  $n_{L,S} = 0,61 \pm 0,11 \text{ h}^{-1}$

Bei schlecht gewarteten Fenstern (in der Regel Holzfenster) erreicht die Selbstlüftung je nach Windabschirmung:

- - mit oder ohne Schachtlüftung  $n_{L,s} \sim 1,03 \pm 0,57 \text{ h}^{-1}$

Der Einbau von dichten Fenstern in Massivbauten führt zu einer erheblichen Reduzierung der Selbstlüftung:

- - Massivbauten mit „dichten“ Fenstern:  $n_{L,s} = 0,15 \pm 0,07 \text{ h}^{-1}$

- Selbstlüftung  $n_{L,s} > 0,75 \text{ h}^{-1}$  gefährdet wegen des hohen Dauerluftwechsels die wirtschaftliche Beheizbarkeit der Räume
- Selbstlüftung  $n_{L,s} = 0,3$  bis  $< 0,75 \text{ h}^{-1}$  gewährleistet in Kombination mit „üblicher“ Fensterlüftung hygienische Luftzustände, sofern keine besonders hohen Feuchtigkeitsbelastungen bestehen
- Selbstlüftung  $n_{L,s} < 0,3 \text{ h}^{-1}$  reicht in der Regel nicht aus, um in Kombination mit üblicher Fensterlüftung in Wohnungen mit üblicher Belegungsichte hygienisch einwandfreie Luftzustände zu gewährleisten

Als Ergebnis der Analyse der Selbstlüftungsraten in österreichischen Wohngebäuden ist festzuhalten, dass die Fugenlüftung bislang - allerdings lange unerkannt - viel mehr ist als nur die Folge einer nicht behebbaren Luftleckage in der Gebäudehülle. Die Wirkung der Fugenlüftung entsprach vielmehr in konventionellen Gebäuden einer **Grundlüftung**, die in vielen Gebäuden den hygienischen Zustand der Innenluft sicherte.

Die Einführung relativ dichter Fenster (verbunden mit dichtem Einbau) hatte (in Österreich ab den 60er Jahre des vergangenen Jahrhunderts) eine wesentliche Verminderung der Selbstlüftung auf  $n_{L,s} \leq 0,2 \text{ h}^{-1}$  zur Folge und damit einen Anstieg der Fremd- und Schadstoffe in der Innenluft der Aufenthaltsräume. Das zeigte sich zuerst in einer sprunghaften Zunahme von Beschwerden über Oberflächenkondensat an Bauteilen über Schimmelbefall.

In den meisten Fällen wird den Inhabitanten die Ursache für die Veränderung der Luftzustände nicht bewusst. Menschen haben kein Sinnesorgan, das sie die allfällige Erhöhung der Luftfeuchtigkeit wahrnehmen lässt. Und da die Bewohner nach einem Fenstertausch oder in einem neu errichteten Gebäude ihr bislang geübtes Wohnverhalten und Fenster-Lüftungsverhalten nicht ändern, bleibt die Änderung der Luftzustände und deren Folgewirkung mehr oder weniger rätselhaft.

### Wirksamkeit der Fensterlüftung

Die Wirkung der Fensterlüftung ist mehrfach untersucht worden. Diese Wirkung der Fensterlüftung ist nicht nur gut regelbar, was jeder Bewohner eines Gebäudes mit vernünftig gewählten

Lüftungsflügeln und passendem Beschlagsystem bestätigen kann, sondern auch vorausberechenbar.

Diagramm 1 zeigt Messwerte der Fensterlüftung einer Wohnung (sozialer Wohnbau aus 1972), ermittelt mit der normgemäßen Tracergas-Methode.

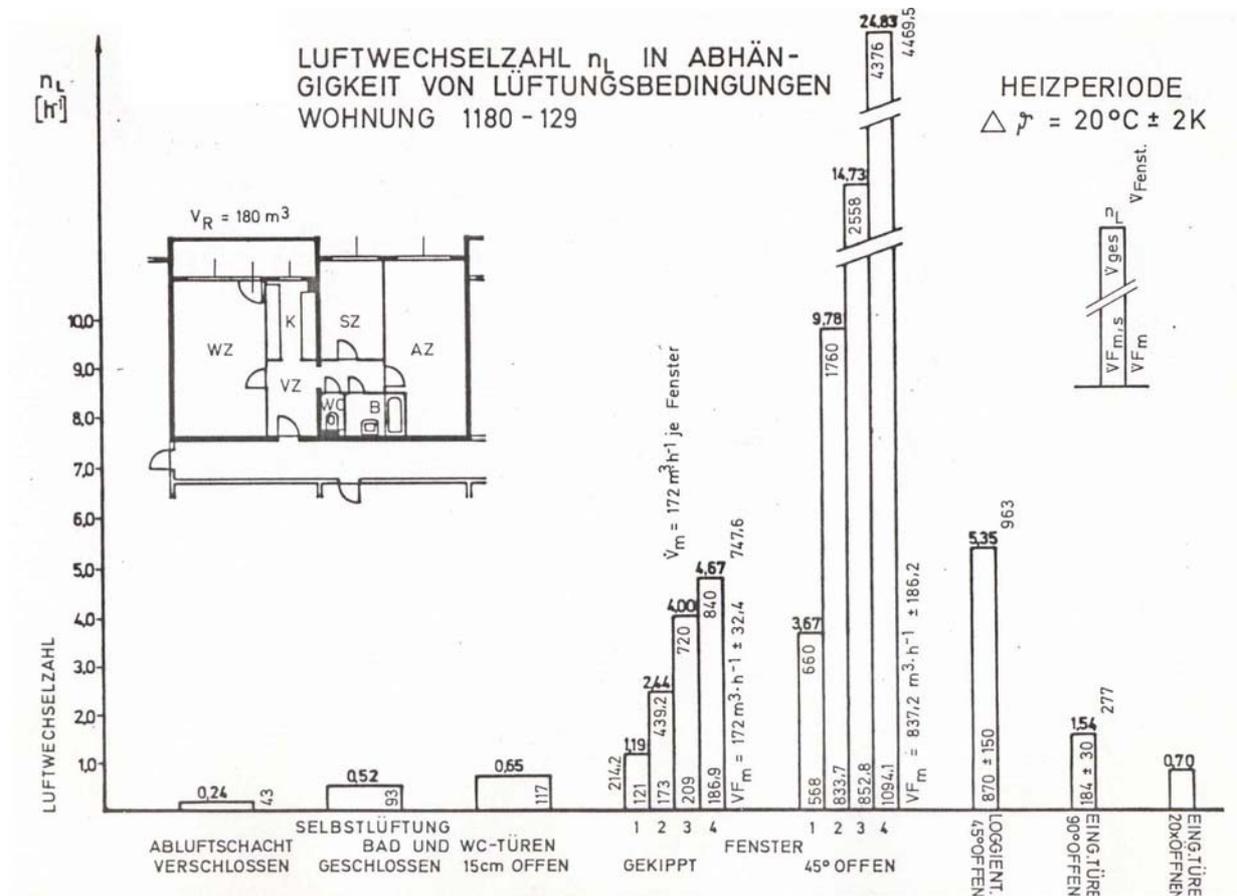
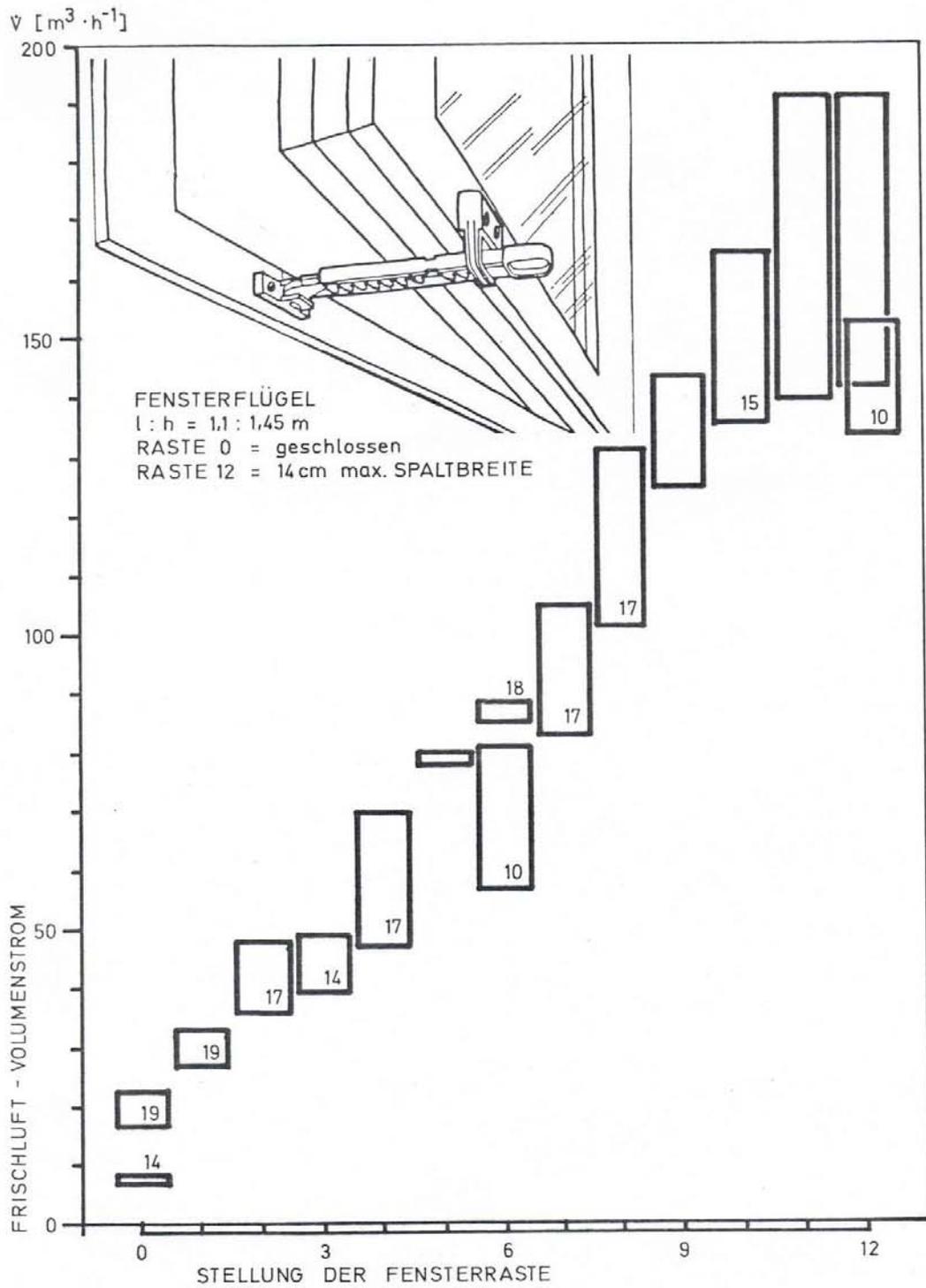


Diagramm 1: Luftwechselzahlen einer Wohnung des sozialen Wohnbaus für unterschiedliche Lüftungs- und Fenstereinstellungen, gemessen während einer Heizperiode

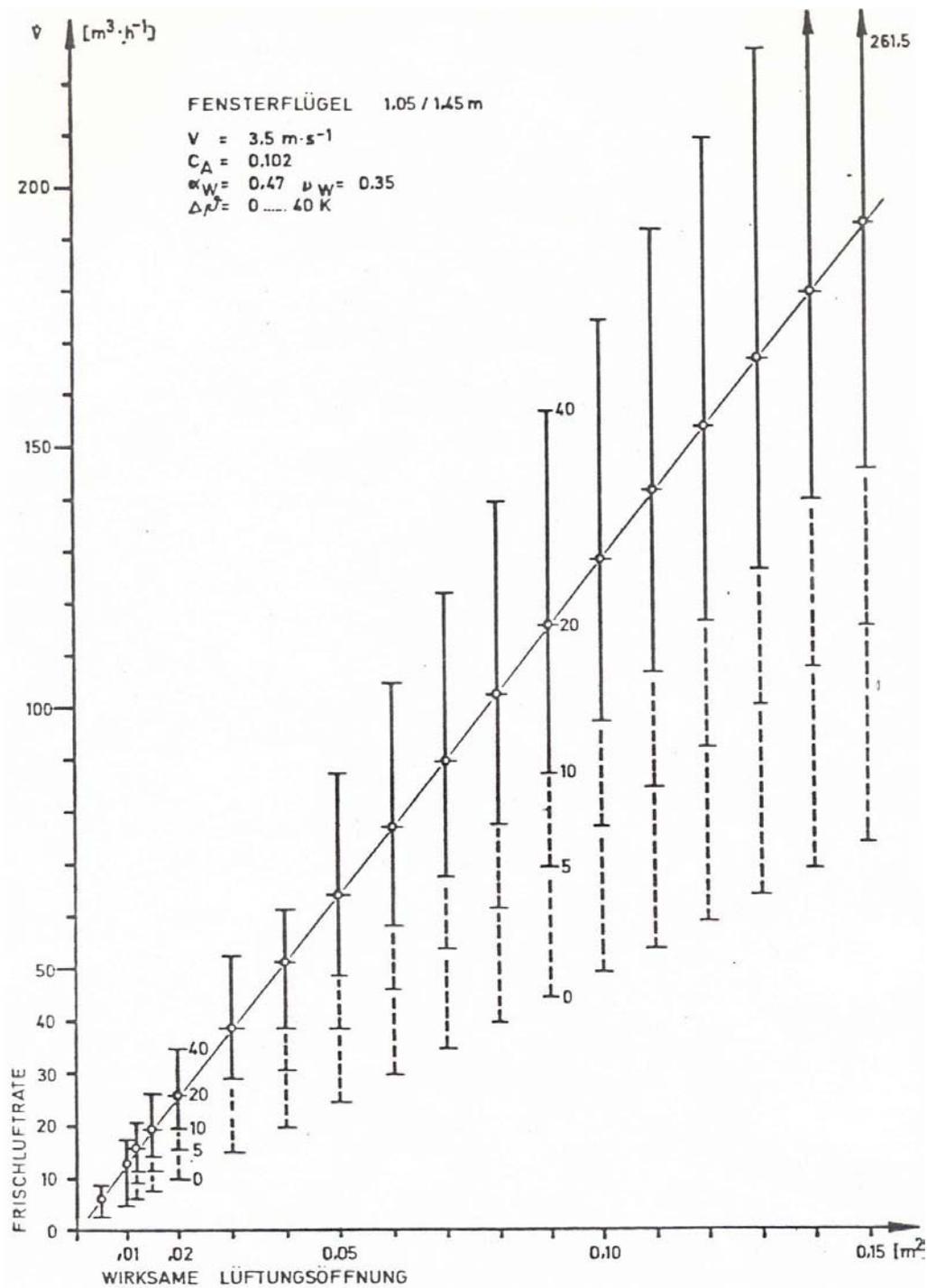
Diagramm 2 zeigt die Luftvolumenströme durch ein „gekipptes Fenster“ mit unterschiedlicher Einstellung durch eine Fensterraste, wobei eine Variation des Luftvolumenstromes von  $20 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  bis  $200 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  erzielt wird.



LUFT - VOLUMENSTROM IN ABHÄNGIGKEIT VON DER  
 ÖFFNUNGSSTELLUNG DES KIPPFLÜGELS (FENSTER-  
 RASTE) UND DER TEMPERATURDIFFERENZ  
 ZWISCHEN INNEN UND AUSSEN

Diagramm 2: Luftvolumenstrom in Abhängigkeit von der Öffnungsstelle eines Kippflügels und der Temperaturdifferenz;  
 gemessen mit Hilfe der Tracergas-Methode

Im Diagramm 3 sind die Ergebnisse der Berechnung der Luftvolumenströme in Abhängigkeit von der Spaltbreite des Kippfensters aufgetragen. Die Übereinstimmung von Messung und Rechnung ist offensichtlich.



FRISCHLUFTRATE IN ABHÄNGIGKEIT VON DER LÜFTUNGSÖFFNUNG (IN  $\text{m}^2$ ) UND DER TEMPERATURDIFFERENZ

Diagramm 3: Berechnete Werte der Frischluftrate in Abhängigkeit von der wirksamen Größe der Lüftungsöffnung

## Wirkung der Fensterlüftung

Unter Technikern haftet der Fensterlüftung das Odium an, der „Willkür“ der Inhabitanten überlassen zu sein. Bewohnerorientierte Planer sehen dagegen darin, dass die Fensterlüftung dem spontanen Zugriff der Inhabitanten zugänglich ist, eher eine Gewähr für deren problemlose Anwendung.

Eine eingehende Untersuchung des Fenster-Lüftungsverhaltens von Bewohnern in Ein- und Mehrfamilienhäusern hat gezeigt, dass die Fensterlüftung nicht willkürlich erfolgt, sondern einem zwar individuell gefärbten, doch streng bis stereotyp eingehaltenen Muster entspricht, wobei der Einfluss von

- Aussentemperatur
- Heizsystem
- Lärmbelastung der Fassade
- Besonnung
- Heizkostenfolgen etc.

zu Verhaltensadaptierungen führt.

Das Diagramm 4 zeigt den Einfluss der Orientierung und der Verkehrslärmbelastung auf das Lüftungsverhalten.

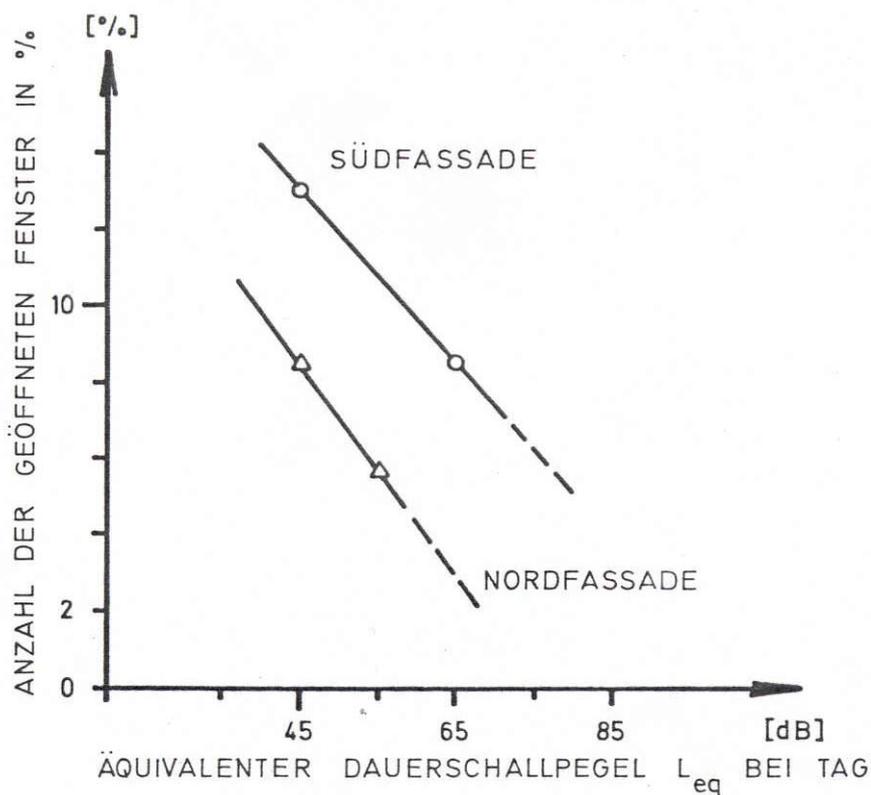


Diagramm 4: Einfluss des Dauerschallpegels  $L_{eq}$  und der Fassadenorientierung auf das Lüftungsverhalten der Bewohner (Anzahl der Fenster in Lüftungsstellung)

Das Diagramm 5 vergleicht die Ergebnisse von dänischen und englischen Untersuchungen mit dem Ergebnis österreichischer Untersuchungsreihen und weist in allen Fällen die strenge Abhängigkeit der Fenster-Lüftungshäufigkeit von der Außentemperatur auf: je niedriger die winterliche Außentemperatur wird (d.h. je größer die Temperaturdifferenz zwischen innen und außen wird) umso kleiner wird der Anteil der gleichzeitig geöffneten Fenster aller Fassaden. Heißt es nun, dass die Bewohner bei niedrigeren Außentemperaturen eine geringere Lüftungsrate in Kauf nehmen?

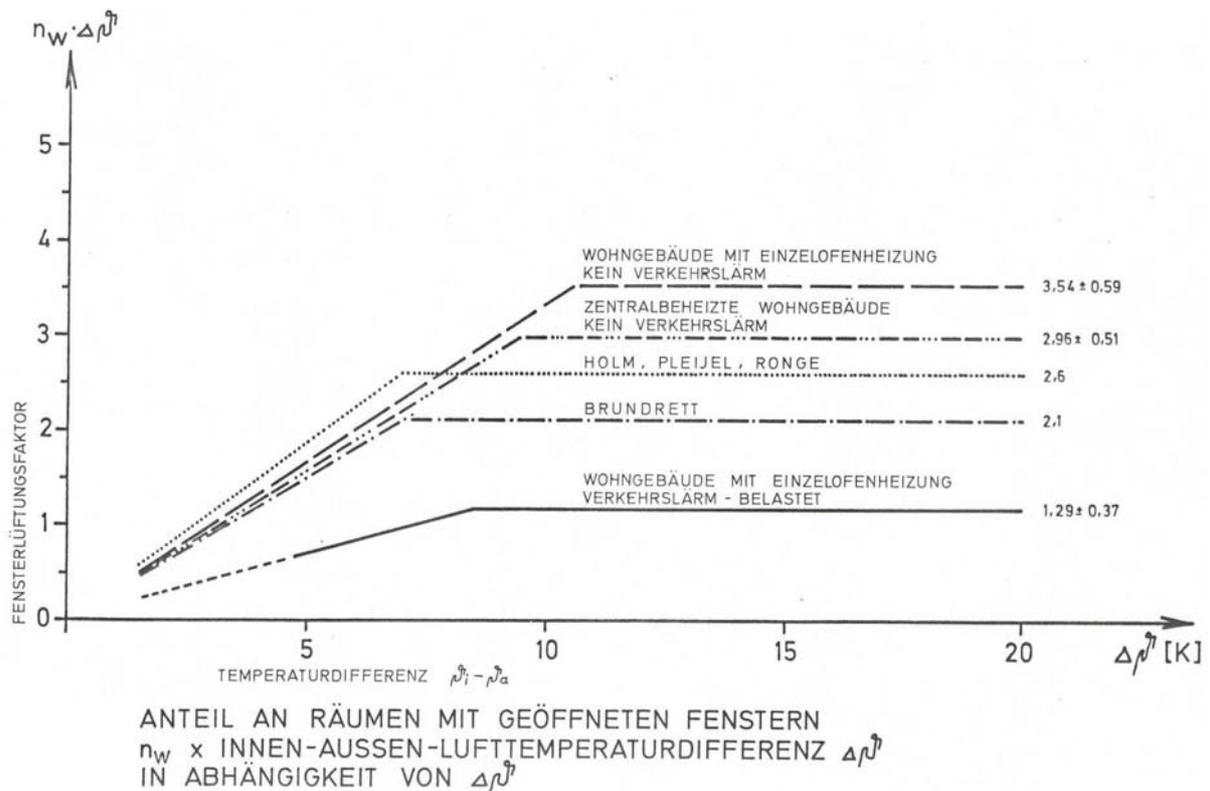


Diagramm 5: Vergleich des Fensterlüftungs-Verhaltens  $n_w \times (\theta_i - \theta_e)$  versus  $\Delta\theta$ .

Dies ist nicht der Fall: mit zunehmender Temperaturdifferenz steigt die Wirksamkeit der Fugenlüftung (d.h. der Dauerlüftung) an und zwar in vergleichbarem Maße, als die Fensterlüftung gedrosselt wird.

Mit anderen Worten: die Zurücknahme der Fensterlüftung führt dazu, dass der effektive Lüftungsstrom über einen großen Bereich der winterlichen Temperaturschwankungen annähernd konstant gehalten wird (vgl. Diagramm 7)

### Der Einfluss der Schalldämmfenster

Die unbeschränkte Öffnung der Städte für den motorisierten Straßenverkehr hat innerhalb weniger Jahrzehnte zu einer unerträglichen Lärmbeanspruchung der Wohnhabitate geführt. Die verhängnisvolle Tendenz, nicht die Lärmemission zu reduzieren (Entlärmung der Fahrzeuge, Verwendung „leiser“ Straßenbeläge, Verkehrsberuhigung ...), sondern an den Immissionsstellen

anzusetzen, hat zum Konzept der öffentlichen Förderung des Einbaues von Lärmschutzfenstern geführt.

Lärmschutzfenster sind hoch schalldämmend, also fugendicht gefertigt und benötigen daher zur Ermöglichung des erforderlichen Luftdurchsatzes (einen schalldämmten Kanal), den Schalldämmlüfter. Diese Schalldämmlüfter haben eine sehr gedrängte Bauweise (um in den Fensterbereich integriert werden zu können) und vermögen ohne motorische Hilfe keinen ausreichenden Luftwechsel herzustellen. Der motorisch betriebene Ventilator hat eine Nennförderleistung von rund  $40 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$  Zuluft oder Abluft, aber nur, wenn die Druckdifferenz zwischen Innen- und Außenraum klein bleibt. Diese Bedingung ist bei Räumen hinter dichten Fassaden nicht gegeben: infolge des Fehlens von Ausgleichs-Öffnungen ergeben sich relativ große Widerstände, wodurch die Luftförderleistung des Ventilators auf einen Bruchteil absinkt (siehe Diagramm 7):

Schalldämmlüfter in dichten Gebäudehüllen (was die Voraussetzung für höhere Schalldämmung ist) sind in der Regel nicht imstande, die erforderliche Lüftung zur Gewährleistung hygienischer Luftzustände sicherzustellen.

### **Die Wirksamkeit der natürlichen Schachtlüftung**

Die Gesetzmäßigkeiten und die Wirksamkeit der natürlichen Schachtlüftung wurde seit mehreren Technikergenerationen untersucht; dennoch blieben Baupraktiker skeptisch bezüglich der sicheren Vorhersehbarkeit der Lüftungswirkung von Schächten im Wohnhabitat. Die im Rahmen eines Forschungsobjektes „Natürliche Schachtlüftung“ (siehe Lit.) durchgeführten systematischen Feldmessungen bestätigten die Bedenken:

Die unkritische Übertragung der Labor-Meßergebnisse auf viel komplexere Verhältnisse an konkreten Bauten führt zu erheblichen Divergenzen zwischen einfachen Planungsannahmen über die Wirksamkeit der Schachtlüftung und den nachträglich gemessenen Luftvolumenströmen.

Das Diagramm 6 zeigt ein Beispiel: In der Literatur werden die Schacht-Luftvolumenströme in der Regel ohne die Berücksichtigung von Zuströmwiderständen zu dem (über Schacht) zu entlüftenden Raum angegeben, deren Berücksichtigung jedoch erst zu realistischen Vorhersagen führt, die schließlich hinreichend mit Messwerten übereinstimmen.

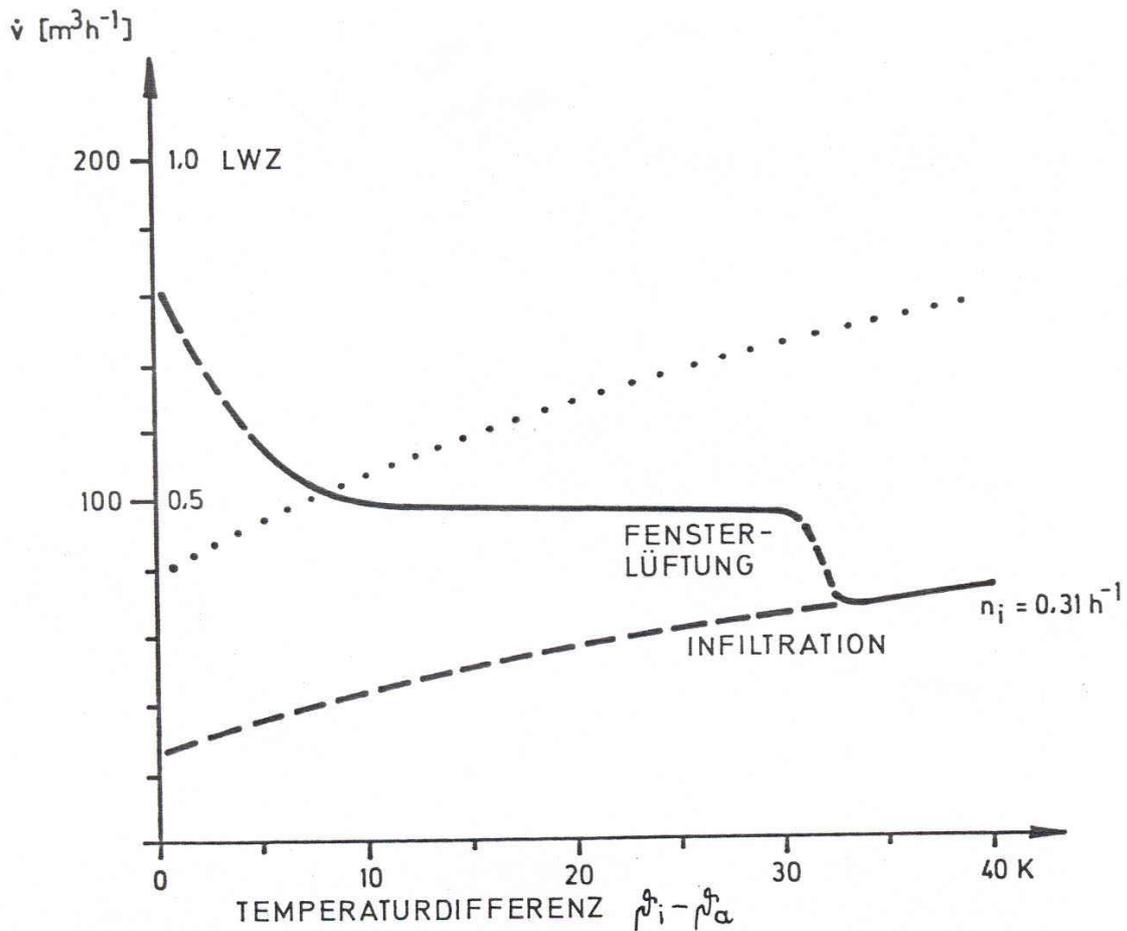


Diagramm 6: Luftwechselzahl  $n_l$  ( $h^{-1}$ ) von Wohnungen in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenluft; für eine Wohnung mit  $n_i = 0,31 h^{-1}$

Das Diagramm 7 zeigt eine der o.a. Studie entnommene Gegenüberstellung von Berechnung und Messung der Schachtvolumenströme bei hinreichender Erfassung der gesamten Widerstandskette von der Frischluft-Zuführung bis zum Schachtkopf über Dach.

# LÜFTUNG VON SCHLAFRÄUMEN

HINTER SCHALLSCHUTZFENSTERN MIT SCHALLDÄMMLÜFTERN  
MODELL GW-UNITAS

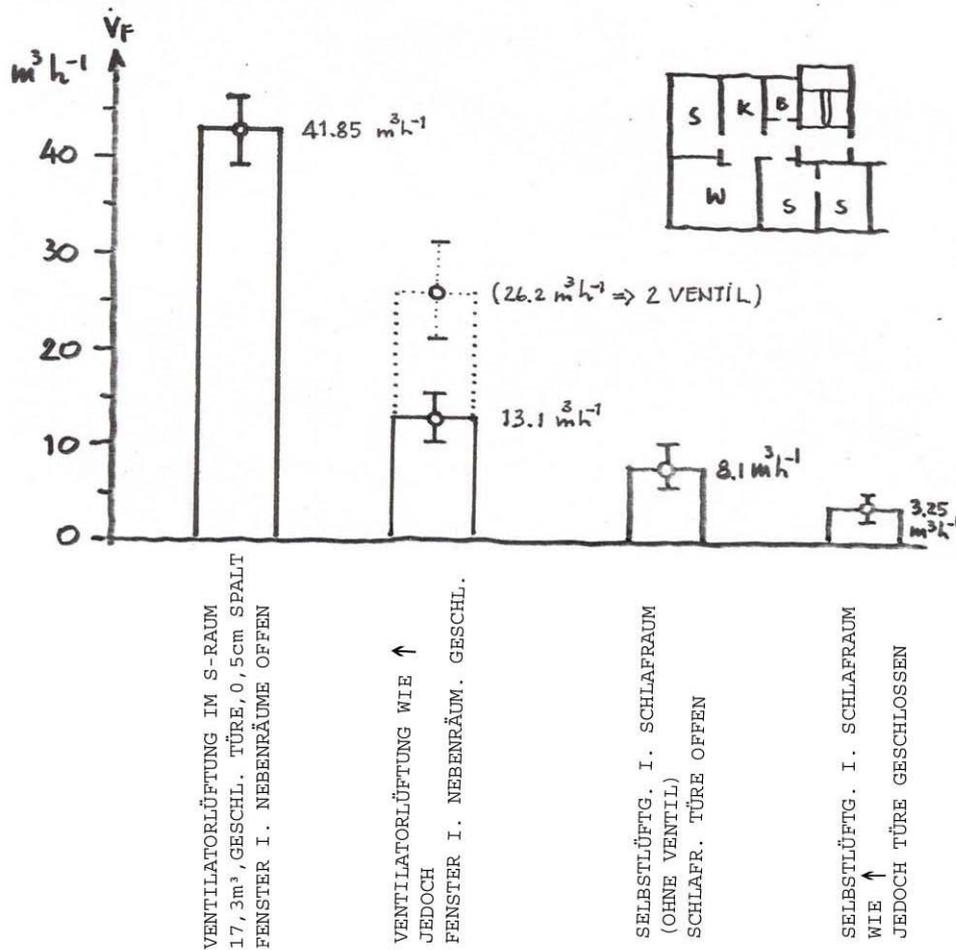


Diagramm 7: Luftwechsel in Schlafräumen mit Schalldämmlüfter bei unterschiedlichem Lüftungsverhalten (Lüfterzustand, Luftnachströmung)

## Integration der Lüftungsarten

Hygienische Luftzustände sind eine entscheidende Voraussetzung für Wohnqualität. Die Sicherung der Wohnhygiene erfordert die Abfuhr der Fremd- und Schadstoffe, die eine unmittelbare Folge der Bewohnung in (ortsüblicher) Wohndichte sind.

Dazu sind in der Regel

- sowohl Dauerlüftung zur Deckung des Grundlüftungsbedarfs
- als auch Vorkehrungen zur wirksamen Erhöhung des Luftwechsels (bis zum fünffachen der Dauerlüftung)

vorzusehen.

Die Dauerlüftung soll in der Regel einen Luftwechsel von  $n_{L,min} \geq 0,3 h^{-1}$  bis  $0,5 h^{-1}$  sicherstellen. Dies kann durch regelbare Lüftungsflügel oder Schachtlüftungs-Anlagen erreicht werden.

In Niedrigstenergie-Gebäuden kann die Dauerlüftung während der Heizperiode als Zwangslüftung ausgebildet werden, um damit Wärmerückgewinnung aus der Fortluft zu ermöglichen. Außerhalb der Heizperiode ist die Dauerlüftung auch in Niedrigstenergie-Gebäuden als natürliche Lüftung zu ermöglichen.

Der mindesterforderliche Luftwechsel für österreichische Wohndichten von 25 m<sup>2</sup> bis 35 m<sup>2</sup> je Person beträgt für die Heizperiode  $n_{L,min} = 0,5 \text{ h}^{-1}$ , was bei der statistisch gegebener Anwesenheitshäufigkeit von  $\leq 80\%$  zu ausreichender

- Lüfterneuerung
- CO<sub>2</sub> - und Feuchtigkeitsabfuhr
- Abfuhr von Fremdstoffen aus Reinigungs- und Pflegemitteln

führen.

Bei temporärer Erhöhung der Anwesenheitszahl (Besucher...) oder Verstärkung der Schadstoff-Zufuhr an die Innenluft (z.B. durch Tabakrauch, Kochvorgänge, Baden, ...) muss der Luftwechsel kurzfristig vervielfacht werden können.

In Übergangs- und Sommerzeiten muss der Luftwechsel zur Temperaturkontrolle als Dauerlüftung auf über  $n_L \geq 3 \text{ h}^{-1}$  erhöht werden können (siehe Ö NORM B8110-3).

In Niedrigstenergie-Gebäuden kann es wirtschaftlich sein, mittels Wärmerückgewinnung aus der Fortluft eine Reduzierung des Heizwärmebedarfs  $HWB_{BGF}$  um 7,5 bis 14 kWh m<sup>-2</sup> anzustreben. In diesem Fall muss jedoch gleichfalls eine temporäre Erhöhung des Luftwechsels technisch möglich bleiben, z.B. durch Fensterlüftung. Fensterkonstruktionen, die sowohl normgemäße Dauerlüftungs-Funktion - bedarfsgerecht modulierbar - sowie auch volle Stoßlüftungs-Funktion ermöglichen, werden von der österreichischen Fensterindustrie als Ö ko-Fenster angeboten.

## Literatur

HAIDER, M. - JANSEN, P. - KAFKA-LÜZOW, A. - KNÖTIG, H. -  
PANZHAUSER, E. (1987): Vorzugstemperatur und IR-Reflexion von  
Bauteilinnenflächen; Wohnhabitat Bd. 4, Wien

PANZHAUSER, E. FAIL, A. - HAIDER, M. - HEINDL, W. -  
KNÖTIG, H. - MAHDAVI, A. (1991): Planung der (konventionellen) Fensterlüftung; Wohnhabitat Bd  
5, Wien

ERTL, H. - FAIL, A. - PANZHAUSER, E. (1987) : Natürliche Schachtlüftung, Messung, Beurteilung -  
Planung; Wohnhabitat Bd 3, Wien

GATES, A. S. Jv. (1962): Air revitalization in sealed shelters.  
In: Proc. ASHRAE Symposium 1962, 97 ... 116

NEVINS, R. G. (1963): Physiological aspects of survival;  
In: Proc. ASHRAE Symposium 1962, 1 ... 8

PANZHAUSER, E. - FAIL, A. - HAIDUK, E. - ERTL, H. - SCHWARZ, K. -  
- ERTL, T. - KADERLE, A. (1985): Die Luftwechselzahlen in  
österreichischen Wohnungen; Wien (BmfBuT)