2453
AIUC
1937

J. Tischendorf*

Lüften mit Rolläden**

Rolläden vermindern beim Lüften die Lärmbelästigung, und es wird eine gewisse Wärmerückgewinnung der Lüftungswärme Q_L erreicht. Es wird eine Lüftungsendleiste beschrieben, mit der das „Lüftungsfenster" ausgestattet sein sollte. Querlüftung von Wohnungen funktioniert nur, wenn Türen und Fenster luftdurchlässig sind. Die Energieeinsparung durch dichte Fenster und Innentüren geht sonst auf Kosten der Gesundheit.

Airing with roll shutters

When airing a room, roll shutters will reduce the inconvenience caused due to noise and a certain heat recovery in the rooms to be aired (Q_L) is obtained.
A ventilation end rail ist described with which the "ventilation window" should be equipped.
Cross-ventilation of rooms works only if doors and windows are permeable to air.
Otherwise, energy saving due to tight windows and inner doors ist achieved at the expense of health.

Aération avec des volets roulants

Lors de l'aération, les volets roulants diminuent le dérangement par les bruits et une certaine récupération de la chaleur dans les locaux à aérer (Q_L) est obtenue.
Un rail final d'aération est décrit avec lequel la «fenêtre d'aération» devrait être équipée.
Une aération transversale des appartements ne fonctionne que si les portes et les fenêtres sont perméables à l'air, faute de quoi l'économie d'énergie due à des fenêtres et portes inférieures hermétiques se fait aux frais de la santé.

1. Luft ohne Lärm

Wer sein Fenster zum Lüften öffnet, läßt leider nicht nur Luft hinein, sondern auch den Lärm. Die dichteren Fenster haben den Vorteil, auch lärmdämmend zu sein.

Verlagert man den Lüftungsvorgang in die Nacht, wo weniger Straßenverkehr herrscht und die Außenluft sauberer ist, kann beim Lüften der Rolladen mitbenutzt werden. Man wird fragen, was der Rolladen mit dem Lüften zu tun hat. Ein Argument wurde mit der Wärmerückgewinnung in einer früheren Veröffentlichung bereits dargestellt [1]. Es wurde erläutert, daß ein großer Teil der Wärmeverluste von Gebäuden durch die Lüftung entstehen. Der sogenannte Lüftungswärmeverlust Q_L, wie er in der DIN 4701 definiert ist, macht heute etwa 30 % des Wärmeverlustes eines Gebäudes aus.

Es wurde gezeigt, daß Rolläden nicht nur den k-Wert des Fensters besonders in der Nacht verringern, sondern auch zu einer Wärmerückgewinnung beim Lüften führen. Tabelle 1 zeigt ein Beispiel der Zusammensetzung des Wärmeverlustes nach DIN 4701 und weist den durch Rolladenbenutzung einsparbaren Wärmeverlust mit 33 % aus [2].

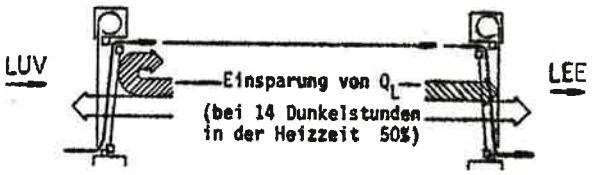
Voraussetzung dafür ist, daß der Rolladen nicht wie häufig gegenwärtig üblich, mit teilweise geöffneten Lüftungsschlitzen oder nicht ganz heruntergelassen benutzt wird, sondern die Lüftungsschlitze fest geschlossen werden und statt dessen am unteren Ende zwischen Lüftungsendstab und Sohlbank ein Lüftungsspalt von 2 cm Breite offen gelassen wird. Ein solcher Spalt kann hergestellt werden, indem man 2 kleine Holzklötzchen von der Höhe 2 cm in die Führungsschienen des Rolladens auf die Sohlbank stellt. Der Rolladen kann nun dicht geschlossen werden, nur unten bleibt dieser Schlitz auf.

Es entsteht, wie im Bild 1 zu sehen, eine Luftströmung, die unten am Rolladen eintritt und oben am angeklappten Fenster in den Raum austritt, sofern das Fenster sich auf der Luv-Seite befindet. Statt der versuchsweise benutzten Holzklötzchen wurde ein besonderer Lüftungsendstab für Rolläden entwickelt, den Bild 2 zeigt [3].

Es wurden Lüftungsversuche mit Messungen der Schallminderung sowohl mit Rolläden herkömmlicher Bauart, also vorhandenen, teilweise oben offenen und geschlossenen Lüftungsschlitzen in den Stegen durchgeführt, als auch mit Rolläden, bei denen die Stege keine Lüftungsschlitze enthielten. (Über die Entwicklung dieser neuen Rolläden mit geschlossenen Stegen aus durchscheinendem Material wird in der nächsten Veröffentlichung des Autors berichtet.)

Tabelle 1 Berechnungsbeispiel für Wärmerückgewinnung an Fensterflächen bei der Nutzung von Rolläden aus [2]

Normwärmebedarf	Q_N	8494 W	100%
Transmissionswärmebedarf	Q_F	3539 W	42%
Lüftungswärmebedarf	Q_L	2660 W	32%
Einsparung	ΔQ_F	1415 W	17%
Einsparung	ΔQ_L	1325 W	16%
Gesamteinsparung		2740 W	33%



Sind am oberen Ende durch den Gurtnachzug einige Stege mit Lüftungsschlitzen offen und das Fenster innen oben angeklappt, dann hat der Rolladen nur eine sehr geringe Schalldämmung. Wie Tabelle 2 zeigt, beträgt sie 4 dB. Läßt man den Rolladen dicht herunter und klappt das Fenster innen an, dann werden 13 dB erreicht. Wird das Fenster gekippt und der Rolladen unten mit 2 cm Lüftungsöffnung offen gehalten, beträgt die Schallpegelminderung 9 dB. Also 5 dB mehr als gegenwärtig. (Klebt man einen Teppichstreifen innen unter den Rollkasten, lassen sich 2 dB mehr erreichen.)

Das sind die Werte, die man ohne große Umbauten an jedem z. Zt. eingebauten Rolladen erreichen kann.

Neue Rolladenentwicklungen, wie sie der Verfasser mit der Firma Vekaplast durchführte, haben zu geschlossenen, etwas breiteren durchgehenden transluzenten Stegen geführt. Diese machen den Rolladen nicht nur wärmedichter, sondern auch schallschlucken-

* Manuskript eingereicht im Oktober 1985.
** Vortrag gehalten bei der DKV-Jahrestagung 1985, Aachen.

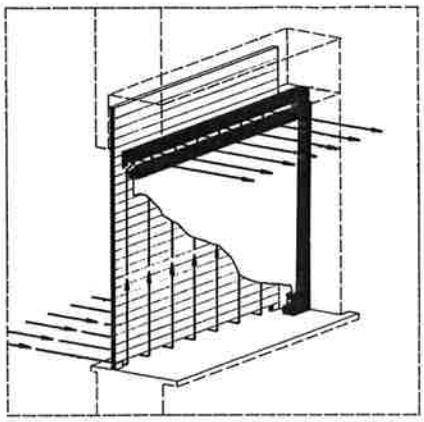


Bild 1 Lüftungsschlitz

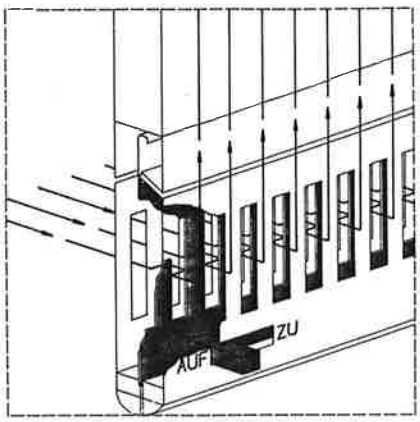


Bild 2 Lüftungsstab

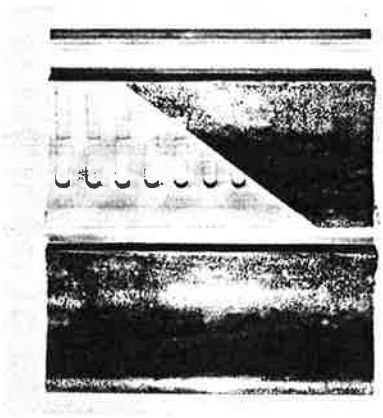


Bild 3 Rolladenweiterentwicklung

der. Die gleichzeitige Nutzung der Ausschäumung von Rolladenstäben zur Schallabsorption wurde durch Wahl eines schallschluckenden Schaummaterials (luftdurchlässige Poren) und einer Perforation an der Innenfläche erreicht.
Das Bild 3 zeigt ein Probestück dieses Rolladens, bei dem die Innenseite perforiert und die Hohlräume mit schallschluckendem Schaum gefüllt sind. Die Innenseite ist, um eine Verschmutzung der Perforationsöffnungen zu vermeiden, mit einer Fototapete beklebt, die durch eine sehr dünne Folie, die darüber liegt, geschützt wird. Sie mindert die zusätzliche Schallabsorption des Rolladens nicht. Das Bild 3 zeigt auch die bereits erwähnten durchsichtigen, etwas breiteren aber geschlossenen Stege. Mit diesem Rolladen wird beim Lüften eine Minderung des Schallpegels von 14 dB (A) erreicht. Auch wenn nicht gelüftet wird, hat die schalldämmende Perforation des Rolladens einen Effekt. In diesem Fall bringt er 5,5 dB (A) zusätzliche Schalldämmung.

2. Dauerlüftung mit Lüftungsfenstern

Die Lüftung von Wohnungen ist dringlicher geworden, seitdem unsere Fenster so schön dicht sind. Mit der zunehmenden Entdekkung chemischer Schadstoffe im Bauwesen ist das Lüftungsbedürfnis eher größer geworden als kleiner. Unsere Altbauten waren gut gelüftet. Bei vielen Sanierungsaufgaben ergeben sich bauphysikalische Probleme dadurch, daß zu dichte Fenster eingebaut werden, die nicht häufig genug geöffnet werden. Bauschäden werden schließlich an irgendeiner Stelle sichtbar oder man riecht sie (Schimmelbildung).

Tabelle 2 Schallmessungen (Prof. Lothar Siebel, Schall- und Wärmemeßstelle Aachen)

Messanordnung	Pegeldifferenzen in dB in den Oktavbändern 125	250	500	1000	2000	D A-Schallpegel dB(A)
Fe gekippt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe gekippt + Rolladen mit Schlitzen	0,0	0,0	1,5	4,5	6,0	4,0
Fe gekippt +Rolladen geschlossen	0,0	4,0	12,5	15,0	16,0	13,0
Fe gekippt +Rolladen mit 2 cm Lüftungsschlitz	0,0	0,0	8,5	9,5	10,5	9,0
Fe gekippt + Rolladen mit Absorber, 2 cm Lüftungsschlitz	0,0	4,0	13,0	16,o	17,0	14,0

Nicht wahrgenommen werden die schleichenden Dauerschäden an unserer Gesundheit durch chemische Lösungsmittel, die wir in Teppichklebern, Farben, Textilien, Möbeln (Formaldehyd), Baustoffen und Baustoffzusätzen oder Schutzmitteln, wie Holzschutzmittel, verwenden. Diese machen eine Dauerlüftung dringend erforderlich. Wahrscheinlich wird es eines der Forschungsergebnisse künftiger Zeiten sein, daß viele Erkrankungen auf die Dauerbelastung mit solchen zu spät als schädlich erkannten Stoffen mit zurückzuführen sind.
In Schlafzimmern ist eine mangelnde Lüftung leicht bemerkbar. Jeder riecht es, wenn er am Morgen in ein benutztes Schlafzimmer, das nicht gelüftet wurde, hineinkommt. Man sollte zugunsten einer Energieeinsparung keineswegs auf eine reichliche Lüftung von Wohnräumen verzichten.
Um trotzdem Energieeinsparung zu erreichen, kann der Rolladen helfen. Wird nämlich die zur Lüftung erforderliche Luftmenge im Spalt zwischen Rolladen und Fenster geführt, so wird ein Teil der durch das Fenster austretenden Transmissionswärme für die Erwärmung der in den Raum eintretenden Außenluft eingesetzt. Bild 4 zeigt das Schema einer „Berliner Lüftung" mit Lüftungsschächten in innenliegenden Naßräumen (nach DIN 18017). Die aus bauphysikalischen Gründen notwendige Lüftung von innenliegenden Naßräumen, wie Bäder, Küchen, WC's, erfolgt auf die Weise, daß in diesen Räumen Abluft über Dach geführt wird. Dabei wird die vor allem im Winter nachweisliche Auftriebswirkung in diesem Schacht zur Überwindung der Luftwiderstände ausgenutzt.
Diese Lüftung funktioniert nur, wenn, wie es auch in der DIN 18017 vorausgesetzt wird, Zuluft durch die Fugenundichtigkeiten der Fenster in die Wohnungen einströmen kann. Dies ist bei den allermeisten Neubauten mit fugendichten Fenstern nicht der Fall. Dort funktioniert nicht nur die Naßraumlüftung nicht, sondern es funktioniert auch nicht die Lüftung der Wohnungen, ausgenommen der Zeitpunkt, an dem Fenster geöffnet werden. Sollte man sich auf diese Zeiten beschränken? Also faktisch nur dann Naßräume und Wohnungen lüften, wenn ein Fenster geöffnet wird? Die Antwort lautet ganz entschieden nein! Man müßte z. B. das Wohnzimmerfenster öffnen, wenn man ein innenliegendes WC benutzt hat. Die „Kölner Lüftung", siehe Bild 5, würde das WC immer lüften, die Wohnung dagegen nicht mit.
Außer der sogenannten Stoßlüftung mit einem geöffneten Fenster, bei der ein etwa 5facher Luftwechsel erreicht werden kann, ist eine Dauerlüftung der Wohnung und Naßräume erforderlich. Die Bauordnung sieht vor, daß Wohnräume Querlüftung haben müssen [4]. Unter Querlüftung versteht man grob, daß eine Woh-

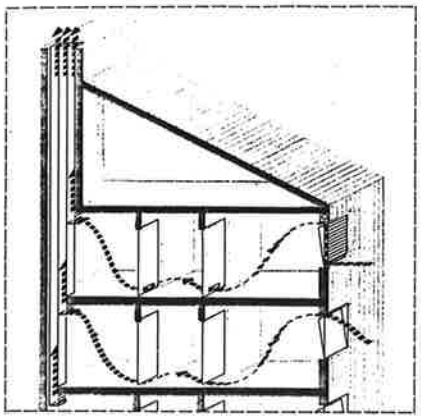


Bild 4 „Berliner Lüftung"

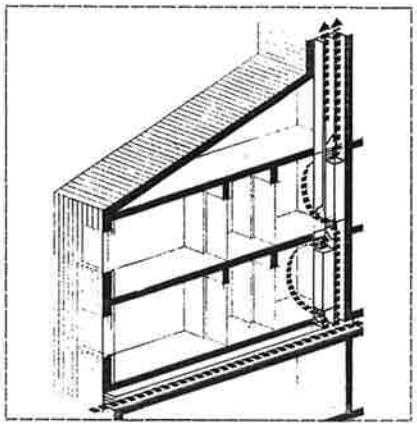


Bild 5 „Kölner Lüftung"

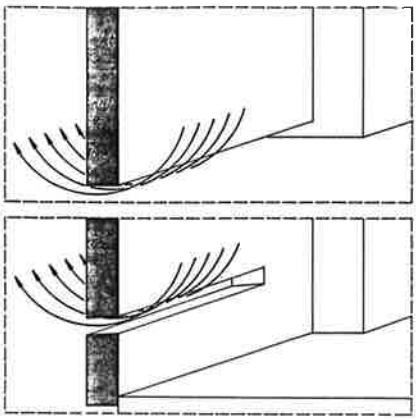


Bild 6 Türdetails aus DIN 18017

nung gegenüberliegende oder übereckliegende Fenster haben muß. Im Kommentar dazu heißt es, daß eine Luftströmung durch gegenüberliegende oder übereckliegende Fenster in einer Wohnung *„gewährleistet* sein" muß [5]. Gleichzeitig wird erlaubt, diese Luftströmung über eine freie Lüftung aus einem Naßraum zu bewerkstelligen. Daneben wird jedoch verlangt, daß diese Luftströmung, falls sie nicht zustande kommt, auf mechanische Art und Weise, also durch Ventilatoren, die die Abluft aus den Naßräumen entfernen, hergestellt sein muß. Damit ist notwendig, daß die zwischen Fenster und Lüftungsschacht liegenden Innentüren luftdurchlässig sind. Dies verlangt die DIN 18017, aus der das im Bild 6 dargestellte Detail entnommen ist, mit einem 2 cm Luftschlitz unter oder (150 cm^2) in den Türen.

Auch in dem Haus des Autors war z. B. die Badezimmertür so dicht, daß in die Naßräume Zuluft nicht eintreten konnte und auch die Wohnung selbst dadurch nicht gelüftet wurde. Dies zeigten Strömungsversuche mit Rauchpatronen eindeutig. Erst nachdem man aus der Badezimmertür einen Teil der Türdichtungen entfernt hatte, s. Bild 7, und gleichzeitig die Schlaf- und Wohnzimmertüren luftdurchlässig gestaltete, kam es bei geöffnetem Fenster zu der erwünschten, in der Bauordnung verlangten Querlüftung. Im engeren Sinn heißt Querlüftung nach der Bauordnung, daß die Widerstände durch Türen, die zwischen den Fenstern einer Wohnung liegen, gering genug sein müssen, um eine Luftströmung, die den Mindestluftwechsel (0,5fach) herstellt, zu ermöglichen. Darauf wird in den wenigsten Fällen geachtet. Aus Schallschutzgründen werden Türen heute fast ebenso dicht wie Fenster ausgeführt.

Die umlaufende Gummidichtung hat schalltechnische Vorteile, aber den großen Nachteil, daß die Lüftung dadurch, ebenso wie bei den zu dichten Fenstern, stark behindert wird. Der sonst unter der Unterkante der Tür freibleibende Luftspalt wird heute in vielen Fällen durch Teppichböden abgedichtet. Querlüftung kommt gegenwärtig nur dann in Gang, wenn Fenster und Innentüren gleichzeitig geöffnet sind. Die Lüftungstechniker schlagen seit Jahrzehnten vor, mechanische Wohnungslüftungen einzuführen. Dies verlangt dann zusätzliche Zuluftöffnungen, z. B. unter den Fenstern, die schallgedämmt sind und einen Ventilator im Naßraum, der die Abluft über Dach befördert. Aber auch dieses Verfahren würde nur funktionieren, wenn die dazwischenliegenden Türen keine zu großen Luftwiderstände haben. Ist man auf die geringe Zugwirkung von Schächten angewiesen, muß der Widerstand der Türen noch geringer sein. Bei der nächtlichen Lüftung hilft der Rolladen einen Teil dieser Widerstände dadurch überwinden, daß er, der eine etwas wärmere Luftschicht gegenüber der draußen befindlichen nach oben führt, wie ein kleiner Schornstein wirkt, also eine Auftriebswirkung für die Lüftung bereitstellt.

3. Jedem Raum ein Lüftungsfenster

Auch gegenwärtig erhält jeder Wohnraum wenigstens ein Lüftungsfenster. Es erhebt sich dennoch die Frage, wie man eine Dauerlüftung zustande bringen soll. Der Verfasser schlägt vor, daß jeder Raum ein Fenster erhält, bei dem man die obere Dichtung des Fensters entfernt. Es sei „Lüftungsfenster" genannt. An diesem Fenster sollte der Rolladen eine Endschiene haben, wie sie in Bild 2 vorgestellt wurde. Jeder Rolladen kann eine Lüftungsendleiste haben, die man bei Bedarf schließt oder öffnet. Beim Lüftungsfenster bleibt die Endleiste immer geöffnet. Sie erlaubt, nun auch einen Rolladen, wie er gegenwärtig überall zu finden ist, dicht zu schließen. Der Rolladen steht unten auf, so daß die Luft gezwungen wird, wie schon erwähnt, durch die Lüftungsschlitze der Endleiste unten außen einzutreten und oben durch den Zwischenraum, den die entfernte Dichtung am Fenster offen läßt, in den Raum auszutreten.

Im Haus des Autors hatten die Aluminiumfenster eine so dichte Auflagefläche, daß eine zu geringe Undichtigkeit für das Lüften entstand. Man entschloß sich deshalb, 3 mm starke elastische Abstandshalter an die Stellen zu kleben, wo am oberen Fensterteil die Dichtung entfernt wurde (s. Bild 7). Der Nachteil dieser Maßnahme wurde dem Autor von seiner Ehefrau erläutert: Das Fenster war schalldurchlässiger geworden und man hörte nun die Straße. Es mußte an dieser Stelle die durchlaufende Dichtung wieder angebracht werden. Der Nachteil der Schalldurchlässigkeit wird nachts mit einem heruntergelassenen Rolladen wieder um mindestens 9 dB verringert.

4. Zuluft- und Abluftfenster

Klimaanlagen haben derzeit einen schlechten Ruf. Man baut sie nur dort ein, wo sie absolut nicht vermeidbar sind und beschränkt sich auf technische Lösungen mit dem geringsten Aufwand. Man kann sich z. B. eine Abluftanlage sparen, wenn man die Abluft aus Räumen, die über eine Klimaanlage mit Zuluft versorgt werden, zwischen den Fensterscheiben nach außen abströmen läßt. Solche Fenster werden Abluftfenster genannt. Eines davon ist im Bild 8 gezeigt. Es wurde gemeinsam mit der Firma Vekaplast für deren neuen Verwaltungsbau entwickelt. Das Bild zeigt am oberen und unteren Ende nach außen und innen öffenbare Lüftungsleisten. Diese ersetzen gewissermaßen das Herausnehmen der Dichtung im vorangegangenen Absatz. Die Firma Viessmann gibt für ein solches Abluftfenster einen k-Wert von 0,3 W/m^3K an [6]. Hier ist der Wärmerückgewinn bei der Luftführung durch die Fenster mit eingerechnet.

Ebenso wie für die Abluftführung läßt sich das Fenster auch für die Zuluftführung nutzen, wenn der Raum z. B. eine mechanische Abluftführung hat. Das Bild 9 zeigt die Abhängigkeit des Grades

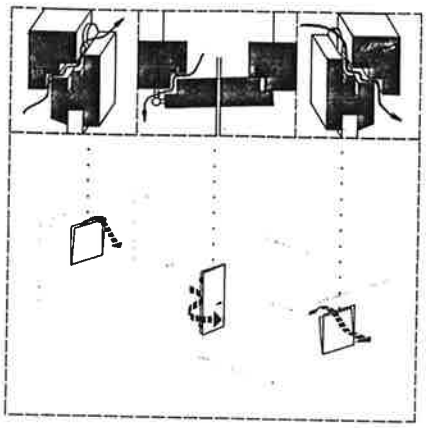


Bild 7 Querlüftung – Details für die Durchlässigkeit von Tür und Fenster

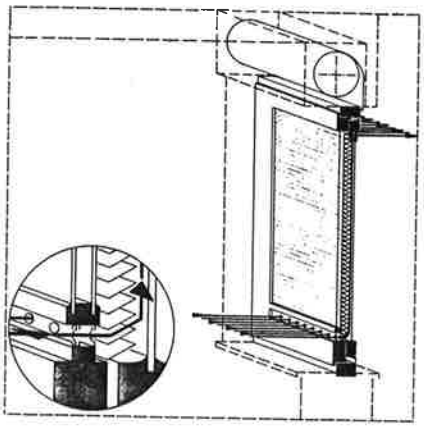


Bild 8 Abluftfenster mit Detail der Lüftungsleiste

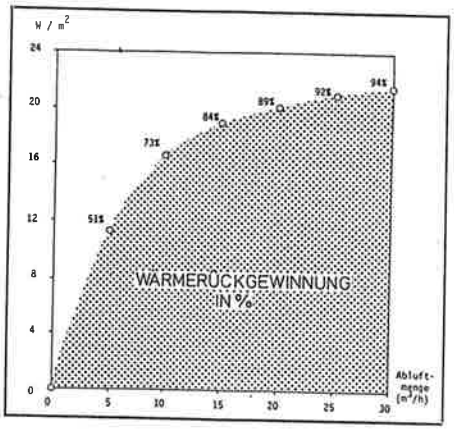


Bild 9 Diagramm der Wärmerückgewinnung beim Abluftfenster

der Wärmerückgewinnung bei Abluftfenstern. Wie man erkennt, ist bei Abluftfenstern die Verringerung des k-Wertes von der hindurchgehenden Luftmenge abhängig, weil mit größer werdender Luftmenge die mittlere Temperaturdifferenz zwischen Innenscheibe und Außenscheibe geringer wird. Beim Zuluftfenster ist dies nicht der Fall und die rückgewinnbare Wärmemenge auf etwa 50 % begrenzt. Im Klartext: Bei Abluftfenstern läßt sich die Wärmerückgewinnung höher treiben je nach Größe der Abluftmenge als bei Zuluftfenstern, wo sie auf 50 %, unabhängig von der Luftmenge, begrenzt ist.

Diese Wärmerückgewinnung weist jedoch noch einmal darauf hin, daß das gleiche Prinzip auf Rolläden beim Lüften angewandt, zu einer erheblichen Energieeinsparung führt. Man sollte deshalb allen Besitzern von Rolläden empfehlen, ein Lüftungsfenster in jedem Raum herzustellen und die Rolläden mit Lüftungsleisten zu versehen. Eine Sanierungsmaßnahme, bei der Gesunderhaltung und Energieeinsparung Hand in Hand gehen. Die Rolladenbauer sollten die Aufgabe übernehmen, das Lüften von Wohnungen bei gleichzeitiger Energieeinsparung durch Wärmerückgewinnung zu propagieren und durch eine umfassende Kampagne an allen Fenstern mit Rolläden zu verwirklichen.

Literatur

[1] Tischendorf, J.: „Dichte Rolläden als Wärmerückgewinnung beim Lüften"; Zeitschrift Rolladen + Sonnenschutz, 7/8 1983, S. 24 ff. s. a. Vortrag zur Rolladenmesse in Stuttgart, März 1985
[2] Löffler, M.: „Haustechnische Planung eines Ferienhauses in besonders freier Lage"; Diplomarbeit WS 84/85 FH Aachen, Betreuer Prof. Dr. J. Tischendorf, Koreferent Prof. J. Conradi
[3] P 3524041.5; G 8519502.2: „Rolladenendstab mit Lüftungs-Öffnungen"
[4] Bauordnung Nordrhein-Westfalen § 60
[5] Gädtke, H.: „Kommentar zur Bauordnung NW" S. 382
[6] Viessmann Werke KG: „Wärmerückgewinnung durch Klimafenster protecta-sol"; R 1833, April 1974

VORSCHAU AUF DIE KI-AUSGABE MAI 1986

Serie	Innenraum-Luftqualität (Indor Air Quality) J. Schlatter: Verunreinigungen der Raumluft, mögliche gesundheitliche Auswirkungen und minimale Lüftungsraten
Praxis	E. Sturzenegger: Sicherheitsventile in Kälteanlagen
Technik	Einfluß der Saugdampfüberhitzung auf das Leistungsverhalten von Kältemittelverdichtern
Fachaufsatz	R. Grosche: ZLT/DDC – Die integrierte Lösung
Forum	Großkälteanlagen (Großkältemaschinen)