

Wärmerückgewinnung ist noch zu teuer

# Wohnungs Lüftung im praktischen Test

Von Hans Werner, Holzkirchen

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Forschung und Technologie geförderten Projektes „Lüftung im Wohnungsbau“ wurden im Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Holzkirchen, verschiedene Lüftungssysteme in einfamilienhausgroßen Versuchsgebäuden unter natürlichen Klimabedingungen praxisnah untersucht [1]. Als Versuchsobjekt standen zwei in Größe, Bauart und Ausstattung gleiche Einfamilienhäuser zur Verfügung, um direkte Vergleiche im Hinblick auf Luftaustausch und Heizenergieverbrauch zu ziehen.

Durch die relativ aufwendige meßtechnische Ausstattung der beiden Gebäude war es möglich, nicht nur qualitative, sondern auch quantitative Ergebnisse unter definierten Randbedingungen zu erhalten. Es wurden verschiedene Lüftungssysteme untersucht, und zwar sogenannte nicht motorische Lüftungseinrichtungen und motorisch betriebene Lüf-

lungsanlagen, die entweder zentral oder dezentral eingesetzt werden können. (Eine einheitliche Definition verschiedener Lüftungssysteme wird derzeit bei der Bearbeitung der DIN 1946 Teil X vorgenommen.) Während bei den nicht motorisch betriebenen Lüftungseinrichtungen eine thermische Beeinflussung der in den Raum gelangenden Außenluft nicht

möglich ist, bieten die motorischen Lüftungsanlagen den Vorteil der Wärmerückgewinnung aus der Abluft.

Die Lüftungseinrichtungen werden ausschließlich dezentral als kleinere Einheiten meist im Bereich der Fenster eingebaut und als Fensterlüfter bezeichnet. Die über Schieber oder Walzen kontrollierbare Luftzu- oder -abfuhr erfolgt über natürlich erzeugte Druckdifferenzen infolge Wind oder Temperaturunterschiede [2]. Bei eingeschlossenen Einfamilienhäusern ist allerdings letzterer Einfluß von wesentlich geringerer Bedeutung auf den Luftaustausch von Gebäuden, zumal dann, wenn die freien Lüftungssysteme auf gleicher Höhe angebracht sind.

Bei Durchführung der Versuche in den Einfamilienhäusern wurden die dezentralen Systeme auf einem Prüfstand zur Bestimmung der Luftdurchsätze unter konstanten Druckbedingungen eingebaut. Dabei stellte sich heraus, daß bei einigen Lüftern im offenen Zustand die Kennlinien im praktisch häufig vorkommenden Druckbereich von 0 bis 10 Pa relativ steil verlaufen, also der Luftdurchsatz bei geringen Differenzdrücken sehr stark variiert. Typische Kennlinien dezentraler Lüfter sind in Abb. 1 exemplarisch dargestellt.

Mit den in den Einfamilienhäusern getesteten Lüftungssystemen standen folgende Messungen im Vordergrund:

- Luftwechsel
- Strömungsgeschwindigkeiten im Bereich der Lüftungsöffnungen
- Heizenergieverbrauch.

Die verschiedenen Lüftungssysteme wurden zeitlich nacheinander in das Testhaus eingebaut und die Meßergebnisse mit denen des zweiten Hauses - dem sogenannten Referenzhaus - verglichen, das herkömmlich durch heute übliche Fugenundichtheiten ohne spezielle Systeme belüftet war.

## Luftwechsel und Strömungsgeschwindigkeiten

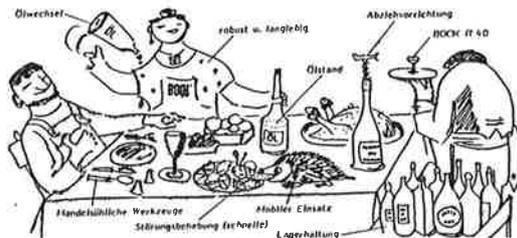
Die mit Hilfe der Indikatorgas-Methode durchgeführten Luftwechselmessungen zeigten, daß bei heute üblichen Fenstern mit Lippeundichtungen im geschlossenen Zustand nur sehr geringe Luftwechsel auftreten, die hygienischen Anforderungen nicht entsprechen [3, 4]. Bei gekippten Fenstern hingegen können sich Luftwechsel ergeben, die weit über das hygienisch notwendige Maß hinausgehen. Der Vorteil der Lüftungseinrichtungen liegt darin, daß der Luftwechsel grundsätzlich regulierbar ist. Dies erfordert aber die Mitwirkung der Bewohner, welche die Lüftungseinrichtungen entsprechend dem Bedarf und den Windverhältnissen betätigen müssen. Bleiben die Lüftungseinrichtungen ständig offen, ergeben sich vor allem bei Wind ähnlich hohe Luftwechsel wie bei leicht gekippten Fenstern (Abb. 2). Ein weiterer Vorteil dieser Lüftungseinrichtungen gegenüber gekipptem Fenster ist, daß derartige Systeme schalldämmend ausgeführt werden können und einen besseren Einbruchschutz bieten als offene Fenster [5].

Motorisch betriebene Lüftungsanlagen gewährleisten im Gegensatz zu den Lüftungseinrichtungen auch eine ausreichende Be- bzw. Entlüftung bei Windstille. Auch ist die Abhängigkeit des Luftdurchsatzes von der Windgeschwindigkeit und Windrichtung weniger abhängig als bei nicht motorischen Systemen (Abb. 3).

Bei der zentralen Be- und Entlüftungsanlage bietet sich der Vorteil einer problemlosen Wärmerückgewinnung aus der Abluft. Die Wärmehaushaltsglieder liegen optimal zwischen 60 Prozent und 70 Prozent. Kennzeichnend für die untersuchte zentrale

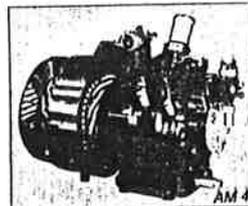
Der Autor dieses Artikels, Dr. Hans Werner, ist Mitarbeiter des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik, Holzkirchen.

## Wartungsfreundlich



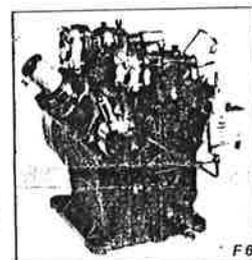
So stellt sich unser Zeichner - dieser Playboy - die Wartungsfreundlichkeit vor. Dabei hat er zu allem Überfluß auch noch die Kälteanlage mit dem Kältemonteur verwechselt. Aber im Ernst: Wenn Sie Bock-Kältemaschinen warten, haben Sie mehr Zeit für die Freuden des Lebens. Und wir hoffen, daß Sie nach getaner Arbeit auch so gut gewartet werden wie Ihr Kollege hier.

**Robust und langjährig**  
Bock-Maschinen sind bekannt für ihre Robustheit. Ebenso für ihr langes Leben. Sie arbeiten zuverlässig, auch in extremen Bereichen und unter erschwerten Betriebsbedingungen. Ob im stationären oder mobilen Einsatz.

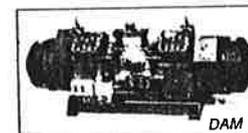


### Motorwartung ohne Kreislaufstörungen

Reparatur oder Austausch des Elektromotors beim offenen Bock-Motorverdichter AM: Das interessiert den Kältekreislauf Ihrer Anlage überhaupt nicht. Weil der Motorraum vom Verdichterraum absolut getrennt ist. Vergessen Sie bei Motorausfällen das Reinigen, Evakuieren, Trocknen und Wiederfüllen der Anlage. Und beim DAM können Sie einen Verdichter weiterlaufen lassen, während Sie den anderen warten.

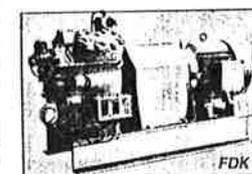


**Wartung Praktisch gleich Null**  
Bock-Verdichter, Verdichtersätze und Verflüssigungsätze können Sie gestrost ihrem Schicksal überlassen. Sie arbeiten treu und brav vor sich hin, Jahr um Jahr. Wenn nur der Abstand stimmt, sind sie vollauf zu liefern. Und einen Ölwechsel wollen sie bloß alle 3 Jahre. Solche Genügsamkeit sucht ihresgleichen.

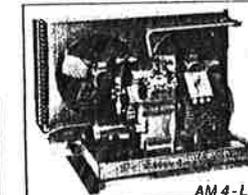


### Lückenlose Ersatzteil-Logistik

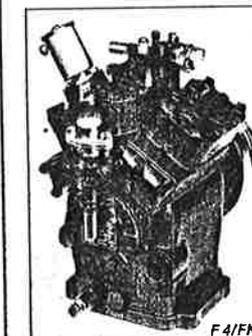
Eine ganze Menge gleicher Ersatzteile passen sowohl in den F, in den FK und in den AM. Das dezimiert Ihr Ersatzteillager und die Kapitalbindung. Bausätze erleichtern die Reparatur und garantieren das reibungslose Zusammenspiel ausgetauschter Funktionsgruppen. Und was die Ersatzteil-Logistik betrifft: Allein in der Bundesrepublik Deutschland liegt bei 36 Händlern das meiste auf Abruf.



**Normalverbraucher**  
Wenn ein -Bock-irgendwann einmal repariert werden muß, brauchen Sie keine Spezialwerkzeuge. Handelsübliche genügen. Damit kommen Sie immer über die Funteln. Das einzige »Extra« ist die Bock-Fotorabziehvorrichtung für den AM.



Bock-Kältemaschinen sind treue Arbeitspferde. Ohne Mucken, ohne Ansprüche. Allerdings: Gegen einen gelegentlichen anerkennenden Klaps auf den Zylinderdeckel haben Sie nichts. Schließlich will jeder mal gelobt werden.



**BOCK**  
die zuverlässige Kälte

**BOCK GmbH & Co. Kältemaschinenfabrik**  
Postfach 1129 · D-7440 Nürtingen  
Telefon (0 70 22) 3 10 16 · Telex 7-267 346

2373

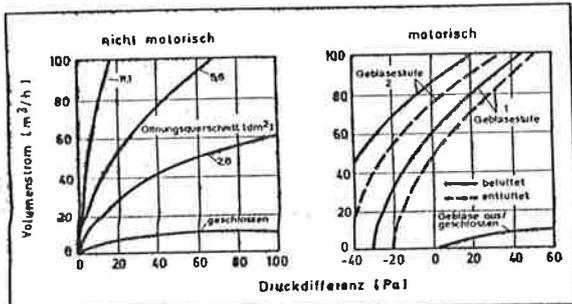


Abb. 1  
Typische Kennlinien nicht-motorischer und motorischer dezentraler Lüftungssysteme, die im Bereich des Fensters eingebaut werden.

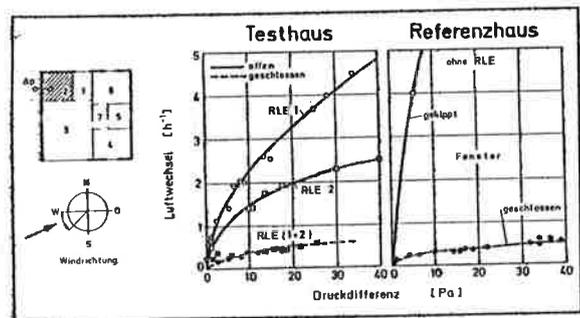


Abb. 2  
Vergleich der gemessenen Luftwechsel im Raum 2 mit eingebauten regulären Lüftungseinrichtungen (RLE) im Testhaus und geschlossenen bzw. gekippten Fenstern im Referenzhaus in Abhängigkeit von der Druckdifferenz.

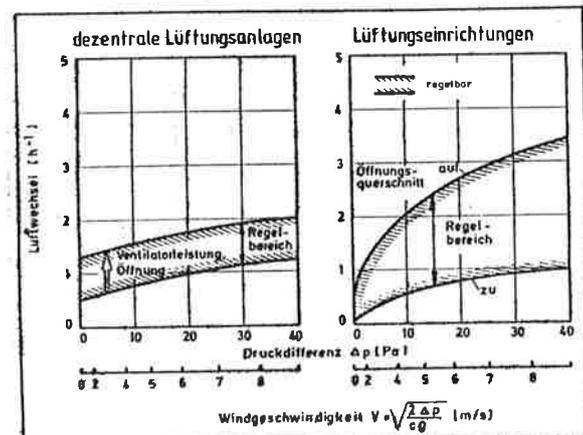


Abb. 3  
Typische Abhängigkeiten der Luftwechsel in Abhängigkeit der durch Wind bewirkten Druckdifferenz bei motorischen dezentralen Lüftungsanlagen und nicht motorischen Lüftungseinrichtungen.  
Alle Abb. Werner

Anlage war, daß der durch sie aufrechterhaltene Luftwechsel nahezu unabhängig von den äußeren Windverhältnissen ist. Die Anlage erlaubt auch über eine Zeitschaltuhr eine Bedarfslüftung. Während tagsüber verstärkt das Wohnzimmer belüftet wurde, war es möglich, während der Nachtzeit die Luftzufuhr im Wohnzimmer herabzusetzen und dafür verstärkt die Schlafzimmern zu belüften. Aufgrund der vorhandenen Wärmerückgewinnung waren selbst noch zu Beginn der Heizperiode die Temperaturen an den Zuluftdüsen in der Decke so hoch, daß zusammen mit den relativ niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten an den Austrittsöffnungen im Aufenthaltsbereich keine Zugerscheinungen zu beklagen waren. Bei den dezentralen Systemen sind Zugerscheinungen bei Wind

oder höheren Gebläsestufen meist nicht zu vermeiden. Vor allem bei den motorischen Lüftern ergeben sich noch in einem Meter Abstand Strömungsgeschwindigkeiten von mehr als 40 cm/s.

### Heizenergieverbrauch

Bekanntlich wird der Heizenergieverbrauch beim heute üblichen Wärmeschutzniveau zu einem wesentlichen Teil vom Lüftungswärmeverlust bestimmt. Bei den hier vorliegenden Gebäuden liegt bei einem Luftwechsel von  $1,0 \text{ h}^{-1}$  der Anteil bei ca. 25 Prozent. Es ist klar, daß bei Lüftungssystemen ohne Wärmerückgewinnung eine Heizenergieeinsparung nur dann möglich ist, wenn es mit Ihnen gelingt, auf Dauer einen niedrigeren mittleren Luftwechsel zu erzielen als mit herkömmlicher Fensterlüftung (zeitweises Öffnen der Fenster).

Da Undichtheiten in der Gebäudehülle durch Lüftungssysteme nur wenig beeinflußt werden, können diese nur mit einem an Wetter und Nutzungsgrad angepaßten Betrieb zur Energieeinsparung beitragen, was eine aktive Bedienung durch einen Benutzer voraussetzt. Da aufgrund der Unkontrollierbarkeit bei üblicher Fensterlüftung Luftwechsel im Mittel von  $1,5 \text{ h}^{-1}$  zu erwarten sind, ist es durchaus möglich, daß man mit speziellen Lüftungssystemen ohne Wärmerückgewinnung den durchschnittlichen Luftwechsel reduzieren kann. Eine Abnahme des Luftwechsels um  $0,5 \text{ h}^{-1}$  brachte bei den hier vorliegenden Häusern eine Heizenergieeinsparung von ca. 12 Prozent. Noch etwas höhere Einsparungen sind natürlich bei zentralen Lüftungsanlagen mit

Wärmerückgewinnung möglich. Ohne den Luftwechsel zu reduzieren ( $1,0 \text{ h}^{-1}$ ) ergab sich mit Wärmerückgewinnung eine Einsparung von ca. 18 Prozent.

### Zusammenfassung und Bewertung

Die aus den exemplarisch durchgeführten Untersuchungen mit verschiedenen Lüftungssystemen gewonnenen Ergebnisse lassen sich wie folgt kurz zusammenfassen:

- Fenster mit Lippeabdichtungen sind im geschlossenen Zustand aus hygienischen Gründen zu dicht. Die Luftwechsel liegen meist unter  $0,3 \text{ h}^{-1}$ .
- Öffnen der Fenster (gekippt) führt bei den heute noch üblichen Beschlägen sehr häufig zu relativ hohen Luftwechseln ( $> 2 \text{ h}^{-1}$ ), die im allgemeinen weit über dem hygienischen Notwendigen (ca.  $0,8 \text{ h}^{-1}$ ) liegen.
- Nicht-motorische Lüftungseinrichtungen gestatten eine ausreichende Belüftung. Allerdings ist bei Windstille die Lüftungswirkung gering. Bei starkem Wind müssen die Einrichtungen geschlossen werden, was in der Praxis häufig vergessen wird.
- Motorische Lüftungsanlagen gewähren auch bei Windstille eine gewünschte Belüftung. Bei dezentralen Anlagen sind Zugerscheinungen kaum vermeidbar. Wärmerückgewinnung ist nur mit motorischen Systemen möglich, wobei der zentralen Anlage in diesem Zusammenhang der Vorzug gegenüber den dezentralen gegeben werden muß.
- Energieeinsparung ist praktisch nur durch Wärmerückgewinnung möglich. Bei nicht-motorischen Lüf-

tungseinrichtungen gelingt ein sparsamer Energieverbrauch nur dann, wenn es aufgrund der Feinjustierung gelingt, den mittleren Luftwechsel in der Heizperiode niedrig zu halten. Dies erfordert aber ein bewußtes, dosiertes und auf den Bedarf abgestimmtes Lüften.

- Eine Wirtschaftlichkeit (Amortisationszeiten  $< 10$  Jahre) durch Heizkosteneinsparung ist bei Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung aufgrund der derzeitigen Preise noch kaum gegeben.

### Literatur

- [1] Werner, H.: Vergleich von Lüftungssystemen in unbewohnten Modell-Versuchshäusern. Forschungsbericht T 84-248, Bundesministerium für Forschung und Technologie, Dezember 1984.
- [2] Dahler, R. u. Hirsch, E.: Bestandsaufnahme von Einrichtungen zur freien Lüftung im Wohnungsbau. Bericht des Forschungsprojektes „Lüftung im Wohnungsbau“, Nr. 5110, Institut für Fenstertechnik e. V., Rosenheim, 1982.
- [3] Gertis, K.: Raumluftfeuchte und Wohnungs Lüftung. Tagungsbericht „Lüftung im Wohnungsbau“, TÜV Rheinland, Köln 1984.
- [4] Wegener, J. u. Schlüter, G.: Die Bedeutung des Luftwechsels für die Luftqualität von Wohnräumen. Luftqualität in Innenräumen, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1982.
- [5] Mayer, E.: Entwicklung eines Meßgerätes zur getrennten und integralen Erfassung der physikalischen Raumklimakomponenten. Dissertation, TU München, 1983. □

## Zentrale Entlüftung über Dach

Das Unternehmen bietet mit seinem Lüftungsgeräteprogramm komplette Problemlösungen zur Be- und Entlüftung über Dach mit oder ohne Wärmerückgewinnung an. Dabei zeichnen sich die Lüftungsgeräte durch folgendes aus:

- extrem leise durch eingebautes Fischbach-Compact-Gebläse mit innenliegendem Scheibenankermotor,
- elektrisch 100 Prozent stufenlos regelbar, manuell oder vollautomatisch druck-, temperatur- oder feuchteabhängig,
- automatische Tag/Nachtschaltung in der Wohnungs Lüftung mit kompletter Steuereinheit,
- Grund- und Bedarfslüftung druckabhängig mit der Fischbach-Regelautomatik und dem Fischbach-Wandfortluftautomaten.

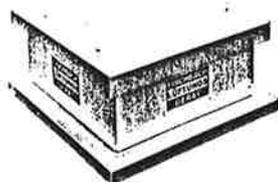


Abb. Fischbach

### Verbraucherinformation „Richtig lüften“

Berlin/BN. Die Lunos-Lüftung GmbH & Co. Ventilatoren KG, Berlin, hat eine Verbraucherbroschüre „Das ABC für gute Luft im Wohnbereich“ herausgegeben. Sinn und Zweck dieser Informationsschrift ist es, den Verbraucher über Ventilation und Luftwechsel in Wohngebäuden sowie über Luftfeuchte und Tauwasserbildung zu unterrichten.

Themen wie der Energieverbrauch im Haushalt, der Schwärzepilz oder Lüftungsgeräte und Spezialschalter sollen nach Angaben des Herausgebers dem Verbraucher zeigen, was er zur Lösung beitragen kann.

# Armstrong-BEFEUCHTER

Nord- und Westdeutschland:  
ASA HORST WIEBER GMBH · Postfach 1425 · 2805 Stuhr 1 · Telefon (0421) 56831  
Bayern und Baden-Württemberg:  
LWZ GEBRÜDER SCHULTE · Postfach 1111 · 8330 Garmisch-Partenkirchen · Telefon (089) 495 1031

