

LÜFTUNGSSYSTEME IM WOHNUNGSBAU

Energetische Auswirkungen von Lüftungssystemen im Wohnungsbau 1539

Dr.-Ing. Werner, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Außenstelle Holzkirchen

Abzug A *Alvay A* **ATG**

Einleitung

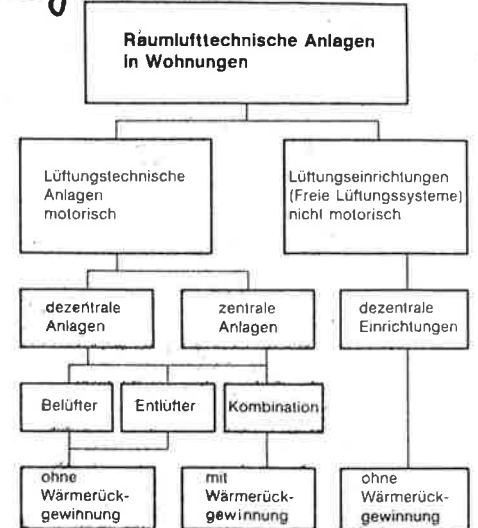
Die in den letzten Jahren durchgeführten Energiesparmaßnahmen haben zu einem Lüftungsproblem in unseren Wohnhäusern geführt, das bis heute noch immer nicht als gelöst angesehen werden kann, da wirtschaftliche und nutzungsbedingte Aspekte einer zufriedenstellenden Lösung entgegen wirken. Sinnvolle Energieeinsparungsmöglichkeiten bieten sich heute jedoch in der Lüftungstechnik, mit der hohe Lüftungswärmeverluste reduziert werden können, ohne daß damit hygienische Probleme verbunden sind. In den letzten Jahren wurden auch für den Wohnungsbau spezielle Lüftungssysteme entwickelt, um einen kontrollierten Luftaustausch bei möglichst niedrigen Wärmeverlusten zu ermöglichen.

A Im folgenden wird über Ergebnisse experimenteller Untersuchungen* mit Lüftungssystemen berichtet [1]. Die Vergleichsmessungen wurden in identischen Experimentierhäusern - sogenannte Zwillingshäuser - in Einfamilienhausgröße durchgeführt.

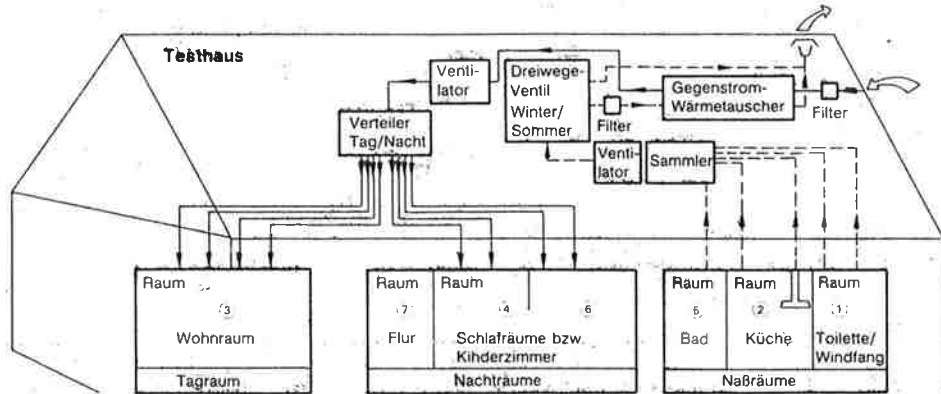
Einteilung der Lüftungssysteme für den Wohnungsbau

Gemäß DIN 1946 werden sogenannte raumlufttechnische Anlagen entsprechend Bild 1 unterschieden in solche mit maschineller Luftförderung - die sogenannten »lüftungstechnischen Anlagen« - und in sogenannte »Lüftungseinrichtungen« oder »freie Lüftungssysteme« zur freien Lüftung von Räumen ohne Benötigung von Hilfeenergie (Ventilatorleistung).

Während die Lüftungseinrichtungen dezentral, meist im Bereich der Fenster in horizontaler oder vertikaler Anordnung eingebaut werden, können die Lüftungsanlagen auch zentral betrieben werden. Dabei sind zwei Betriebsweisen zu unterscheiden, und zwar der reine Abluftbetrieb, wobei über unkontrollierter Zuluft infolge Undichtheiten die Naßzellen (Küche, Bad und WC) zentral abgesaugt werden und der Abluft-Frischluftbetrieb mit bzw. ohne Wärmerückgewinnung aus der Abluft.



1 Einteilung der raumlufttechnischen Anlagen für den Wohnungsbau



2 Schematische Darstellung einer im IBP-Experimentierhaus in Holzkirchen eingebauten zentralen Be- und Entlüftungsanlage mit der Möglichkeit der Wärmerückgewinnung aus der Abluft

Regulierbare Lüftungseinrichtungen (RLE)				
lieferbare Einbaulänge [mm]	400-3000	400	410-2600	400-3000
Länge des Prüflings [mm]	1115	400	1115	1115
max. Öffnungsquerschnitt Innenseite [dm²]	11,5	34,2	10,7	20,0
Kurzbezeichnung	RLE 1	RLE 2	RLE 3	RLE 4

3 Typische Lüftungseinrichtungen, die im Bereich des Fensters eingebaut wurden

In Bild 2 ist eine schematisierte Darstellung der untersuchten zentralen Be- und Entlüftungsanlage wiedergegeben. Die Anlage ist im Dachraum untergebracht. Sie besteht aus zwei Ventilatoren (2 x 35 W Aufnahmeleistung) für die Zu- und Abluft, einem 3-Wege-Verteiler für Winter- und Sommerbetrieb, einem umschaltbaren Tag-/Nachtverteiler, einem Sammler und zwei Filterkästen vor und hinter dem Gegenstromwärmetauscher, der sinnvollerweise nur bei kühler Witterung in Betrieb ist. Die Außenluft gelangt über Deckenauslässe in Wohn- und Schlafzimmer; die Abluft wird mittels in der Decke angebrachten Einlässen aus den Naßräumen abgesaugt.

Die von Hand bedienbaren Lüftungseinrichtungen (Bild 3) können mit Schiebern oder Walzen in ihrem Öffnungsquerschnitt verändert werden. Die Luftförderung geschieht ausschließlich durch Druckunterschiede infolge Wind und Temperaturdifferenz.

Luftwechsel unter praxisnahen Bedingungen

Einige Vertreter der verschiedenen Lüftungseinrichtungen und -anlagen wurden in einem einfamilienhausgroßen Versuchshaus (Testhaus) unter natürlichen Klimabedingungen im Vergleich zur herkömmlichen Fensterlüftung in einem zweiten baugleichen Gebäude (Referenzhaus) im Hinblick auf Luftwechsel und Lüftungswärmeverlust untersucht.

* gefördert im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprogrammes »Lüftung im Wohnungsbau« mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung und Technologie



In Bild 5 sind die Luftwechsel der gesamten Wohnung (Erdgeschoß) in Abhängigkeit von der Druckdifferenz zwischen Luvseite der Häuser vor dem Fenster und Raum 3 dargestellt. Um welche Lüfter es sich im einzelnen dabei handelt, geht aus Bild 3 hervor. Auffällig ist, daß bei Fensterlüftung (im Referenzhaus) sehr große Unterschiede auftreten, ob das Fenster gekippt oder geschlossen ist. Daraus wird der Vorteil einer solchen Lüftungseinrichtung deutlich. Damit ist im Vergleich zur bisher üblichen Fensterlüftung eine bessere Kontrollierung der Lüftung möglich. Allerdings verhindern auch diese Systeme nicht,

daß bei starkem Wind die Luftwechsel ebenfalls drastisch ansteigen. Selbstregulierende Systeme wären daher wünschenswert. Leider konnte der untersuchte Vertreter der auf dem Markt befindlichen selbstregulierenden Systeme die geforderten Ansprüche nicht erfüllen.

Zusammenfassend sind in Bild 4 die typischen Bereiche des Luftwechsels dargestellt, die mit den verschiedenen Lüftungsmöglichkeiten in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit bzw. des Winddruckes in den Versuchshäusern erzielt worden sind. Mit den Lüftungsanlagen kann der gewünschte Luftwech-

sel je nach Ventilatorleistung bzw. Öffnungsquerschnitt mehr oder weniger unabhängig von der herrschenden Windgeschwindigkeit eingestellt werden.

Lüftungswärmeverluste

Parallel zu den Lüftungsuntersuchungen wurden die Heizenergieverbräuche der beiden Gebäude bei Benutzung unterschiedlicher Lüftungssysteme und herkömmlicher Fensterlüftung gemessen. Welche durchschnittlichen Heizleistungen mit den verschiedenen Systemen (jeweils rechte Säulen) sich im Vergleich zur Fensterlüftung (jeweils linke Säule) bei verschiedenen Luftwechseln (als Parameter an den Säulen angegeben) ergeben haben, geht aus den Bildern 6 bis 8 hervor.

Als Vergleichsnorm diente ein mittlerer Luftwechsel von $1,5 \text{ h}^{-1}$ (100%), wie es sich im Mittel durch zeitweises Öffnen der Fenster und üblicher Undichtigkeiten ohne Lippendichtungen einstellen kann. Bei regulierbaren Lüftungseinrichtungen (RLE) ist eine Energieeinsparung gegenüber Fensterlüftung nur dann möglich, wenn es aufgrund ihrer Regulierbarkeit mit ihnen gelingt, einen durchschnittlich niedrigeren Luftwechsel zu erzielen. Einsparungen von 15 bis 20% sind gegenüber einem Luftwechsel von $1,5 \text{ h}^{-1}$ realisierbar. Diese Angabe bezieht sich natürlich auf ein Wärmeschutzniveau gemäß der novellierten Wärmeschutzverordnung (1984).

Mit den motorisch betriebenen Lüftungsanlagen sind aufgrund von Wärmerückgewinnung aus der Abluft auch deutliche Einsparungen ohne Reduzierung des Luftwechsels zu erzielen. Bei einem i. a. hygienischen Luftwechsel von $1,0 \text{ h}^{-1}$ sind mit Wärmerückgewinnung je nach Effizienz des Wärmetauschers 8 bis 15% Heizenergieeinsparung durchaus möglich.

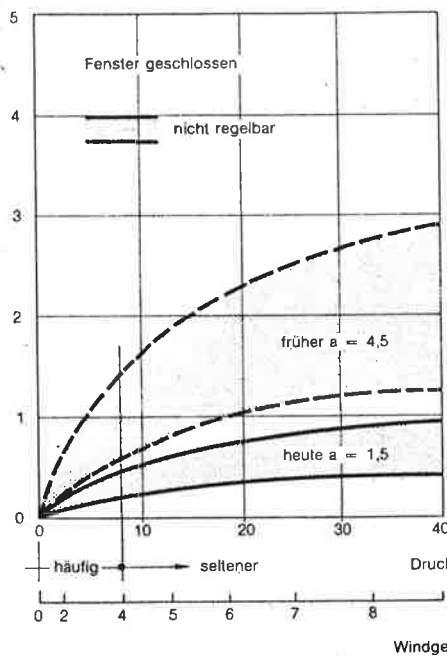
Bewertung der Systeme

Fenster mit Lippendichtung sind in geschlossenem Zustand so dicht (Luftwechsel unter $0,3 \text{ h}^{-1}$), daß abgestimmt auf die Raumnutzung aus hygienischen Gründen zusätzliche Maßnahmen der Belüftung notwendig sind.

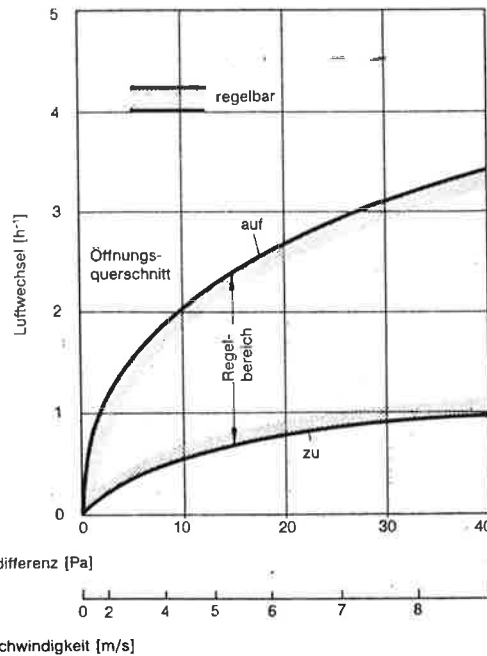
Öffnen der Fenster (gekippt) führt bei den heute üblichen Kippbeschlägen sehr häufig zu relativ hohen Luftwechseln ($> 2 \text{ h}^{-1}$).

Lüftungseinrichtungen am Fenster gestatten eine ausreichende Belüftung. Bei Windstille ist die Lüftungswirkung gering. Die Systeme sollten daher möglichst vertikal eingebaut werden. Der Lüftungsregelbereich ist groß. Bei starkem Wind müssen die Einrichtungen geschlossen werden, was in der Praxis häufig vergessen wird. Die Dichtheit in geschlossenem Zustand läßt oft zu wünschen übrig. Zugscheinungen aus der

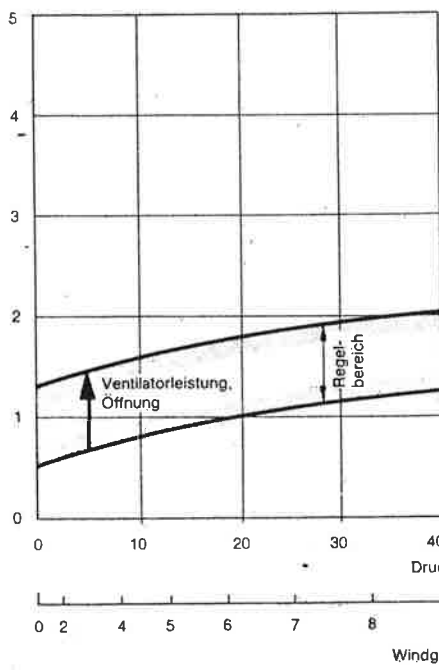
Fensterundichtheiten



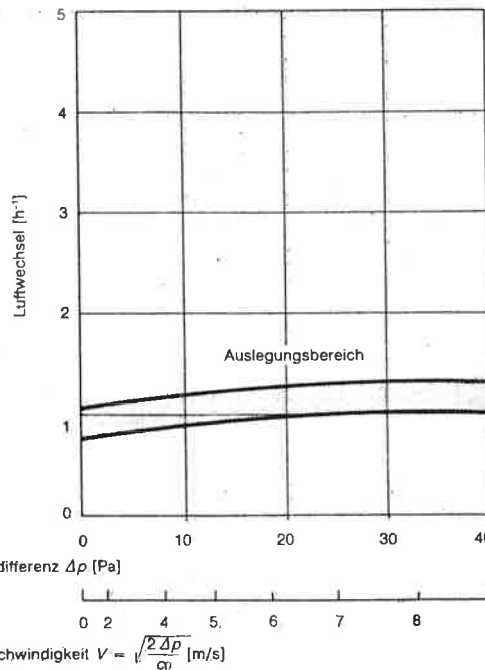
Lüftungseinrichtungen



dezentrale Lüftungsanlagen



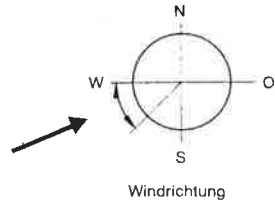
zentrale Lüftungsanlagen



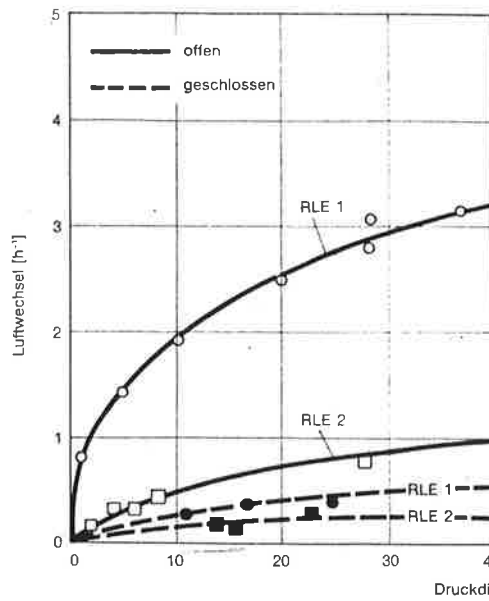
4 Typische Luftwechsel in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit (Staudruck) für unterschiedliche Lüftungsmöglichkeiten



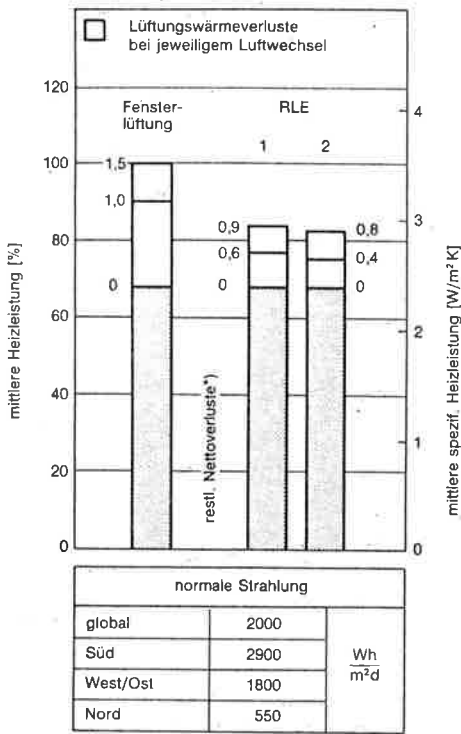
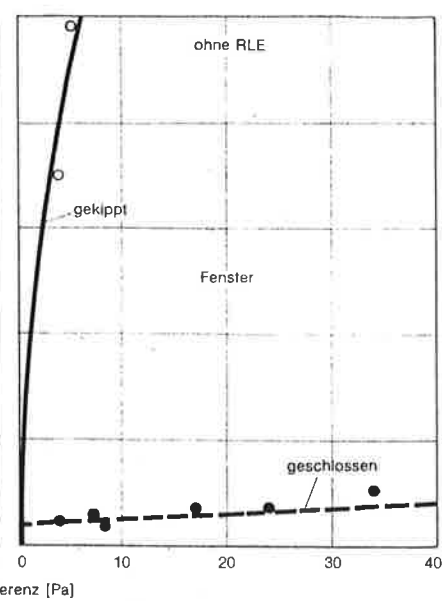
5 Vergleich der gemessenen Luftwechsel mit eingebauten regulierbaren Lüftungseinrichtungen (RLE) im Testhaus und geschlossenen bzw. gekippten Fenstern im Referenzhaus



Testhaus



Referenzhaus

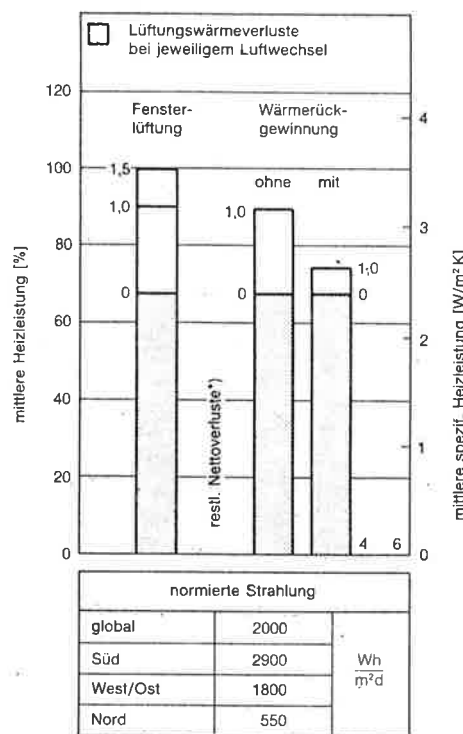


*) Transmissionsverluste - Gewinne

6 Vergleich der energetischen Wirkung von regulierbaren Lüftungseinrichtungen gegenüber üblicher Fensterlüftung

warmen Abluft ist mit den nicht motorischen Lüftungseinrichtungen nicht möglich. Eine Energieeinsparung ist daher nur zu erzielen, wenn es durch ihren Einsatz gelingt, den mittleren Luftwechsel in der Heizperiode zu minimieren. Dies erfordert ein bewußtes, dosiertes und regulierbares Lüften, was mit den Lüftungseinrichtungen möglich ist.

Motorisch betriebene Lüftungsanlagen gewährleisten auch bei Windstille



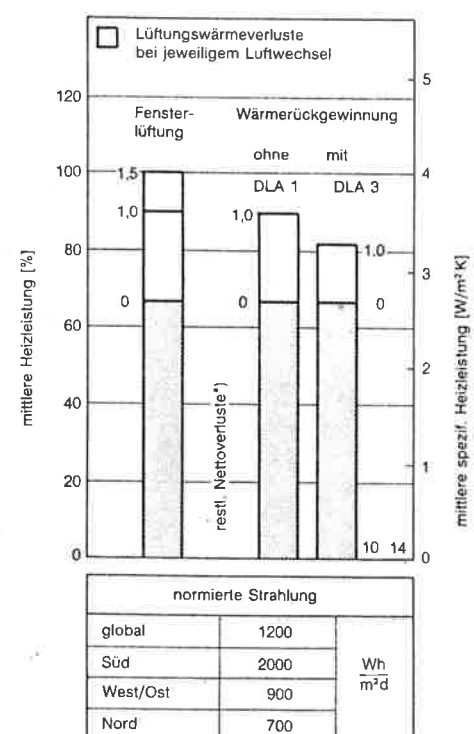
*) Transmissionsverluste - Gewinne

7 Vergleich der energetischen Wirkung von dezentralen Lüftungsanlagen ohne (DLA 1) und mit Wärmerückgewinnung (DLA 3) und üblicher nicht kontrollierbarer Fensterlüftung

eine ausreichende Be- und Entlüftung. Zugerscheinungen im Bereich der Auslaßöffnungen sind vor allem bei dezentralen Anlagen häufig nicht vermeidbar.

Reine Entlüftungsanlagen ohne gezielte Belüftung der Aufenthaltsräume gewährleisten meist nicht eine gleichmäßige Durchlüftung der Wohnung.

Die Wärmerückgewinnung aus der Abluft ist vor allem bei zentralen Anla-



*) Transmissionsverluste - Gewinne

8 Gegenüberstellung der Energieverbräuche bei üblicher Fensterlüftung und Lüftung mit einer zentralen Lüftungsanlage ohne und mit Wärmerückgewinnung unter normierten Strahlungsbedingungen

gen sehr effizient. Optimale Wärmeaustauschgrade liegen bei ca. 60%.

Unter Zugrundelegung der derzeitigen Kosten für Lüftungssysteme ist bei heutigen Energiepreisen noch kaum eine Wirtschaftlichkeit durch Energieeinsparung gegeben.

Literatur

[1] Werner, H.: »Vergleich von Lüftungssystemen in unbewohnten Modellversuchshäusern«; Bericht B Ho 1/84 des Instituts für Bauphysik, Außenstelle Holzkirchen