



M Frischluft und Energiesparen

Mehr als zwei Drittel des Tages verbringen wir in geschlossenen Räumen. Wir fühlen uns wohl, wenn die Temperaturen angenehm sind, die Luft frisch ist und es gut riecht. Wie lassen sich diese Bedingungen herstellen, ohne unnötig Energie zu verschwenden?

EINLEITUNG

Bei wenigen anderen Themen liegen Wissenschaft und Volksmeinung weiter auseinander als bei der Wohnungslüftung. Viele Menschen meinen, dass Wände „atmen“ müssen, man regelmäßig Sauerstoff in die Wohnung „reins lassen“ muss und luftdichte Gebäude für den Schimmelpilz in der Wohnung verantwortlich sind. Dem gegenüber hat die Bauforschung schon seit langem die Wohnungslüftung als wichtigen Faktor für frische und hygienische Luft sowie als bedeutende Möglichkeit zum Energiesparen erkannt.

Nach der Ölpreiskrise von 1974 wurden in vielen Gebäuden die bisherigen Einzelöfen gegen Zentralheizungen ausgetauscht und die Außenwände wärmege dämmt. Außerdem erhielten die Häuser neue, isolierverglaste Fenster mit dichten Rahmen. Bis dahin waren Einfachverglasungen mit vergleichsweise durchlässigen Rahmen der Standard. Die hierdurch zwangsläufig verursachte Entfeuchtung und Erneuerung der Luft reichte oft aus, Feuchtigkeit und Gerüche unter Inkaufnahme hoher Wärmeverluste sicher aus dem Innenraum zu entfernen. Lüftung erforderte kein aktives Handeln sondern erledigte sich „von selbst“. Bei Einfachverglasung waren die Fenster während der Heizperiode die kältesten Flächen in der Wohnung. Hier kondensierte die in der Innenluft enthaltene Luftfeuchtigkeit, lief an der Scheibe ab, sammelte sich in einer Ablaufrinne auf der Innenfensterbank und musste regelmäßig weggewischt werden. Heutzutage würde eine derartige Wohnung auch wegen



Abb. 1

Lüften – Tag für Tag werden in einer Wohnung etwa 10 – 15 l Wasser als Luftfeuchtigkeit frei und müssen weggelüftet werden.

mangelhaften Wohnkomforts auffallen. Die Behaglichkeit der Wohnungen war durch die als „kalt“ wahrgenommenen Glasflächen sowie die ungleichmäßige „Wärmeverteilung“ – d. h. warme und „kalte“ Flächen gleichzeitig in einem Raum – fühlbar eingeschränkt. Heutige Selbstverständlichkeiten in Wohnungen, wie große, lichtdurchflutete Fensterfronten, das Züchten tropischer Zimmerpflanzen und das Tragen leichter Kleidung auch im Winter, waren nicht üblich.

Mittlerweile sind viele Gebäude besser wärmege dämmt und die Wärmeverluste durch Wände und Fenster haben abgenommen. In diesen neuen Häusern ist dadurch der prozentuale Anteil der Lüftungsverluste an den gesamten Wärmeverlusten – relativ gesehen – höher. In Neubauten machen sie heute ca. 50 % - 70 %

aus. Wärmegedämmte Häuser erfordern einen aktiveren, bewussteren Umgang mit Haustechnik und den eigenen Gewohnheiten. Damit liegen sie im Trend der technischen Entwicklung, wie er beispielsweise auch bei Telefon und Unterhaltungselektronik im selben Zeitraum feststellbar war. In einer Vielzahl von Forschungsprojekten zur Wohnungslüftung wird derzeit an der Optimierung von Energiesparen, Wohnkomfort, Frischluftversorgung und Hygiene gearbeitet. Viele Vorhaben dazu wurden vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) im Rahmen der Energieforschung gefördert.

ZENTRALE BEGRIFFE

- > Einfachverglasung
- > Behaglichkeit
- > Technikentwicklung

Menschen in Innenräumen verbrauchen Sauerstoff und geben CO₂, Feuchtigkeit und Gerüche an die Innenluft ab. Hinzu kommen noch Emissionen aus Möbeln, Teppichen, Haushaltschemikalien, Hausstaub etc. **Abb. 2** zeigt wichtige Einflussfaktoren bei der Lüftung. Regelmäßiges Lüften muss für einen Austausch mit der frischen Außenluft sorgen. Entgegen landläufiger Meinung ist es nicht das Absinken des Sauerstoffgehalts der Luft, der Menschen nach einer Zeit mit geschlossenen Fenstern zum Lüften motiviert, sondern der Anstieg der Feuchtigkeit und des CO₂-Gehalts. Dessen Anstieg wird von den Bewohnern als „Mief“ wahrgenommen. Der CO₂-Gehalt der Luft sollte eine Konzentration von 0,1 % an der Innenluft (natürlicher Anteil: 0,03 %) nicht überschreiten. In einer Wohnung, in der die gesamte Familie anwesend ist, würde das etwa einen kompletten Luftwechsel alle 2 Stunden bedeuten.

Die abgegebene Feuchtigkeit ist ein größeres Problem und ihr Weglüften ist die zentrale Aufgabe der Lüftung, abgesehen von besonderen Belastungen (z. B. Raucher, Allergien). Menschen geben pro Stunde ca. 45 g (Schlaf), ca. 90 g (Hausarbeit) und bis zu 170 g (anstrengende Tätigkeit) Wasser an die Umgebungsluft ab. Nach dem Duschen oder Kochen erreicht die Luftfeuchtigkeit in Wohnungen Spitzenwerte. Insgesamt kommen bei einem Vierpersonenhaushalt etwa 10 – 15 l Wasser pro Tag zusammen.

Relative Luftfeuchtigkeit

Die meisten Menschen fühlen sich bei einer relativen Luftfeuchtigkeit in Innenräumen im Bereich 40 % - 60 % wohl. Ein Kubikmeter Luft kann – je nach Temperatur – eine bestimmte Menge Wasserdampf aufnehmen. Kalte Luft kann wenig und warme mehr absorbieren. Die relative Luftfeuchtigkeit [gemessen in %] gibt an, in welchem Maße diese temperaturabhängige Absorptionfähigkeit der Luft ausgeschöpft ist. Bei

100 % verflüssigt sich der Wasserdampf wieder und zeigt sich als Nebel oder Feuchtniederschlag. **Abb. 3** zeigt, wie stark die Temperatur der einströmenden Frischluft die relative Luftfeuchtigkeit in einer 20 °C warmen Wohnung beeinflusst. Umgekehrt: Gelangt Luft aus einem Badezimmer mit 22 °C Temperatur und 100 % Luftfeuchte in ein 15 °C warmes Schlafzimmer, dann setzt jeder Kubikmeter 6,6 g Wasser frei, die sich an den kältesten Flächen des Zimmers niederschlagen. Diesen Kondensations-Effekt kann man im Sommer an jeder kalten Glasflasche sehen, die man aus dem Kühlschrank nimmt und an die „Luft“ stellt.

Luftfeuchtigkeit wird nicht nur von der Raumluft sondern auch von den ersten 20 mm der Oberflächen von Wänden, Möbeln und Teppichen absorbiert (**Abb. 4**). In Versuchen mit einem sprunghaften Anstieg der Luftfeuchtigkeit von 40 % auf 80 % wurden 2/3 der Feuchte von den Oberflächen aufgenommen. Diese Fähigkeit ist als Pufferung zu verstehen. Sinkt nach dem Lüften die relative Luftfeuchtigkeit der Raumluft wieder ab, geben die Oberflächen ihre Feuchtigkeit zeitverzögert an die Innenluft ab. Beim nächsten Lüftungsvorgang gelangt sie dann nach draußen. Auf diesem Weg werden 95 % - 98 % der von Außenwänden absorbierten Wassermengen weggeführt, nur 2 % - 5 % könnten überhaupt via Dampfdiffusion durch das Mauerwerk entweichen. Wärmedämmte Außenwände sind demnach keinesfalls ursächlich für Feuchteschäden in Wohnungen, sondern ihre warmen Innenoberflächen verhindern im Gegenteil die Kondensation von zu hoher Luftfeuchtigkeit.

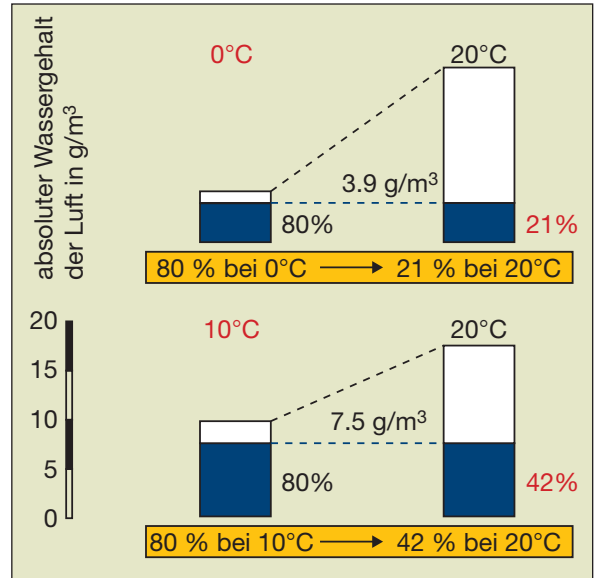


Abb. 3 Außenluft mit jeweils 80 % Luftfeuchtigkeit, aber mit einer Temperatur von im ersten Fall 0 °C und im zweiten Fall 10 °C, führt nach der Erwärmung im Innenraum auf 20 °C zu verschiedenen relativen Luftfeuchtigkeiten (Quelle: ARCONIS)

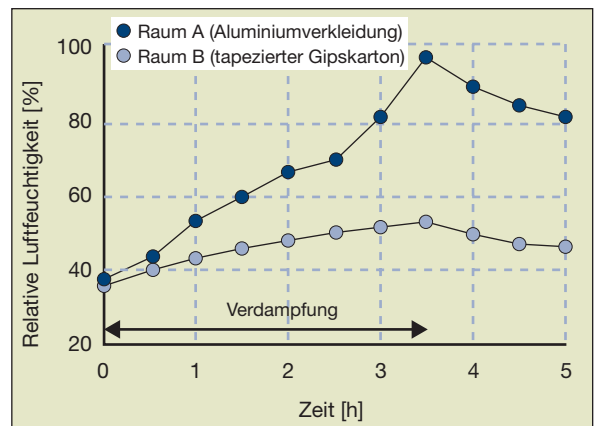


Abb. 4 Bei Verdampfung von 700 g Wasser in 3,5 Stunden steigt die relative Luftfeuchte in Räumen mit tapeziertem Gipskarton (hellblau) sehr viel langsamer an als in Räumen mit Aluminiumverkleidung (dunkelblau). Diese stehen stellvertretend für Wasser undurchlässige Baustoffe wie z. B. Kacheln, Kunststoffe.

Raumluft mit einer hohen Luftfeuchtigkeit (> 65 %) birgt in Verbindung mit organischen Materialien (z. B. Holz, Papiertapeten) ein hohes Risiko für das Anwachsen von Schimmelpilzen, deren Sporen natürlicherweise überall in der Luft enthalten sind. Besonders gefährdet sind Außenecken, Fensterlaibungen und Flächen hinter Schränken und Bildern an ungedämmten Außenwänden, wenn die Außentemperatur in der Nähe des Gefrierpunktes liegt.

- ZENTRALE BEGRIFFE**
- > Relative Luftfeuchtigkeit
 - > Kondensation
 - > Schimmelpilz



Abb. 2 Einflussfaktoren auf das Thema Wohnungslüftung

WIEVIEL FRISCHLUFT BRAUCHT DER MENSCH?

Jeder Mensch benötigt je nach Aktivitätsgrad ca. 30 m³ frische Luft pro Stunde. Für das Lüften ist die wichtige Größe die Luftwechselrate. Sie gibt an, wie häufig pro Stunde die gesamte Raumluft erneuert worden ist. Eine Luftwechselrate von 0,3 – 0,8 pro Std. reicht bei normaler Nutzung aus, um ausreichende Frischluftzufuhr zu gewährleisten. Diese kann entweder durch Fensterlüftung oder mit mechanischen Lüftungsanlagen mit und ohne Wärmerückgewinnung erreicht werden. Das Institut Wohnen und Umwelt (IWU) hat als Lüftungswärmeverlust errechnet, dass eine Luftwechselrate von „1“ bei einer 75 m² Wohnung ca. 700 l und bei einem Einfamilienhaus von 140 m² ca. 1.250 l Heizölverbrauch pro Winter entspricht. Durch eine Vermeidung von Lüftungsfehlern lassen sich Heizkosten senken. Abb. 5 aus einer Langzeitstudie zeigt, dass sich Viel-, Normal- und Weniglüfter unterscheiden lassen. Abb. 6 zeigt die Lüftungsvorlieben in den verschiedenen Wohnbereichen.

Fensterlüftung

Energiesparende Fensterlüftung erfordert aktive, mitdenkende Nutzer. Die notwendige Dauer der Öffnung hängt von der Witterung ab. Im Winter können die Öffnungszeiten kurz sein, weil durch die höhere Temperaturdifferenz der Luftwechsel zwischen innen und außen schneller erfolgt. Zum anderen haben die Windverhältnisse

Einfluss. Auf der dem Wind zugewandten Seite strömt wegen der Druckverhältnisse vermehrt Kaltluft ein, während auf allen anderen Seiten ein leichter Unterdruck entsteht, durch den warme Luft aus dem Gebäude „gesogen“ wird. Abb. 7 zeigt den Einfluss der Außentemperatur auf die Dauer eines kompletten Luftwechsels.

Die Wohnungslüftung mit gekipptem Fenster ist **nur während des Sommerhalbjahres** sinnvoll. Während der Heizperiode führt sie zu mehrfach überhöhten Luftwechselraten und kühlt die Raumboflächen unnötig aus. Dadurch wird die Behaglichkeit beeinträchtigt und die Kondensation von Wasserdampf gefördert. Bei der sogenannten Stoßlüftung wird das ganze Fenster geöffnet. Im Winter wird, bei abgestelltem Heizkörper, in 4 – 6 Minuten die komplette Luft ausgetauscht. Die Oberflächen im Raum verlieren nur wenig Wärme. Nach dem Schließen der Fenster und dem Wiederanstellen der Heizung herrscht bald wieder eine behagliche Raumtemperatur.

ZENTRALE BEGRIFFE

- > Luftwechselrate
- > Fensterlüftung
- > Stoßlüftung
- > Feuchteschäden


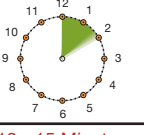



Die für die angegebenen Lüftungszeiten besonders zutreffenden Monate		Ungefähre Lüftungszeit in Abhängigkeit von der Außentemperatur
Januar Februar März April Mai Juni	Juli August September Oktober November Dezember	4 - 6 Minuten 
Januar Februar März April Mai Juni	Juli August September Oktober November Dezember	8 - 10 Minuten 
Januar Februar März April Mai Juni	Juli August September Oktober November Dezember	12 - 15 Minuten 
Januar Februar März April Mai Juni	Juli August September Oktober November Dezember	16 - 20 Minuten 
Januar Februar März April Mai Juni	Juli August September Oktober November Dezember	25 - 30 Minuten 

Abb. 7 Ungefähre Dauer der Lüftung für einen kompletten Luftwechsel bei ganz geöffnetem Fenster und Windstille je nach jahreszeitlicher Außentemperatur (IWU)

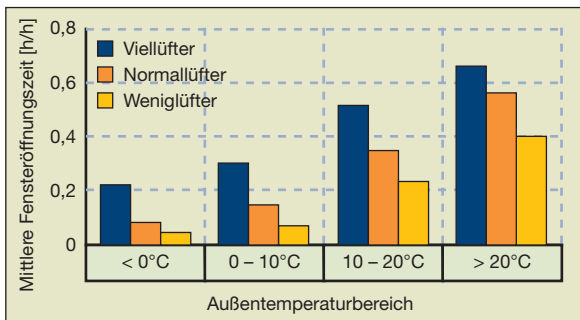


Abb. 5 Mittlere Fensteröffnungszeiten in Wohnungen ohne Lüftungsanlagen während einer Heizperiode für unterschiedliche Lüftergruppen. (FhG – IBP)

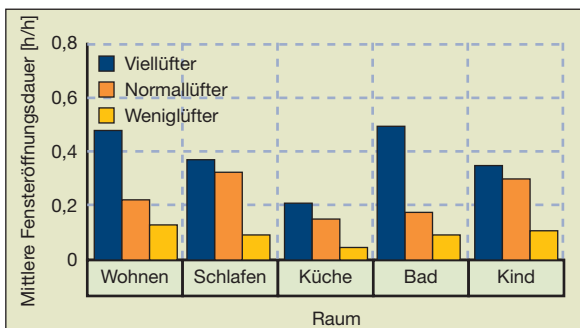


Abb. 6 Mittlere Fensteröffnungszeiten der drei Lüftergruppen für verschiedene Wohnbereiche in Wohnungen ohne Lüftungsanlagen. (FhG – IBP)



Tipps zur Vermeidung von Feuchteschäden und Schimmelbildung

- Badezimmertüren sollen geschlossen sein. Nach dem Duschen/ Baden sollte die Luftfeuchtigkeit direkt nach draußen gelüftet werden.
- Türen zwischen Räumen mit mehr als 4 °C Temperaturdifferenz sollen geschlossen sein.
- Kellerräume sollen eher im Winter gelüftet werden, weil nur dann die einströmende Luft Feuchtigkeit aufnehmen kann.
- Keine Schränke und große Bilder an ungedämmte Außenwände.
- Wer nachts mit geöffnetem Fenster schlafen möchte, sollte die Schlafzimmertür geschlossen halten.
- Das winterliche Temperieren des ungeheizten Schlafzimmers durch Öffnen der Tür zu einem beheizten Raum birgt das große Risiko der Feuchtekondensation.
- Schlafzimmer sollen über den Tag mehrfach kurz per Stoßlüftung gelüftet werden. Jeder Mensch gibt pro Nacht ca. 400 g Wasser ab, die von Textilien und Möbeln absorbiert und langsam wieder an die Innenluft abgegeben werden.
- Auch Zimmerblumen und das Wäschetrocknen in der Wohnung sind eine Quelle von Wasserdampf. Dieses muss beim Lüften berücksichtigt werden.
- Langes Dauerlüften sollte vermieden werden. Die Luft wird nach einem kompletten Wechsel nicht mehr besser, aber die Oberflächen (z. B. Wände) kühlen aus.



KONTROLLIERTE LÜFTUNG

Energieeffiziente Häuser (z. B. Niedrigenergiehäuser, Passivhäuser) haben ihre Wärmeverluste durch Abdichten und Wärmedämmung der Gebäudehülle erheblich senken können. Mit einer Anlage zur kontrollierten Wohnungslüftung lassen sich – vor allem in Neubauten – auch die Wärmeverluste durch Lüften um bis zu 50 % reduzieren. Bauliche Voraussetzung ist eine sehr sorgfältig durchgeführte Fugendichtigkeit der Gebäude.

Auch in Häusern mit Lüftungsanlagen können die Fenster geöffnet werden, allerdings gehen die meisten Angaben über Einsparpotentiale von geschlossenen Fenstern während der Heizperiode aus. Die Anlagen saugen „verbrauchte“ und feuchte Luft in Bad-, Sanitär- und/oder Küchenräumen ab, während die Frischluftzufuhr in den Wohnräumen erfolgt.

Es gibt folgende Verfahren:

■ **Abluftanlagen.** Die Abluft wird raumweise oder zentral mechanisch abgeführt. Die Zuluft erfolgt dezentral über Fenster oder Einströmöffnungen in den Wohnräumen. Feuchtgeregelte Anlagen sind besonders effizient.

■ **Zentrale Zu- und Abluftanlagen.** Zu- und Abluft werden in einem Lüftungssystem für das gesamte Haus zentral geführt. Mit Filtern kann die einströmende Luft, z. B. von Pollen (Allergien), gereinigt werden.

■ **Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung.** Zu- und Abluftführung erfolgen zentral. 70 – 90 % der Abluft-Wärme werden durch einen Wärmetauscher entzogen und zur Erwärmung der Zuluft eingesetzt.

Gute Ventilatoren verbrauchen in Abluftanlagen weniger als 30 Watt (Jahresstrombedarf: 120 – 200 kWh) und in Anlagen mit Wärmerückgewinnung weniger als 100 Watt (Jahresstrombedarf: 300 – 450 kWh). Pro verbrauchtem kWh Strom für die Ventilatoren müssen Lüftungsanlagen mindestens 5 kWh Wärme gewinnen. Gute Anlagen schaffen zwischen 8 und 14 kWh Wärme und tragen damit zum Einsparen von Primärenergie bei.

Gut geplante und sorgfältig ausgeführte Lüftungsanlagen haben schon in vielen energieeffizienten Häusern die Bewohner durch eine gleichbleibend hohe Luftqualität, eine sparsame Energiebilanz und Wohnkomfort überzeugt.

ZENTRALE BEGRIFFE

- > Fugendichtigkeit
- > Lüftungsanlagen
- > Bewohnerzufriedenheit

LITERATUR

Ein ausführliches Literaturverzeichnis steht im BINE-Internetangebot als Download in der Rubrik „Service/InfoPlus“ bereit oder kann kostenlos angefordert werden.

- Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten und Institut Wohnen und Umwelt: Lüftung im Wohngebäude, Energiespar-Informationen Nr. 8, und, Kontrollierte Wohnungslüftung, Energiespar-Information Nr. 9. Bezug: www.iwu.de
- Fachinstitut Gebäude-Klima e. V.: Die Energieeinsparverordnung und ihre Auswirkung auf die Wohnungslüftung, Bezug: www.fgk.de
- Helmut Künzel: Das Problem der Wohnungslüftung, ARCONIS 2/02, S. 27 ff.

Bildung & Energie im Web

www.bine.info

Unsere Informationen für Schule, Beruf und Erwachsenenbildung finden SIE unter: www.bine.info Dort sind in der Rubrik „Service/InfoPlus“ ein Literaturverzeichnis und eine aktuelle Linkliste zum Thema eingestellt.

Ergänzende Informationen

Info-Mappen / Download

Zu den behandelten Themen ist jeweils eine kostenlose Mappe mit vertiefenden Informationen bei BINE erhältlich. Alle Abbildungen stehen für Bildungszwecke unter www.bine.info in der Rubrik „Service/InfoPlus“ kostenlos zum Download zur Verfügung oder können gegen eine Bearbeitungsgebühr von 15,-€ (V-Scheck) bei BINE angefordert werden.

IMPRESSUM

▼ Herausgeber



FACHINFORMATIONSZENTRUM
KARLSRUHE

Gesellschaft für wissenschaftlich-technische Information mbH

76344 Eggenstein-Leopoldshafen

▼ Fachliche Beratung

Fachinstitut Gebäude-Klima, Günther Mertz
www.fgk.de

IWU – Marc Großklos, www.iwu.de

GHS Uni Kassel – Fachgebiet TGA

Jens Oppermann

www.tga.uni-kassel.de

▼ Autor

Uwe Milles

▼ ISSN

1438-3802

▼ Nachdruck

Nachdruck des Textes zulässig bei vollständiger Quellenangabe und gegen Zusendung eines Belegexemplares - Nachdruck der Abbildungen nur mit Zustimmung der jeweils Berechtigten.

▼ Stand

August 2002

BINE – INFORMATIONEN UND IDEEN ZU ENERGIE & UMWELT

BINE ist ein vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderter Informationsdienst des Fachinformationszentrums Karlsruhe.

BINE informiert über neue Energietechniken und deren Anwendung in Wohnungsbau, Industrie, Gewerbe und Kommunen.

BINE bietet Ihnen folgende kostenfreie Informationsreihen

- Projekt-Infos
- Themen-Infos
- basisEnergie

Nehmen Sie mit uns Kontakt auf, wenn Sie vertiefende Informationen, spezielle Auskünfte, Adressen etc. benötigen, oder wenn Sie allgemeine Informationen über neue Energietechniken wünschen.



BINE

Informationsdienst

Fachinformationszentrum Karlsruhe

Büro Bonn

Mechenstr. 57

53129 Bonn

Fon: 0228 / 9 23 79-0

Fax: 0228 / 9 23 79-29

eMail: bine@fiz-karlsruhe.de

Internet: www.bine.info