

Haustechnik

# Lüftungstechnik in Holzhäusern

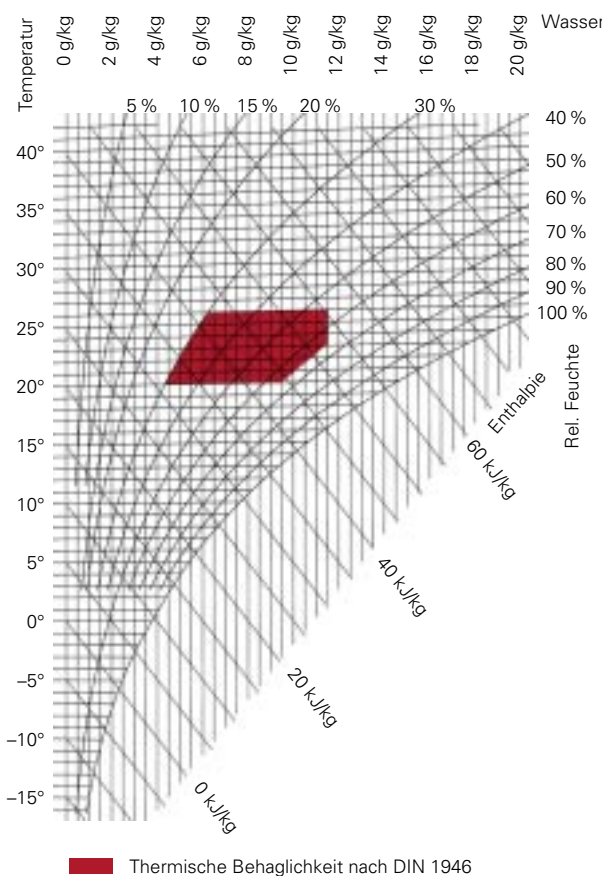
Die Anforderungen an die Luftdichtigkeit steigen aufgrund der Bestimmungen in der DIN 4108-7 und der kommenden Energieeinsparverordnung (EnEV). Eine kontrollierte Lüftung ist aus lufthygienischen und energetischen Gründen unerlässlich.

Die Fassung der heutigen Normung wurde motiviert von energetischen und bauphysikalischen Gründen. Bei fachgerechter Anwendung führt sie zu fast luftdichten Gebäuden. Die „Lüftung“ durch undichte Stellen, wie dies früher der Fall war, ist nicht mehr gegeben. Die Folge sind zu geringe Luftwechselraten. Diese führen zu Problemen bei der Raumluftqualität. Ein ausgewogenes Verhältnis zwischen „guter Luft“ und geringem Lüftungswärmebedarf wird am besten durch eine definierte Lüftung erreicht.

### Behaglichkeit und Wärmehaushalt

Behaglichkeit bezeichnet ein Raumklima, in dem sich der Mensch wohl fühlt. Die Behaglichkeit hängt vom psychischen und physischen Allgemeinempfinden ab. Das physische Allgemeinempfinden wird sehr stark vom Zustand der Raumluft, in der sich der Mensch befindet, beeinflusst. Nicht nur die Werte der Raumlufttemperatur, -feuchte sowie -geschwindigkeit, sondern auch der menschliche Wärmehaushalt, abhängig von Aktivität und Isolierung der Hülle (Kleidung) bestimmt das Allgemeinempfinden. Grundvoraussetzung für die Behaglichkeit ist ein ausgeglichener

h, x-Diagramm mit eingezeichnetem Behaglichkeitsfeld



Thermische Behaglichkeit nach DIN 1946

Wärmehaushalt des Menschen. Bei der Wärmeabgabe wird zwischen der sensiblen (fühlbaren) und der latenten (verborgenen) Wärmeabgabe unterschieden. Die sensible Wärmeabgabe erfolgt über Konvektion und Strahlung.

Unter latenter Wärmeabgabe versteht man den Wärmetransport über Verdunstung. Die Wärmeproduktion und Wärmeabgabe des Menschen sind nahezu unabhängig vom Zustand der Luft. Mit steigender Lufttemperatur nimmt zwar die direkte sensible Wärmeabgabe ab, zum Ausgleich steigt aber die latente Wärmeabgabe. Ab einem bestimmten Grenzwert beginnt der Mensch zu schwitzen.

### Einfluss von „kalten“ Wandflächen

Die sensible Wärmeabgabe des Menschen über Konvektion ist abhängig von der Raumlufttemperatur und der Wärmeabgabe über Strahlung von den Oberflächen-temperaturen der Raumschließungsflächen (Wände, Fußboden und Decke). Das Kriterium der Raumlufttemperatur reicht für die Beurteilung der Behaglichkeit nicht aus. In DIN 1946 T2 (Raumlufttechnik; Gesundheitstechnische Anforderungen) wird nicht mehr von der Raumlufttemperatur, sondern von der Raumtemperatur gesprochen. Diese Temperatur, die häufig auch als empfundene Temperatur bezeichnet wird, setzt sich aus der Raumlufttemperatur und der mittleren Oberflächentempera-

tur der Raumschließungsflächen zusammen. Da beim Menschen die Wärmeabgabe über Konvektion und Strahlung gleich verteilt ist, ist die Raumtemperatur als Mittelwert aus Raumlufttemperatur und mittlerer Oberflächentemperatur definiert.

### Anforderung an die Lüftung

Die wichtigste Aufgabe einer freien oder mechanischen Lüftung in Wohnungen ist die ausreichende Außenluftversorgung. Der Mensch atmet Sauerstoff ein und Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) aus. Durch die Versorgung mit Außenluft wird neuer Sauerstoff der Raumluft zugeführt und das vom Menschen ausgeatmete  $\text{CO}_2$  abgeführt. Um die  $\text{CO}_2$ -Konzentration in der Raumluft unter dem empfohlenen Wert von 1000 ppm zu halten, wird pro Person eine Außenluftfrate von  $30 \text{ m}^3/\text{h}$  benötigt. Dieser Wert bezieht sich auf eine normale Aktivität des Menschen. Ist er in Ruhe (Schlaf), so kann die Außenluftfrate reduziert werden, bewegt er sich ständig (z.B. ein spielendes Kind), so sollte die Außenluftfrate erhöht werden. Befindet sich in der Wohnung ein offener Kamin oder eine andere Feuerstelle, so muss durch die Außenluftversorgung auch die erforderliche Verbrennungsluft herangeführt werden.

### Luftabfuhr

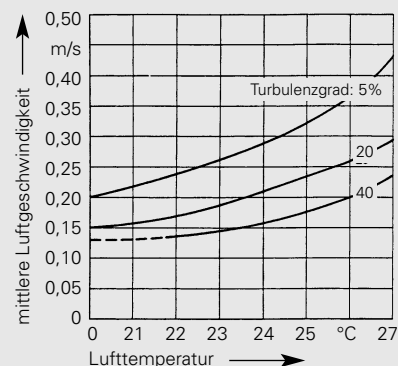
Eine weitere wichtige Aufgabe der Lüftung ist die der Lastabfuhr. Die Lastabfuhr wird in die Wärme-, Kühllast-, Feuchte- sowie Schad- und Geruchsstoffabfuhr unterschieden. Die Feuchteabfuhr spielt bei der Wohnungslüftung eine große Rolle. Durch Personen, Topfpflanzen, Kochvorgänge, Waschvorgänge, Duschbäder und sonstige Vorgänge fallen in einem Vierpersonenhaushalt pro Tag beispielsweise ca. 10–15 l Wasserdampf an, die durch die Lüftung abgeführt werden müssen. Eine bekannte

### Anforderungen an die Raumluft

Die Raumluftfeuchte wird nach oben dadurch begrenzt, dass die latente Wärmeabgabe, also die Wärmeabgabe über Verdunstung, noch funktioniert. Ist die Raumluftfeuchte zu hoch und damit die Wärmeabgabe über Verdunstung gestört, beginnt das Schwitzen. Nach unten ist die Raumluftfeuchte durch die Austrocknung der Schleimhäute im Rachen begrenzt. Da dieser Vorgang sehr stark von der Staubbelastung der eingeatmeten Luft abhängt, gibt es keinen zuverlässigen unteren Grenzwert für die Raumluftfeuchte. In der DIN 1946 T2 findet sich jedoch die Aussage, dass die relative Feuchte den Wert von 30 Prozent nicht unterschreiten soll. Im  $h, x$ -Diagramm (Abb. S. 50) ist der Bereich behaglicher Luftzustände eingezeichnet.

Hohe Raumluftgeschwindigkeiten vergrößern die sensible Wärmeabgabe über Konvektion und stören damit den Wärmehaushalt des Menschen. Zu große Raumluftgeschwindigkeiten werden als unbehaglich empfunden. In nebenstehender Abbildung sind die maximal zulässigen Raumluftgeschwindigkeiten in Abhängigkeit der Raumlufttemperatur und des Turbulenzgrades der Raumluftströmung aufgetragen. Die Raumluftströmung, die sich bei der Wohnungslüftung einstellt, hat im Allgemeinen einen Turbulenzgrad von ca. 40 Prozent. Daraus ergibt sich, dass die Luftgeschwindigkeit in Wohnungen kleiner als  $0,15 \text{ m/s}$  sein sollte.

**Zulässige Raumluftgeschwindigkeiten nach DIN 1946**



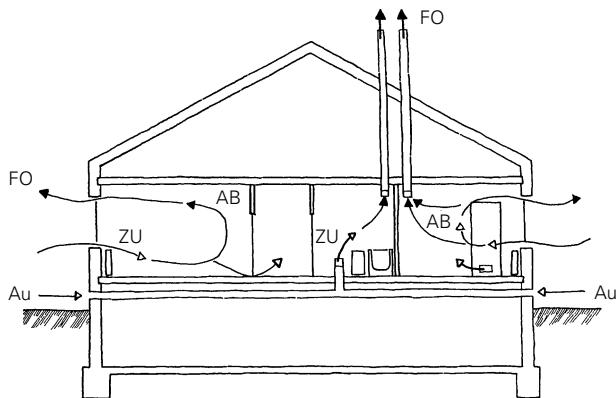
### Niedriger Lüftungswärmebedarf

In Niedrigenergiehäusern ist der Transmissionswärmebedarf so weit reduziert worden, dass der Anteil des Lüftungswärmebedarfs am Gesamtwärmebedarf des Gebäudes 40 Prozent und mehr betragen kann. Daher kommt der Reduzierung des Lüftungswärmebedarfs eine immer größere Rolle zu. Diese kann nur dadurch gelingen, dass die Luftmengen das für die Außenluftversorgung und Lastabfuhr benötigte Maß nicht überschreiten und dass die Wärme der Abluft (Wärmerückgewinnung) bzw. regenerative Energien zur Erwärmung der Zuluft genutzt werden. In DIN 1946 T6: Raumlufttechnik; Lüftung von Wohnungen; Anforderungen, Ausführung, Abnahme (VDI-Lüftungsregeln) und DIN 18017 T1 u. T3 „Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster“, werden die Anforderungen normativ bestimmt.

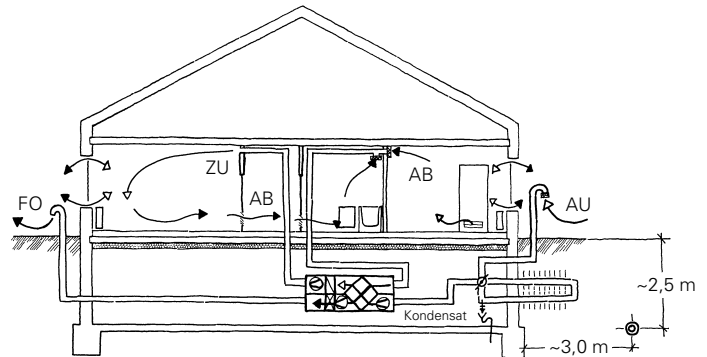
Folge einer unzureichenden Lüftung ist die Schimmelpilzbildung. Die Erfahrung zeigt, dass eine ausreichende Feuchteabfuhr auch eine ausreichende Schadstoff- und Geruchsstoffabfuhr gewährleistet. Für

eine ausreichende Feuchteabfuhr ist ein mindestens 0,6–0,8facher Außenluftwechsel erforderlich. Mit diesem Mindestaußenluftwechsel ist auch die personenbezogene Außenluftfrate von  $30 \text{ m}^3/(\text{h} \times \text{Per-})$

## Natürliche Lüftung/Querlüftung mit Belüftung des Bades



## Mechanisches Zu- und Abluftsystem: Wärmerückgewinnung (WRG) mit Plattenwärmeaustauscher und Luft/Luft-Wärmepumpe (WP) plus Erdwärmeaustauscher (EWT) VDI 2088/DIN 1946/6



son) sichergestellt. Die freie Lüftung wird nach der DIN 1946 T1 in die Dachaufsatz-, die Schachtlüftung und die Außenhaut- bzw. Fensterlüftung unterschieden. Die Schachtlüftung ist im Wohnungsbau vor allem in Geschosswohnungen zur Entlüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster nach DIN 18017 T1 anzutreffen. Sie ist auf die Entlüftung innen liegender Räume beschränkt und umfasst nicht die gesamte Wohnung. Die freie Lüftung erfolgt durch Fugen- und Fensterlüftung.

Bei abgedichteten Fenstern ist ein Nachströmen von Außenluft über die geschlossenen Fenster nicht mehr gewährleistet. Überwiegend wird nur noch ein maximal 0,2facher Luftwechsel erreicht, der deutlich unter dem erforderlichen Mindestaußenluftwechsel von 0,6 bis 0,8 liegt. Ist aufgrund der Anordnung der einzelnen Räume eine Querlüftung möglich, so kann der Luftwechsel durch den Einbau von Außenwand-Luftdurchlässen erhöht werden. Nachteilig bei der Fensterlüftung sind ein überhöhter Energiebedarf, Lärmbelästigung an Standorten mit hohen Schallimissionen, das Eindringen von Schadstoffen an Standorten mit erheblicher Luftverschmutzung sowie die erhöhte Einbruchgefahr.

Bei der mechanischen Lüftung erfolgt der Lufttransport im Gegensatz zur freien Lüftung nicht

natürlich infolge windbedingter Druckunterschiede und Temperaturdifferenzen zwischen innen und außen, sondern mit einem mechanisch angetriebenen Ventilator. Hierbei wird zwischen einem Abluftsystem mit freier Nachströmung und einem Zu- und Abluftsystem unterschieden.

Das Abluftsystem mit freier Nachströmung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Abluft der Wohnung über das Bad und WC, sowie die Küche mechanisch abgeführt wird. Die Zuluft strömt währenddessen natürlich über Öffnungen in der Fassade in die Wohn- und Schlafräume der Wohnung nach. Bei einem Zu- und Abluftsystem wird sowohl die Zu- wie auch die Abluft mechanisch gefördert. Bei einem zentralen Zu- und Abluftsystem wird die Zuluft den Wohn- und Schlafräumen zugeführt. Die Abluft strömt über den Flur in das Bad und WC sowie die Küche nach und wird dort abgesaugt.

### Wärmerückgewinnung

Bei diesem System gibt es vielfältige Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung. Mit einem Plattenwärmeaustauscher wird die Zuluft auf ca. 10–15 °C erwärmt. Wird die Zuluft nicht durch weitere Einrichtungen nacherwärmt, so kann sie nur in Flurbereiche eingeblasen werden. In diesem Bereich sind niedrigere

Temperaturen akzeptabel, da es sich um einen Verkehrsbereich handelt, bei dem niedrigere Zulufttemperatur als nicht so störend empfunden werden. Soll die Zuluft unter Ausnutzung der Abluftwärme auf Raumtemperatur erwärmt werden, so ist dieses mithilfe einer Kombination aus einem Plattenwärmeaustauscher und einem Heizregister möglich. Die Restwärme kann wahlweise elektrisch oder über moderne Brennwerttechnik zugeführt werden. Auch eine Luft/Luft-Wärmepumpe ist sinnvoll, da hierbei auch auf einen Kamin verzichtet werden kann.

Prof. Dr.-Ing. Karl-Josef Albers, Esslingen

*Dieser Artikel ist ein Auszug aus dem Fachbuch „Moderner Holzhausbau in Fertigbauweise“ (ISBN 3-8277-1195-9) und wird in mikado 12/01 in Teil 2 mit der konstruktiven Ausbildung von Lüftungsanlagen abgeschlossen.*



### Prof. Dr.-Ing. Karl-Josef Albers

stieg mit seiner Promotion zum Doktor des Maschinenbaus mit dem hochaktuellen Thema Erdwärmeaustauscher in die Haustechnik ein. Nach 7 Jahren im lufttechnischen Anlagenbau lehrt er nun das Fachgebiet Klimatechnik an der FHT Esslingen.