

Einflußgröße Fenster

Hygiene-Problem Raumklima

Horst Fischer-Uhlig

Die Menschen von heute sind selbstverständliche Nutznießer der Vorteile moderner Baustofftechnologie. Daß diese Technologie aber, anders als früher, oft ein bestimmtes Verhalten fordert, sollen die Vorteile sich ungehindert entfalten können und nicht zum Nachteil ausschlagen, diese Tatsache findet weder in der Öffentlichkeit noch in Teilen der Fachwelt die notwendige Beachtung. Wie überhaupt häufig jenes Grundwissen fehlt, das den Nutzer ein bestimmtes Handeln als notwendig einsehen läßt. Für das heutige Verhältnis Fenster zu Raumklima ist dieser Mangel offenkundig.

Es war für viele Baufachleute eine böse Überraschung, als die Folgen des Einbaus dichter Fenster, mit der anfangs der siebziger Jahre die Epoche des Energiesparens begann, zutage traten: feuchte Wände, schwarze Flecken und Ecken, Schimmelpilze. Vom Raumklima, das dadurch beeinflusst war, gar nicht zu reden. Die Vernachlässigung, ja Mißachtung bauphysikalischer Gesetzmäßigkeiten hatte sich gerächt.

Die Voraussetzungen eines gesunden Raumklimas sind die physikalischen Behaglichkeitsgrößen: Raumlufttemperatur, Temperatur der inneren Wandoberflächen, der raumumschließenden Wände, Luftbewegung, Luftfeuchtigkeit und Luftqualität (Bild 1).

Die Raumlufttemperatur wird vom Menschen dann als angenehm empfunden, wenn er seine eigene körperliche Wärmebildung und Wärmeabgabe nicht ständig erhöhen muß. Diese Behaglichkeitstemperatur unterscheidet sich, innerhalb enger Grenzen, von

Mensch zu Mensch. Die Raumlufttemperatur nach Wunsch konstant zu halten, ist in der kalten Jahreszeit einfach: durch eine moderne Heizungsanlage und eine automatische Heizungsregelung.

Doch wird sich im Winter das erwünschte Wohnbehagen nicht einstellen, wenn der Unterschied zwischen der Raumlufttemperatur und der Temperatur der raumumschließenden Flächen zu groß ist. Die Erfahrung zeigt, daß Behaglichkeit nur erreicht wird, wenn die Raumtemperatur und

die Temperatur der Wandoberflächen sich weitgehend annähern, z. B. beide zwischen 18 bis 20 °C liegen. In sehr vielen älteren Häusern sind diese Unterschiede aber größer. Betrachten wir einmal als Beispiel die Raumecke einer ungedämmten Mauerwerkswand in einem älteren Haus, wie Bild 2 sie zeigt: Außentemperatur -15 °C, Innentemperatur +20 °C. Dennoch überschreitet die Wandoberflächentemperatur nicht +14,1 °C. Und die Temperatur in der Außenwandecke, als Folge der geometrischen Wärmebrücke, beträgt gar nur +8,5 °C. Die Heizung höher zu stellen, löst das Problem nicht. Denn es entstehen dann auch stärkere Luftbewegungen und Temperaturstrahlungen. Notwendig ist aber, die Luftbewegung gering zu halten. Der Mensch kann bereits Luftgeschwindigkeiten von ca. 0,1 m pro Sek. über empfindliche Bereiche der Haut wahrnehmen. Schon doppelt so hohe Geschwindigkeiten werden bei Temperaturen im Behaglichkeitsbereich oft als

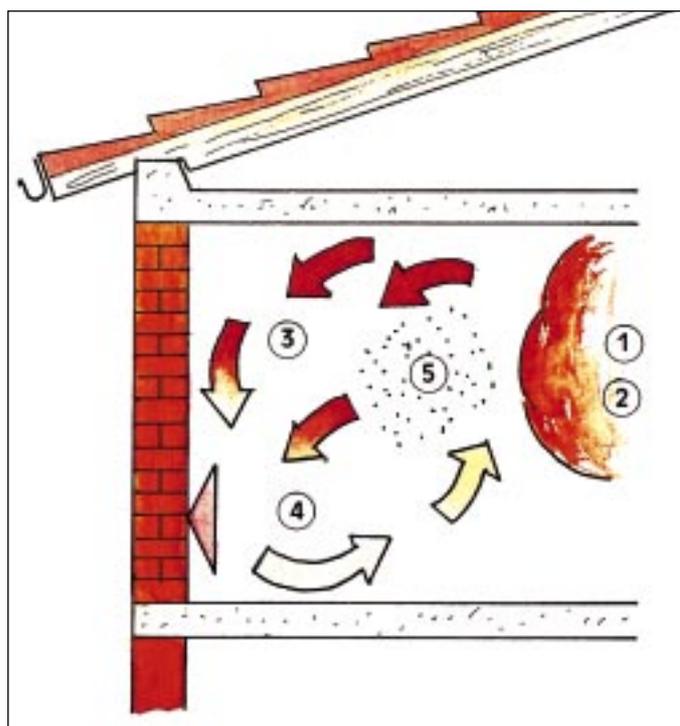


Bild 1: Das Raumklima bewohnter Räume hängt von mehreren physikalischen Behaglichkeitsgrößen ab: 1 Raumlufttemperatur, 2 relative Luftfeuchte, 3 Luftgeschwindigkeit, 4 Temperatur der Wandoberflächen, 5 Luftqualität (Schadstoffgehalt)

störend empfunden. Um diese gesundheitlich bedenklichen Zugserscheinungen zu vermeiden, ist ausreichende Wärmedämmung nötig. Eine Forderung, die wärmedämmende, dichte Fenster einschließt. Dadurch aber tritt die eingangs skizzierte Problematik auf, und die Behaglichkeitsgröße Raumluftfeuchtigkeit kommt ins Spiel. Zu hohe Luftfeuchtigkeit im Raum führt zu unbehaglichen Schwüleempfindungen, die Verdunstung von Schweiß an der Hautoberfläche wird erschwert, die notwendige Abkühlung beeinträchtigt. Die günstigsten Werte

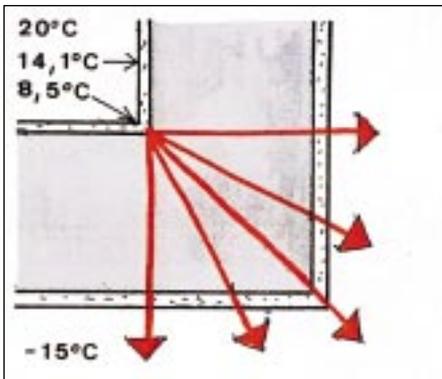


Bild 2: Zum Verständnis der für das Raumklima wichtigen Temperaturunterschiede: Bei einer ungedämmten Außenwand, k -Wert $1,39 \text{ W/m}^2\text{K}$, einer Außentemperatur von -15°C und einer Raumlufttemperatur von 20°C ergeben sich an der Wandfläche nur $14,1^\circ\text{C}$ und in der Raumecke, einer geometrischen Wärmebrücke, gar nur $8,5^\circ\text{C}$

Quelle: nach IVH/Reichert

für relative Luftfeuchtigkeit, die in bewohnten Räumen einzuhalten sind, liegen im Sommer zwischen 40 und 55 %, im Winter zwischen 45 bis 65 %.

Wie kommt die Feuchtigkeit der Raumluft eigentlich zustande? Durch Wohn- und Lebensvorgänge. Also durch Kochen, Baden, Duschen, Waschen aber auch durch die Atemluft und durch Pflanzen. In einem Vier-

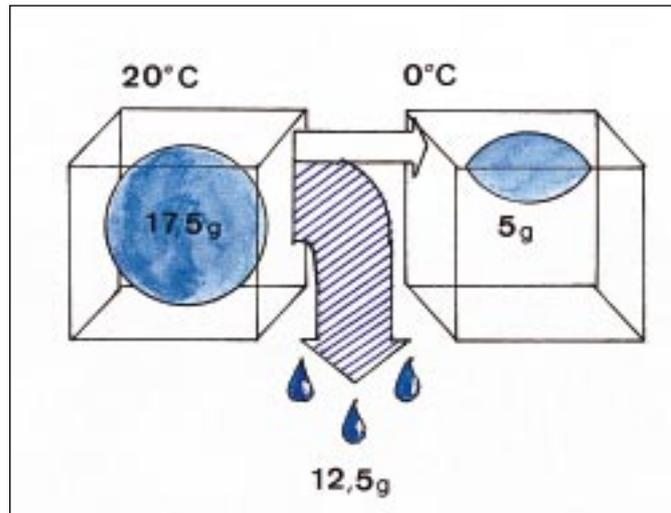


Bild 3: 1 m^3 Raumluft von 20°C kann maximal $17,5 \text{ Gramm}$ Wasser aufnehmen. Kühlt sich die Raumluft auf 0°C ab, kann 1 m^3 nur noch 5 g Wasser tragen, $12,5 \text{ g}$ fallen als Kondenswasser aus. Das geschieht, wenn warme, wasserdampfhaltige Raumluft an kalte Bauteilflächen oder Raumecken stößt.

Quelle: nach Archiv AM

Personen-Haushalt können so 7 l und mehr pro Tag anfallen und in die Raumluft gelangen (Bild 3). Damit sind wir im Zentrum des Problems angelangt, und die Einsicht findet sich von selbst: Will man während der kalten Jahreszeit diese Luftfeuchtigkeit in einem Raum in bekömmlichen Prozents halten, muß die überschüssige Feuchtigkeit abgeführt werden: durch Lüften. Warum aber wirft die Raumluftfeuchtigkeit heute so viele Probleme auf? Warum erfordert sie so bewußten Umgang? Weil die dichten Fenster den früher durch die mehr oder minder große Fugen garantierten ständigen Luftaustausch unterbinden. Außerdem verhindern die wärmegeämmten Fenster das Kondensieren warmer, feuchter Raumluft an den kalten Scheiben der einfachverglaste Fenster, das der Raumluft Feuchtigkeit entzog. Dabei sind die gesundheitlichen Beeinträchtigungen ja nur die eine Seite: Die Raumluftfeuchtigkeit wird sich, je nach der Oberflächentemperatur der Außenwände, auch dort niederschlagen, also kondensieren und Wandteile durchfeuchten. Somit ist die bauliche Substanz von dem Problem betroffen. Die heutigen notwendig dichten Fenster führen nicht nur zu einem belastenden Ansteigen der Luftfeuchtigkeit. Auch Luftverunreinigungen können sich in Innenräumen ansammeln: Kohlendioxid und Geruchstoffe des menschlichen Organismus, Rauchen, sowie vermehrter Staub. Die Einflüsse aus dem Baugrund, Radon z. B., aus Baustoffen,

Baunebenprodukten und Ausstattungsgegenständen spielen hier ebenfalls eine Rolle. Verunreinigung der Raumluft gab es schon immer, man denke nur an die offenen Feuerstellen. Der entscheidende Unterschied zwischen früher und heute ist: Heute können alle diese Stoffe sich wegen der notwendig dichten Fenster in Innenräumen stärker anreichern.

Der entscheidende Schritt: Lüftung nach Bedarf

Lüften bedeutet in der kalten Jahreszeit stets einen Verlust an Raumwärme. Ihn gilt es so niedrig als möglich zu halten. Die einfachste und heute gebräuchlichste Lüftung ist die natürliche, die freie Lüftung durch Öffnung der Fenster. Da die Fensterlüftung aber von den Windströmungen am Gebäude und den dadurch verursachten Druck- und Sogverhältnissen sowie von den Temperaturunterschieden zwischen Raumluft und Außenluft abhängt, ist sie nicht dosierbar, entzieht sich der Kontrolle (Bild 4).



Bild 4: Möglichkeiten der natürlichen Lüftung: Spaltlüftung, Fenster in Kippstellung



Bild 5: Stoßlüftung, Fenster offen, Tür geschlossen

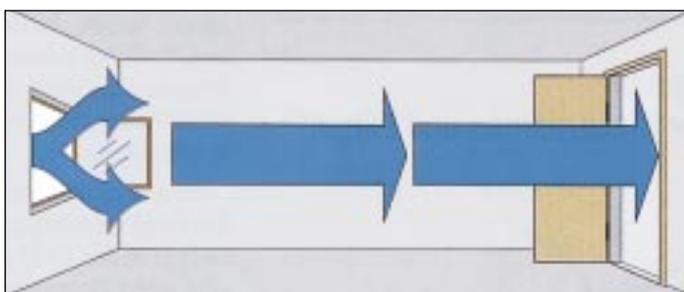


Bild 6: Querlüftung: Fenster offen, Türen offen

Quelle: BAKA-Praxis Nr. 1

angeordnet sind. So läßt sich dann auch die sommerliche Windströmung nutzen, deren Geschwindigkeit zwischen 0,4 und 2,5 m/s schwankt. In 2 bis 4 Minuten ist je nach Witterung ein Luftwechsel zu erzielen, also die gesamte Raumluft einmal auszutauschen. Der Lüftungswärmeverlust bei Stoßlüftung im Winter läßt sich vermindern, wenn man die Heizung dabei abstellt (Bilder 4-7).

Oft falsch angewandt: Dauerlüftung

Vielfach sieht man in der kalten Jahreszeit Fenster stunden- oder auch tagelang in Kippstellung: das führt in jedem Fall zu starker Auskühlung der Raumluft, des Bereichs um das Fenster und auch der Wandoberflächen und Gegenstände im Raum. Der Nutzen einer Dauerlüftung liegt z. B. in der Möglichkeit, die Schadstoffkonzentrationen in bewohnten Räumen in unbedenklichen Grenzen zu halten. Sie eignet sich vor allem dort, wo eine Stoßlüftung zeitweise nicht möglich ist, z. B. nachts im Schlafzimmer. Doch muß sie stufenlos dosierbar sein und zugfrei. Es gibt heute Fensterbeschläge und Lüftungselemente, die eine solche kontrollierte und wirtschaft-

Die Formen der natürlichen Lüftung

Grundsätzlich kann man Stoßlüftung und Dauerlüftung unterscheiden. Für die Stoßlüftung wird das Fenster völlig geöffnet. Als Lüfungszeit empfehlen sich in den Wintermonaten rund 5 Minuten. Die Gefahr, daß auch die Wände stark auskühlen, wird so vermieden. Im Hochsommer sind 25 bis 30 Minuten ratsam. Bei geringen Temperaturunterschieden zwischen außen und innen, wie häufig in der warmen Jahreszeit, sollte Stoßlüftung als Querlüftung möglich sein, also bei offenen Fenstern und Türen, die einander gegenüberliegen oder übereck

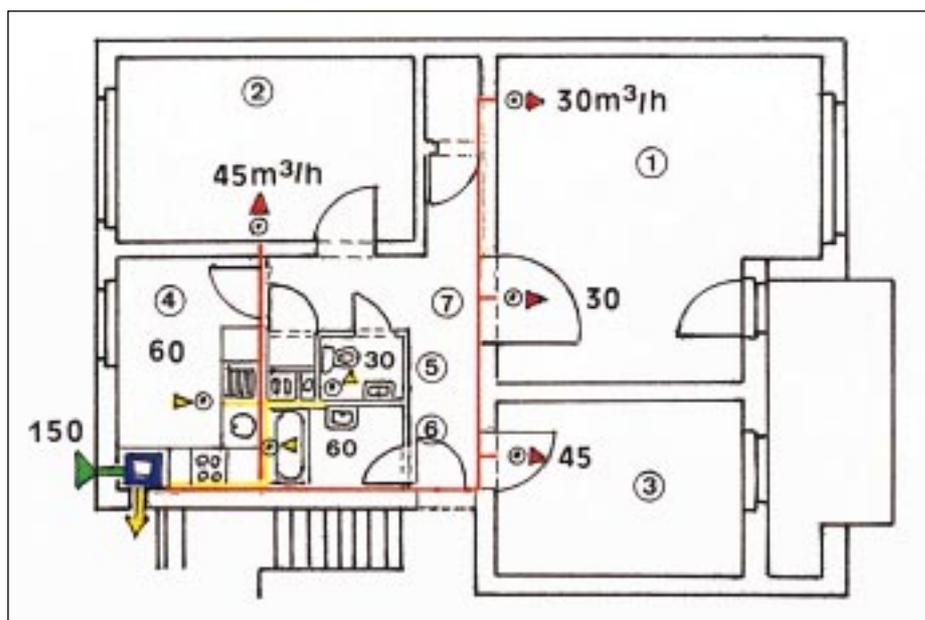


Bild 7: Schema einer kontrollierten Be- und Entlüftung der Wohnung über ein Zentralgerät in der Küche. Mit Wärmerückgewinnung, zusätzlicher Wärmepumpe, Filterung der Zu- und Abluft, Entfeuchtung der Wohnung. Auch als Grundheizung einsetzbar. 1 Wohnen, 2 Eltern, 3 Kind, 4 Küche, 5 WC, 6 Bad, 7 Flur. Die Zahlen bei den Zuluftverteiler geben die zugeführte Frischluftmenge in Kubikmetern pro Stunde an, die Zahlen bei den Absaugventilen in Bad, WC und Küche die Menge der abgeführten Abluft. Quelle: nach Stiebel Eltron

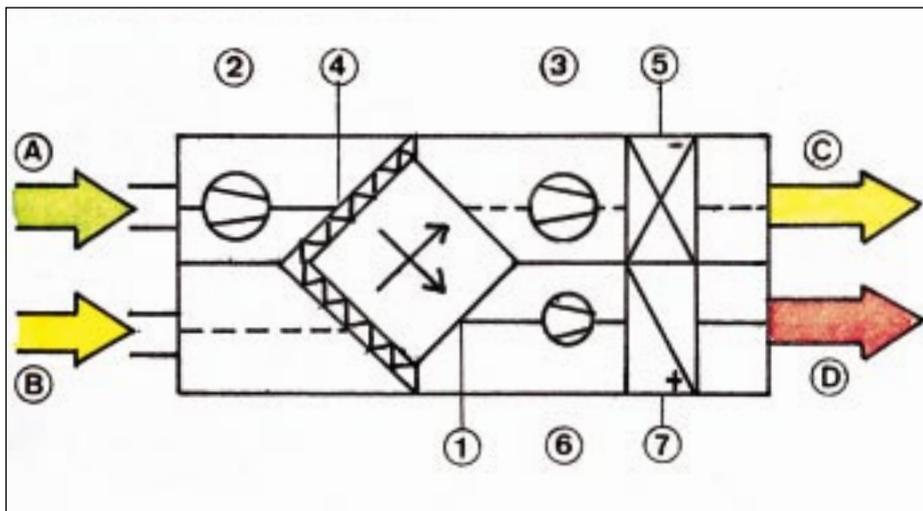


Bild 8: Funktionsweise einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung über Wärmetauscher und zusätzlicher Luft-Luft-Wärmepumpe: A Außenluft, B Abluft, C Fortluft, D Zuluft. 1 Wärmetauscher, 2/3 Ventilatoren, 4 Filter, 5 Verdampfer, 6 Verdichter, 7 Verflüssiger
Quelle: nach Bundesbauministerium

liche Dauerlüftung bei Bedarf ermöglichen. Von zunehmender Bedeutung sind sogenannte Grundlüftungssysteme, die für die gesundheitlich notwendige Frischluftzufuhr sorgen und Feuchteschäden vorbeugen. Es gibt Systeme, schallgeschützt, ohne Ventilator, die auch in Abwesenheit der Bewohner funktionieren, keine Bedienung benötigen und das Einbruchsrisko in der Kippstellung ausschließen. Bei Bedarf kann dann diese Grundlüftung durch eine Bedarfslüftung, z. B. Fensteröffnung, ergänzt werden.

Die bisherigen Überlegungen machen deutlich:

Die Lüftungsleistung bei ungünstigen Wetterlagen, die eine natürliche Lüftung weitestgehend verhindern, kann nur eine mechanische Lüftungsanlage, eine Zwangslüftung gewährleisten. Sie allein ermöglicht auch,

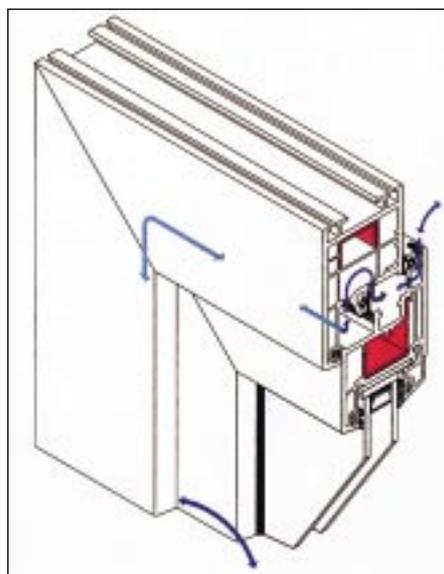


Bild 9: Grundlüftung über Blendrahmen und Flügel, unter Beachtung des Schallschutzes. Da dieses System die Druck- und Sogbewegungen an den verschiedenen Seiten des Gebäudes ausnutzt, müssen alle Fenster einer Wohnung damit ausgestattet sein.

Quelle: KBE
Zeichnungen: Fischer-Uhlig

den Lüftungswärmeverlust tatsächlich unter Kontrolle zu halten, weshalb sie für Niedrigenergiehäuser unerlässlich ist. Zumal auch sie allein die Wege zur Wärmerückgewinnung ebnet (Bild 8).

Grundsätzlich kann man mechanische Lüftungen zentral, also für Haus oder Wohnung, oder dezentral, also jeweils für einen Raum, betreiben. Als reine Entlüftungsanlagen führen sie nur die Abluft ab, während die Zuluft über Gebäude-Undichtigkeiten oder besser über Nachströmöffnungen ins Hausinnere geleitet wird. Doch gibt es auch kombinierte Systeme, bei denen Abluft und Zuluft maschinell gefördert werden. Diese Anlagen, die eine dichte Gebäudehülle voraussetzen, bieten nicht nur eine regelbare Grundlüftung, die Zuluft wird auch über Wärmetauscher, die der Abluft Wärme entziehen, den Räumen erwärmt zugeführt. Denn motorische Belüftung ohne gleichzeitige Lufterwärmung ist aus verständlichen Gründen zu vermeiden. Bei tiefen Außentemperaturen kann auch eine Nachwärmung der über Wärmetauscher vorgewärmten Zuluft nötig werden: entweder über Heizwasser-Nacherhitzer oder über ein elektrisches Heizregister (Bild 9). Auch eine kleine Wärmepumpe läßt sich dem Plattenwärmetauscher nachschalten. Zudem kann die Zuluft auch noch gefiltert werden.

Die kontrollierte Lüftung im Wohnungsbau dürfte sich bei förderlicher Aufklärung in Zukunft zu einem günstigen Markt entwickeln. □