

Fensterplanung und Lüftungsleistung:

Frische Luft ist planbar

Horst Fischer-Uhlig

Lüftung ist heute, da sich die Fragen der wirtschaftlichen Raumluft-erneuerung und des wirksamen Energiesparens gleichermaßen in aller Schärfe stellen, zu einer wichtigen Aufgabe geworden. Auch in den privaten Haushalten. Vor allem bei Räumen, die auf natürliche Weise einzeln zu belüften sind, kann die Planung durch Proportion, Aufteilung und Einbautiefe der Fenster zu verbesserter Lüftungsleistung beitragen.

Im Bereich der natürlichen Lüftung, die im Unterschied zu den Systemen der mechanischen Ventilatorenlüftung durch Öffnen der Fenster erfolgt, gibt es grundsätzlich zwei Antriebskräfte: die Windströmung und den Temperaturunterschied zwischen Raum- und Außenluft. Windströmungen hängen von Anströmgeschwindigkeit, Stärke und Anströmrichtung ab. Sie bewirken am Gebäude unterschiedliche Druck-, Sog- und Strömungsverhältnisse und Luftbewegungen durch den Bau. Auch die Bebauung des Umfelds ist von Einfluß. Windlüftung bewirkt in der Hauptsache die Lufterneuerung der Wohnung oder des Hauses. Der Lufterneuerung für einzelne Räume dagegen dient hauptsächlich die thermische Lüftung, deren Antrieb der Temperaturunterschied und die Luftdruckdifferenz zwischen Raumluft und Außenluft ist.

Bautechnische Voraussetzungen

Ein Fenster wird um so besser seine Funktion hinsichtlich Lüftung erfüllen können, je günstiger es proportioniert ist, also sich Breite und Höhe zueinander verhalten. Extrem breite Flügel von geringer Höhe sind dabei ebenso zu vermeiden wie überdimensionierte Flügelformate in kleinen Räumen, wo sie störend wirken und die Handhabung unnötig erschweren. Auch ist zu bedenken, daß bei großen Flügelbreiten sich das hohe Gewicht des Isolierglases negativ auf Rahmen und Beschläge auswirkt. Günstig sind rechteckige Hochformate, 80 cm breit und

130 cm hoch. Zweiflügelige Fenster können grundsätzlich mit oder ohne Mittelpfosten, also ohne Setzpfosten angefertigt werden. Allerdings: bei Fenstern ab ca. 150 cm Breite sollte aus Stabilitätsgründen ein Pfosten für den Flügelanschlag vorgesehen sein. Antrieb der thermischen Lüftung, so sagten wir, sind die Temperaturunterschiede zwischen innen und außen. In der warmen Jahreszeit, wo sie durchschnittlich nur 1–3 Kelvin betragen, ist dieser Antrieb der natürlichen Lüftung verständlicherweise schwach. Er entspricht einer Windgeschwindigkeit von durchschnittlich 0,4–2,5 m/s und einer Kraft von ca. 0,1–3,5 N/m². Daß die thermische Lüftung bei einem Temperatenausgleich zwischen innen und außen meist völlig zum Erliegen kommt, ist leicht einzusehen. In der Regel geschieht das aber nur an wenigen Tagen. Wesentlich stärker sind die Antriebe der thermischen Lüftung

im Winter: bei Temperaturdifferenzen von 20–30 Kelvin. Nimmt man als Mittel für eine Heizperiode eine Temperaturdifferenz von 15 Kelvin an, dann ist mit einem Luftwechsel zu rechnen, wie er bei einer Windgeschwindigkeit von ca. 3 m/s erfolgen würde. Die Antriebskraft beträgt dann 4–5 N/m². Doch können je nach Witterung natürlich auch beide Antriebskräfte, also thermische und Windantrieb beim Einzelraum auftreten und dabei in ihren Anteilen schwanken.

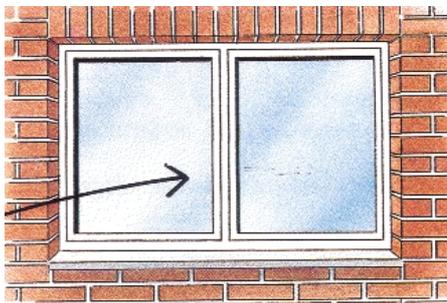
Grundsätzlich: während der Heizperiode entsprechen die Antriebskräfte der thermischen Lüftung etwa den Antriebskräften der Windlüftung bei einer Windstärke von 2–3 Beaufort, also bei leichter bis schwacher Brise, bei der Wind im Gesicht fühlbar wird, Blätter säuseln bzw. Blätter und dünne Zweige sich im Wind bewegen. Um die skizzierte Problematik in den Griff zu bekommen, die natürliche



Fenster dieser Proportion sind aus mehreren Gründen ungünstig und außerdem, je nach Inneneinrichtung, nur unbequem zu bedienen

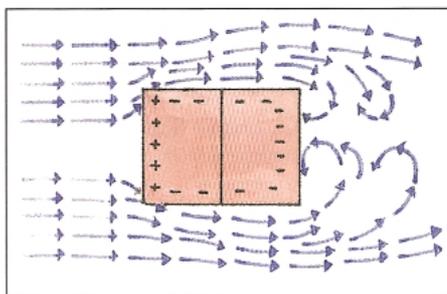
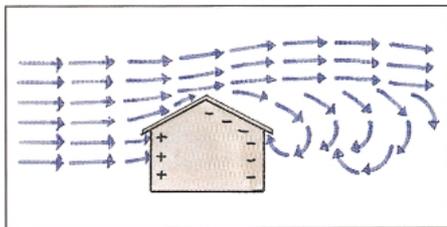
Bild: Veka

Lüftung durch thermischen Antrieb also befriedigend handhaben zu können, ist auch die Wahl der Fensterart wichtig. Grundsätzlich gilt: wird ein Fenster geöffnet, dann bilden sich während der kalten Jahreszeit, abhängig von der Druckdifferenz zwischen innen und außen, Druckverteilungen oberhalb und unterhalb einer neutralen Zone innerhalb der Fensteröffnung (oben ein Überdruck, unten ein Unterdruck, also Oberströmung und Unterströmung). Bei warmem Wetter kehrt sich die Druckverteilung um [5].



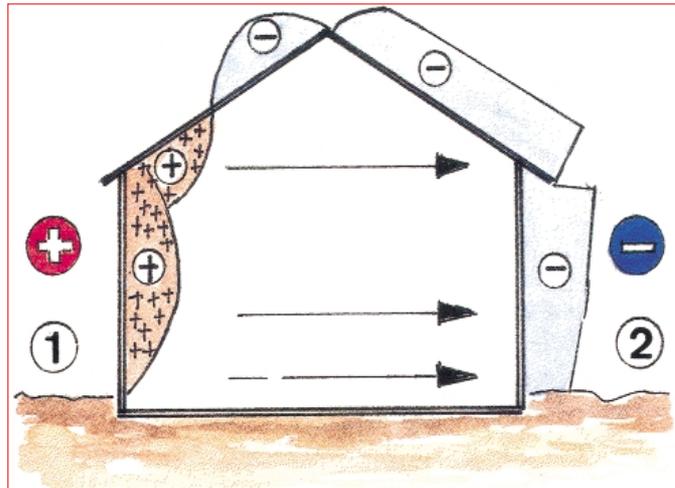
So sieht ein funktionsgerecht gestaltetes Fenster im Prinzip aus, wobei die Flügel auch ungleich breit sein können

Bild: Veka



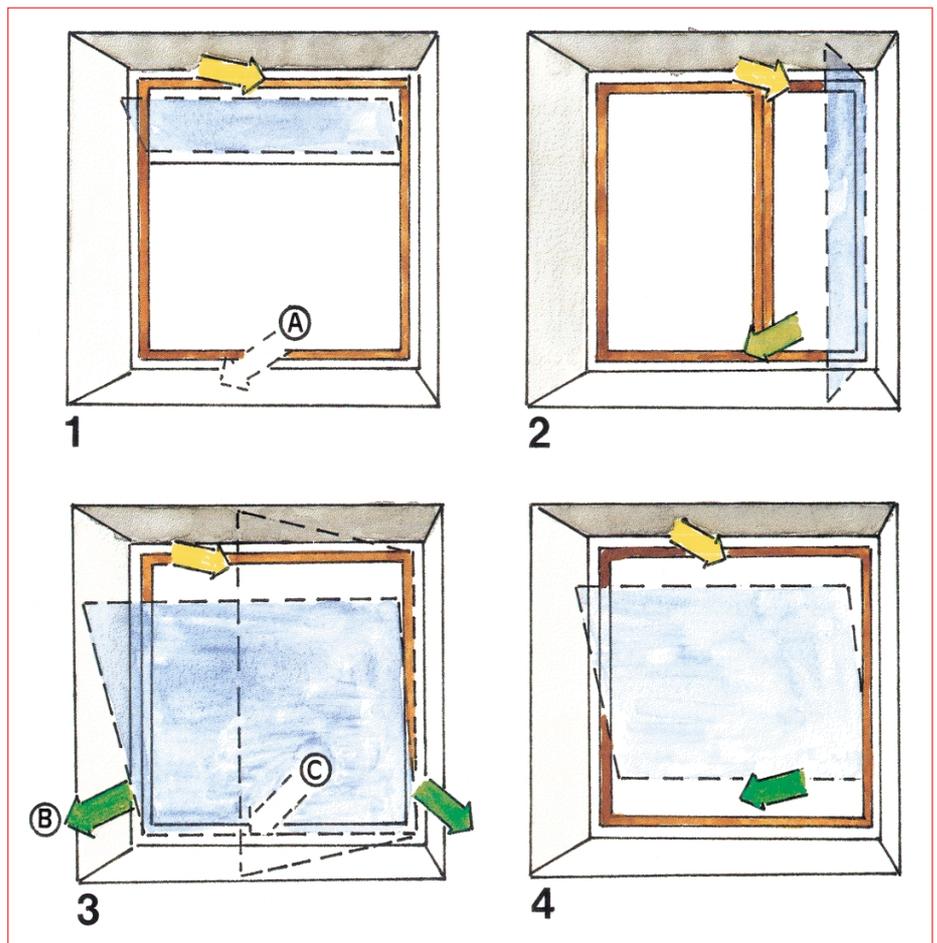
Die natürliche Lüftung durch Fensteröffnung ist stark abhängig von der Witterung, vor allem von der Windströmung um das Haus und über dem Haus. Auf der Seite, die dem Wind zugewendet ist, entsteht ein Staudruck (Luv, 1/3 Druck), auf der windabgewandten Seite ein Unterdruck, Windsog (Lee 2/3)

Bild: KBE



Zwischen Luv (1) und Lee (2) entsteht durch den Wind ein Sog, der zu einer Luftbewegung durch das Gebäude und seine Undichtigkeiten führt. Die Strömungsvorgänge sind bei der Grundrißplanung und vor allem bei Planung der Lüftungselemente zu berücksichtigen

Bild: Mährlein/Gretsch-Unitas



In welchem Maß die natürliche Lüftung als thermische Lüftung funktioniert, hängt auch von der Fensterart ab

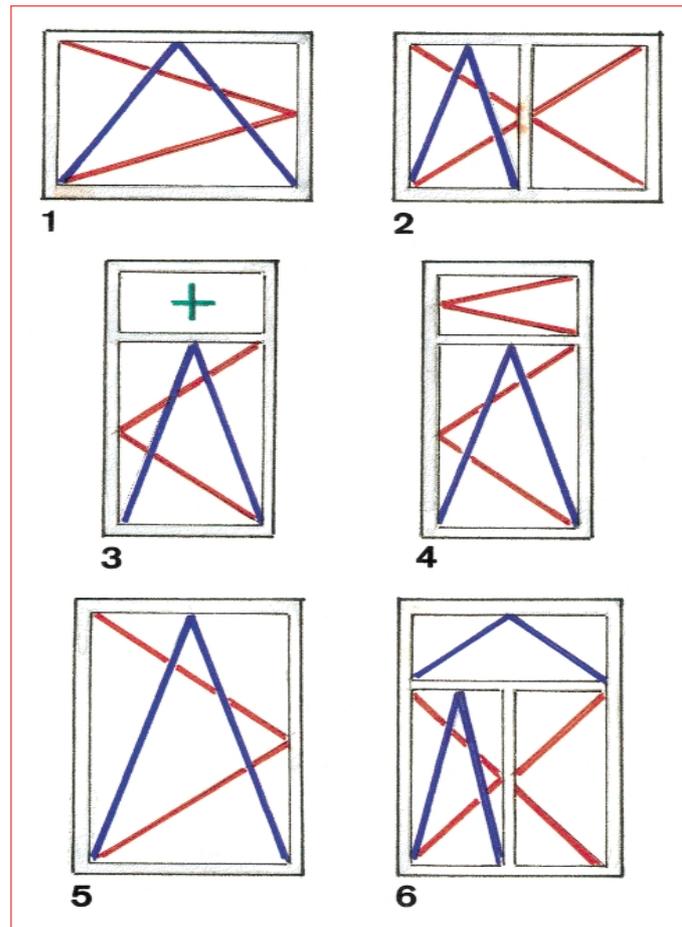
- 1 Die Oberlichtklappe, durch die Abluft (gelb) entweicht, ist ungeeignet, weil die Zuluft (A) nicht so einströmen kann, daß sich dazwischen eine neutrale Zone zu bilden vermag
- 2 Bei einem hohen Lüftungselement, das auch schmal sein kann, kann die Abluft (gelb) entweichen und die Zuluft (grün) ungehindert einströmen. Dazwischen, also zwischen Überdruck und Unterdruck, liegt die neutrale Zone
- 3 Befriedigende Lüftungsleistung bei Dreh-Kippflügel, mit überwiegendem Überdruck. Zuluft bei Kippstellung (B), Zuluft bei Drehstellung (C)
- 4 Schwingflügel-Fenster mit sehr guter Lüftungsleistung. Die neutrale Zone, auf der Höhe der Drehlager des Fensters, trennt Oberströmung von Unterströmung, also Abluft von Zuluft in gleichen Verhältnissen. Das Fenster läßt sich gut auf den gewünschten Lüftungsbedarf einstellen

Bild: Mährlein/Gretsch-Unitas

Je nach Konstruktion des Fensters ist diese neutrale Zone zu verändern, läßt sich die Druckverteilung programmieren und entweder dem Überdruck oder dem Unterdruck den Vorrang geben. Lüftungsflügel dagegen, die in der neutralen Zone liegen, haben nur geringe Lüftungswirkung. Schmale, horizontale Lüftungsflügel allein und ohne ergänzende Öffnung, mit der sie durch einen „Hebelarm“ zusammenwirken, sind für die Raumlüftung vor allem bei geringeren Temperaturdifferenzen deshalb wenig geeignet. Daraus folgt für die Fensterkonstruktion: ein Lüftungselement wird um so wirksamer sein, je höher es ist, weil dann die Lüftung mit einem großen „Hebelarm“ stattfindet. Und: zwei Lüftungsöffnungen, von denen die eine möglichst tief, die andere möglichst hoch angeordnet ist, führen zu einem großen Lüftungseffekt. Auch durch Kombination der Fensterlüftung mit einer Schachtlüftung läßt sich eine gute Lüftungsleistung erzielen – der Schacht wirkt als großer „Hebelarm“. Die dadurch möglichen Lüftungsqualitäten lassen die Wahl unter mehreren Aufteilungen der Fensteröffnung.

Fensteraufteilung und Lüftungseffekt

Oberlichtklappen sind, vor allem in Küchen, als thermische Einzelraumlüftung weniger geeignet. Es fehlt, besonders bei geringen Temperaturdifferenzen, die ergänzende Öffnung, mit der sie zusammenwirken können. Flügelbreite ist grundsätzlich weniger wichtig als die Flügelhöhe. Bei Dreh-Kipp-Fenstern, höher als breit, ist die Funktion bei Drehstellung deshalb



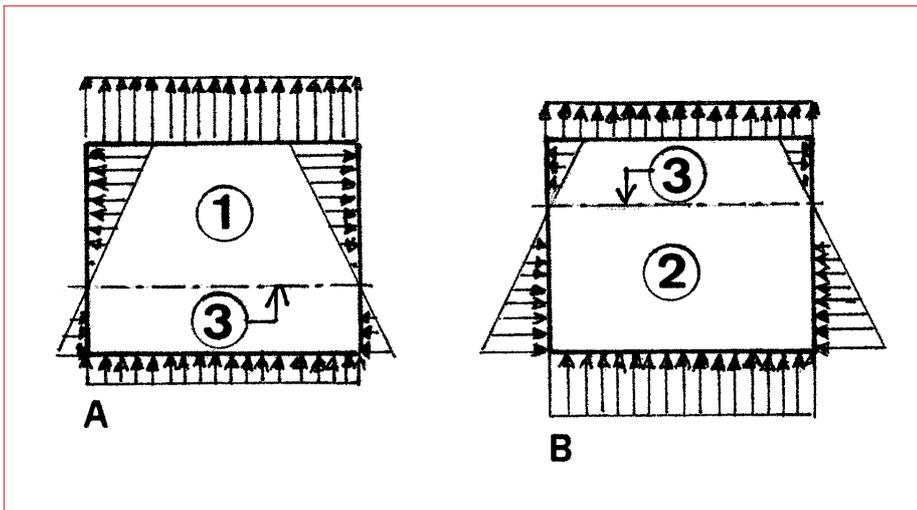
befriedigend, weil die neutrale Zone in halber Fensteröffnung liegt, Oberströmung und Unterströmung, also Überdruck und Unterdruck und damit Abluft und Zuluft, die in Gegenrichtung wirken, nicht behindert sind. Anders bei Kippstellung, wo der Überdruck, die Oberströmung, überwiegt und der Unterdruck, die Unterströmung, also die Zuluft und damit der Luftaustausch, verringert ist. Die neu-

trale Zone wird sich im oberen Drittel der Flügelhöhe bilden. Grundsätzlich: bei einem Kippfenster verschiebt sich die neutrale Achse nach oben und führt dadurch zu einer Verringerung des Luftaustausches [4]. Das erklärt, warum bei gleicher Öffnungsfläche von Kipp- und Dreh-Fenster bei der Kippstellung nur ein 0,6facher Luftaustausch gegenüber der Drehstellung auftritt.

Wie praktisch die Fenster zu nutzen sind, hängt auch von ihren Proportionen und ihrer Aufteilung ab

- 1 Der Flügel ist zu breit,
- 2 als zweiflügeliges Element ist das Fenster praktisch zu nutzen.
- 3 Das obere Festfenster stellt beim Putzen eine Gefahr dar.
- 4 Hohe Konstruktionen sind häufig in alten und älteren Gebäuden zu finden. Bei Fenstererneuerung sollten die Oberlichter beweglich ausgeführt werden.
- 5 Auch hier ist der Flügel zu groß.
- 6 Bei so großen Fensterflächen ist aus optischen und vor allem funktionellen Gründen mehrfache Aufteilung sinnvoll

Bild: Veka



Die thermische Raumlüftung basiert auf dem Temperaturunterschied zwischen Raumlufttemperatur und Außenlufttemperatur. Beim Öffnen der Fenster ergeben sich deshalb unterschiedliche Druckverteilungen oberhalb und unterhalb einer neutralen Zone: oberhalb ein Überdruck, unterhalb ein Unterdruck, wenn die Raumtemperatur höher ist als die Außentemperatur. Diese neutrale Zone, in der Lüftungsflügel nur eine geringe Lüftungswirkung haben, ist durch die Fensterkonstruktion manipulierbar. In Abb. A ist dem Überdruck Priorität gegeben, in Abb. B dem Unterdruck. Bild: Ihle/Gretsch-Unitas

1 Überdruck, 2 Unterdruck, 3 neutrale Zone

Ein überzeugendes, erhellendes Beispiel maximalen Luftaustausches durch Temperaturunterschied bietet das Schwingflügel Fenster. Bei dieser Konstruktion bildet sich die neutrale Zone in der Höhe der Schwinglager, also ebenfalls in halber Fensterhöhe. Das führt zu gleichwertigen Lüftungsquerschnitten für die Ober- und Unterströmung, also für Abluft und Zu- luft, wie sie der Über- und Unterdruck verursacht. Die ausgezeichneten Lüftungseigenschaften machen diese Konstruktion vor allem für Küchen geeignet und führen auch im Sommer bei geringer Temperaturdifferenz und schwachem Wind zu schnellem Luftaustausch. Durch Einstellung von kleinen Spaltlüftungsbreiten kann die ausgetauschte Luftmenge dem Bedarf angenähert werden.

Einflußfaktor Einbautiefe

Neben der Proportion, also Höhe und Breite, und der Fensteraufteilung, das

zeigten neuere Untersuchungen [4], wird der Luftaustausch entscheidend auch durch den Einbau des Fensters in der Laibung beeinflusst. Messungen, bei denen Temperaturdifferenzen als treibende Kraft auftraten, bei vernachlässigbarem Windeinfluß, haben gezeigt: je größer die Einbautiefe, desto stärker nimmt der Zuluftvolumenstrom ab. Schließt das Fenster, wie im Experiment geschehen, bündig an die Innenseite der Außenwand und ist dadurch eine freie Öffnungsfläche zum Raum hin gewährleistet, beträgt der Zuluftvolumenstrom bei 2 cm Kippstellung 43 m³/h, bei 10 cm Kippstellung 108 m³/h. Erhöht man die Einbautiefe auf 20 cm, von innen gemessen, bei seitlichem Abstand von 2 cm, dann vermindert sich der Zuluftvolumenstrom um fast 50 %, nämlich bei Kippstellung 10 cm auf 65 m³/h, bei 2 cm Kippstellung allerdings nur auf 41 m³/h, da die freie Öffnungsfläche nur gering verändert ist. Die Temperaturdifferenz zwischen außen und

Raumluft betrug bei den Messungen 25 Kelvin. Je kleiner diese Temperaturdifferenz ist, desto geringer ist der Zuluftvolumenstrom.

Stellenwert des Nutzerverhaltens

Ziel muß auch bei thermischer Lüftung die energiesparende Begrenzung des Luftaustausches sein. Entscheidend dafür ist das Nutzerverhalten, der bewußte Gebrauch aller Lüftungselemente, die Anwendung der eigenen Erfahrung im Wohnalltag, unter Beachtung bestimmter Werte, wie die Temperaturen innen und außen, die Temperatur der inneren Wandoberflächen der Außenwände, die relative Luftfeuchtigkeit und die Geruchsschwelle sie setzen. Erfahrung sollte schließlich auch die Lüftungsdauer und Lüftungsart im Einzelfall bestimmen. Thermometer, Hygrometer und Geruchssinn können Überlegungen und Entscheidungen wirkungsvoll stützen. So nützlich und hilfreich sich

die hier gegebenen Hinweise auf die Fensterplanung in der alltäglichen Praxis der gewohnten natürlichen Lüftung auswirken können: es ist darüber nicht zu vergessen, daß es in allen Punkten abgesichertes Wissen über die Voraussetzungen nicht gibt, vielleicht auch nie geben kann. Dazu sind die Antriebskräfte – Temperaturunterschiede und Windströmungen – im Einzelfall zu wenig erfaßbar.

Literatur

- [1] Froelich, H.: Wohnraumbelüftung aus Gründen der Raumhygiene. Fenster und Fassade, 3/1980
- [2] Hausladen, G.: Wohnungslüftung, HLH 31,9/1980
- [3] Ihle, C.: Lüftung und Luftheizung, Düsseldorf 1973
- [4] Maas, Anton: Experimentelle Quantifizierung des Luftwechsels bei Fensterlüftung. Dissertation, Kassel 1995
- [5] Mährlein, K.: Die Be- und Entlüftung von Wohn- und Aufenthaltsräumen. Dokumentation Gretsch-Unitas 1982
- [6] Wolter, K.; Kopf, E.-L.; Schocker, H.: Das Fenster als Lüftungselement. Dokumentation Gretsch-Unitas 1982