



Dipl.-Ing. (FH) Guido Straßer

Fensterlüftung

Ausgabe Jan. 2011



An Fensterbauern wird häufiger die Frage gerichtet wie über Fenster zu lüften ist, damit ein ausreichender Luftwechsel erreicht werden kann. Eine kurze Antwort vorab heißt: Stoßlüften, Stoßlüften und nochmals Stoßlüften!

Doch Stoßlüften bedeutet den Fensterflügel in Abhängigkeit von der Außentemperatur kurz vollständig zu öffnen. Was tun, wenn aber niemand da ist der diese Arbeit erledigen kann? Und wie ist die Lüftung während der Nachtstunden zu bewerkstelligen, wenn ein Luftwechsel von $0,5 \text{ h}^{-1}$ nach DIN 4108-2 eingehalten werden soll, was bedeutet, dass das Luftvolumen einer Wohnung alle 2 Stunden vollständig erneuert werden soll. Nebenbei handelt es sich dabei wohl um einen Durchschnittswert der sozusagen den „normierten Bewohner“ bei „normierter Nutzung“ der Wohnung voraussetzt.

Nicht zuletzt deshalb wird in Fachkreisen seit einiger Zeit diskutiert, ob das Fenster bei der heutigen luftdichten und damit energiesparenden Bauweise überhaupt als alleinige „Lüftungsanlage“ ausreichend ist und ob nicht generell bei Neubauten auch eine entsprechende mechanische Lüftungsanlage eingebaut werden sollte. Diesbezüglich hat sich mit der Veröffentlichung der DIN 1946-6 im Mai 2009 einiges konkretisiert. Die Norm fordert nun ein Lüftungskonzept für Neubauten und im Altbau, wenn 1/3 der Fenster erneuert oder 1/3 der Dachfläche abgedichtet werden.

Grundlagen:

Feuchte Luft ist ein Gemisch aus trockener Luft und Wasserdampf, wobei trockene Luft wiederum ein Gasgemisch aus Sauerstoff, Stickstoff, etc. ist. Die Luftfeuchte stellt somit den Wasserdampfanteil der Luft dar. Die Sättigungsmenge an Wasserdampf d. h. 100 % Luftfeuchte ist temperaturabhängig. In nachfolgender Tabelle 1 werden die maximal möglichen Wassergehalte f in g pro m^3 in Abhängigkeit von der Temperatur dargestellt.

Tabelle 1

	Temperatur in °C													
	- 10	- 5	0	2	4	6	8	10	12	16	18	20	22	24
f_{max} in g/m^3	2,1	3,2	4,8	5,5	6,3	7,2	8,2	9,4	10,6	13,6	15,3	17,3	19,4	21,8

Sofern die Sättigungsmenge nicht erreicht wird liegt der Wasserdampfgehalt der Luft unter der Sättigungsmenge. Es ist dann weniger Wasserdampf als möglich in der Luft enthalten. Es lässt sich die relative Luftfeuchte φ als Wasserdampfmenge zum Maximalwert wie folgt definieren:

$$\varphi = \frac{f_{\text{abs}}}{f_{\text{max.}}}$$

$f_{\text{abs.}}$ = der absolute (tatsächliche) Wasserdampfgehalt der Luft

$f_{\text{max.}}$ = entsprechend der Temperatur maximal mögliche Wasserdampfgehalt der Luft (s. Tab. 1)

(In Analogie zum Wasserdampfpartialdruck)



Beispiel 1:

In einem Wohnzimmer von 30 m² Grundfläche und damit einem Volumen von ca. 75 m³ (Höhe rund 2,5 m) wird stoßgelüftet, d. h. die Balkontüre wird kurzzeitig vollständig geöffnet. Es sei das gesamte Luftvolumen ersetzt worden mit Außenluft von 0 °C und 100 % rel. Luftfeuchte (beinhaltet 4,8 g/m³ Wasserdampf).

Nach dem Schließen der Balkontüre wird die frische Luft auf 20 °C erwärmt. Theoretisch sinkt dabei die relative Luftfeuchte auf ca. 27 % $[(4,8 \text{ g/m}^3) / (17,3 \text{ g/m}^3)]$ und kann sofern diese bei Erreichen von 50 % rel. Luftfeuchte (50 % von 17,3 g/m³ = 8,6 g/m³) wieder vollständig ausgetauscht wird rund 285 g Wasserdampf aus der Wohnung abführen $(8,6 \text{ g/m}^3 - 4,8 \text{ g/m}^3 = 3,8 \text{ g/m}^3; 3,8 \text{ g/m}^3 \times 75 \text{ m}^3 = 285 \text{ g})$.

Theoretisch deshalb weil kaum das vollständige Luftvolumen des Wohnzimmers ausgetauscht werden kann und die Luft beim Luftaustausch bereits Feuchte aus der Umgebung (Teppich, Wand, etc.) aufnimmt. Die tatsächliche Feuchteabfuhr ist deshalb niedriger anzusetzen.

Stoßlüften bedeutet, dass der Fensterflügel vollständig geöffnet wird (s. Bild 1). Dabei ist zu beachten, dass vor dem Öffnen des Fensters die Heizung vollständig herunter zu drehen ist.

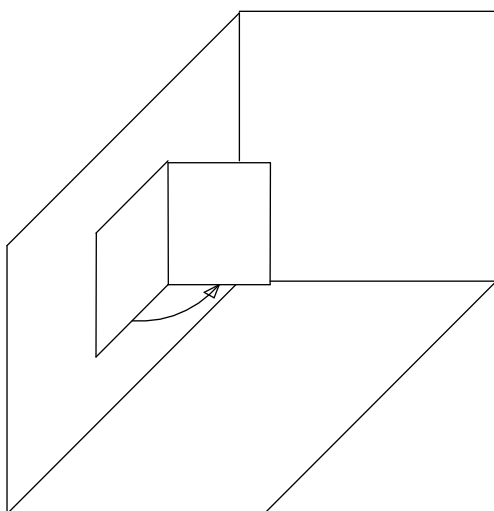


Abbildung 1 Stoßlüftung durch vollständiges öffnen des Flügelrahmens

Entsprechend dem Temperaturgefälle von Innen nach Außen findet der Luftaustausch schneller oder langsamer statt. Bei hinreichend niedrigen Außentemperaturen kann ein entsprechender Luftwechsel bereits nach wenigen Minuten erreicht werden. Zur Orientierung können bei Stoßlüftung die in Tabelle 2 wiedergegeben Lüftungszeiten dienen.

Tabelle 2

Raumlufttemperatur / Außenlufttemperatur	Lüftungszeit (Stoßlüftung)
20 °C / -5 °C	ca. 5 min.
20 °C / 0 °C	ca. 10 min.
20 °C / 5 °C	ca. 15 min.
20 °C / 10 °C	ca. 20 min.



Die angegebenen Lüftungszeiten sind entsprechend den örtlichen Gegebenheiten sinnvoll anzupassen und sollten nicht überschritten werden, um ein Auskühlen der Räume zu vermeiden. Bei Bedarf ist es günstiger häufiger Stoß zu lüften, da dann nur die ausgetauschte Luft erwärmt werden muss und nicht unnötig Energie für das Wiedererwärmen der Bauteile, Wandoberflächen, etc. zu verwenden ist. Schließlich kommt es darauf an die feuchte Raumluft durch kühlere Außenluft zu ersetzen, die bei Erwärmung dann die Feuchte des Raumes aufnehmen kann.

Aber woher kommt der Wasserdampf? Diesbezüglich wurden der Literatur nachfolgende Werte entnommen:

Tabelle 3

Wasserdampfabgabe in Wohnungen	Wasserdampfmenge
Schlafende Person	40 – 50 g/ Std.
Person mit leichter Tätigkeit	ca. 90 g/ Std.
Wannenbad	ca. 1100 g/ Bad
Duschbad	ca. 1700 g/ Bad
Kochen/ Braten	Ca. 400 – 900 g/ (Std. Kochzeit)
Geschirrspülmaschine	200 g/ Spülgang
Wäschetrocknen 4,5 kg geschleudert	50 – 200 g/ Std.
Zimmerpflanze (Veilchen)	5 – 10 g/ Std.
Zimmerpflanze (mittelgroßer Gummibaum)	10 – 20 g/ Std.
Freie Wasseroberfläche (z. B. Aquarium)	ca. 40 g/ (m ² Std.)

Dies bedeutet für einen drei bis vier Personenhaushalt ca. 1 bis 2 kg Wasserdampf pro Tag durch Ausatmung und zusätzlich ca. 2 bis 3 kg Wasserdampf pro Tag durch Kochen, die unabhängig von der Ausstattung der Wohnung mit Pflanzen, Aquarien und unabhängig von der Nutzung d. h. häufige Badbenutzung, Wäschetrocknung und Waschmaschine in der Wohnung etc. abzuführen sind.

Für eine durchschnittliche Dreizimmerwohnung mit 75 m² Grundfläche heißt dies unter Zugrundelegung obiger Feuchteabfuhr (Beispiel 1) mind. 3- bis 5-mal am Tag das Luftvolumen der Wohnung vollständig auszutauschen. Hierfür bietet sich Stoßlüften aus den oben genannten Gründen an. Zur Beschleunigung des Lüftungsvorgangs können auch gegenüberliegende Fenster kurz geöffnet werden, um dadurch eine Querlüftung in der Wohnung zu erreichen. Vermieden werden sollten sogenannte Spaltlüftungen, d. h. geringfügiges Anlehnen der Fensterflügel oder Kippen der Fensterflügel über einen längeren Zeitraum, da dann in der kalten Jahreszeit die Räume und damit die Wandoberflächen auskühlen und die Gefahr der Tauwasser- und Schimmelpilzbildung ansteigt.

Des Weiteren springen bei dauerhaft gekippten Fenstern die Thermostatventile der Heizkörper an, wenn entsprechend tiefe Außentemperaturen herrschen und die kalte Luft direkt über die häufig unter dem Fenster angebrachten Heizkörper strömt. Wenn das Thermostatventil ganz zurückgedreht wurde befindet sich dieses in der Frostschutzsicherung, das heißt ab ca. 6 °C



Lufttemperatur am Thermostat öffnet das Ventil vollständig, um das Einfrieren des Heizkörpers zu verhindern. Folglich wird kostbare Heizenergie buchstäblich zum Fenster hinaus geheizt.

Nach DIN 4108-2 sind Undichtheiten in der Gebäudehülle nicht für den erforderlichen Luftaustausch (Luftwechsel) heranzuziehen. In Neubauten sind die nicht zu vermeidenden Undichtheiten in der Regel so gering, dass dadurch auch nicht annähernd der erforderliche Luftwechsel eingehalten werden kann. Ähnliches gilt für die sogenannten Spaltlüfter, die in Fensterfalze eingebracht die Fenster wieder undicht werden lassen. Zwar schließen diese in der Regel bei Winddruck, so dass es wenigsten nicht zu unangenehmen Zugscheinungen kommt, der erforderliche Luftwechsel wird gewöhnlich mit diesen Systemen jedoch nicht erreicht. Zudem kommt es bei Systemen, die in den Falz des Fensters eingebracht werden in der kalten Jahreszeit häufig zu massiver Tauwasserbildung und nicht selten zur Schimmelpilzbildung im Falzbereich.

Der geforderte Luftwechsel von 0,5 pro Stunde gemäß DIN 4108-2 ist ohnehin als Orientierungswert anzusehen, da letztlich das sich einstellende Innenraumklima von Bedeutung ist. Nach DIN 4108 sollte das Innenraumklima eine Lufttemperatur von 20 °C und dabei eine relative Luftfeuchte von max. 50 % aufweisen. Um diese Vorgaben einhalten zu können sind Wohnungen bedarfsgerecht zu lüften. Die relative Luftfeuchte von 50 % ist dabei aus bauphysikalischer Sicht als Grenzwert zu sehen und sollte in Wohnungen nicht überschritten werden. Hierfür kann beispielsweise mittels einer Wettermessstation die Lufttemperatur und die dazugehörige relative Luftfeuchte ermittelt und bei Bedarf entsprechend gelüftet werden.

Zur Erläuterung wurden in nachfolgender Abbildung 2 die jeweiligen schimmelpilzkritischen Oberflächentemperaturen eingetragen, wobei die Raumlufttemperatur variiert wurde. Des Weiteren wurde beispielhaft für eine monolithische Außenwand (36,5 cm Ziegelmauer) die Oberflächentemperatur an der Wandinnenecke rechnerisch ermittelt (Randbedingungen gemäß DIN 4108-2).

Die schimmelpilzkritische Oberflächentemperatur ist dabei jene Temperatur bei der die jeweilige Raumluft durch Abkühlung eine relative Luftfeuchte von 80 % erreicht. Gemäß DIN 4108-2 besteht bei einer relativen Luftfeuchte von $\geq 80\%$ und entsprechenden Nährboden (z. B. Hausstaub) die Gefahr der Schimmelpilzbildung.

Wie aus Abbildung 2 zu ersehen liegt ausgehend von 50 % relativer Luftfeuchte und 20 °C Lufttemperatur die schimmelpilzkritische Oberflächentemperatur bei 12,6 °C (s. a. DIN 4108-2). Derlei Oberflächentemperaturen können von Außenwänden mit einem U-Wert von ca. 0,68 W/(m² K) an der Wandinnenecke noch eingehalten werden (Randbedingungen nach DIN 4108, - 5 °C Lufttemperatur außen, etc.). Würde man 60 % relative Luftfeuchte zulassen ergibt sich eine schimmelpilzkritische Oberflächentemperatur von ca. 15,5 °C bzw. sind U-Werte für die Außenwand kleiner ca. 0,35 W/(m² K) erforderlich. Ein Wärmedämmstandard der erst seit wenigen Jahren durch verbesserte Wandbaustoffe erreicht wird.

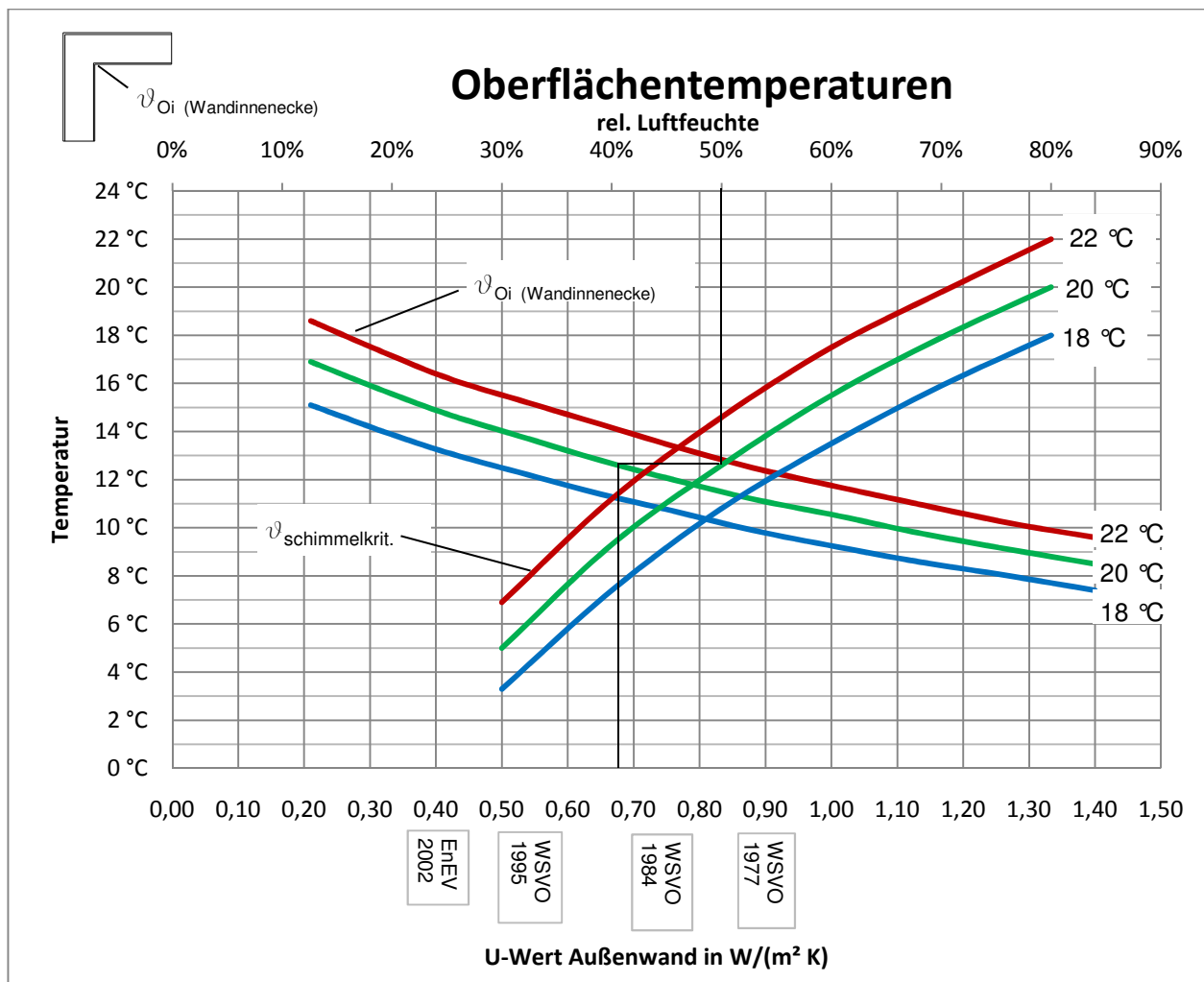


Abbildung 2

Beispiele:

Bei 22 °C und 50 % rel. Luftfeuchte liegt die entsprechende schimmelpilzkritische Temperatur bei ca. 14,6 °C, wird die relative Luftfeuchte auf 60 % erhöht liegt die schimmelkritische Temperatur dann bereits bei ca. 17,5 °C.

Demgegenüber stellen sich an der Wandinnenecke einer monolithischen Außenwand bei 22 °C Lufttemperatur raumseitig eine Oberflächentemperatur von ca. 17,5 °C ein, wenn ein U-Wert von ca. 0,30 W/(m² K) vorliegt.

Für ein weniger beheiztes Schlafzimmer (z. B. 18 °C, 50 % rel. Luftfeuchte) wäre ein U-Wert der Außenwand kleiner ca. 0,75 W/(m² K) erforderlich (schimmelkrit. Temp. ca. 10,8 °C), um Schimmelpilzbildung an der Rauminnenecke der Außenwand zu vermeiden.

In Abbildung 2 wurde zudem der Größenordnung nach das Anforderungsniveau von früheren Wärmeschutzverordnungen eingetragen. Es wird ersichtlich warum gerade in Bestandsbauten bei unzureichender Lüftung Schimmelpilzbildung aufgrund der ungünstigen U-Werte auftreten kann. Des Weiteren wurden die Lufttemperaturen variiert, da häufig die Frage gestellt wird welche Auswirkungen es auf die Schimmelpilzbildung haben kann, wenn die Lufttemperatur erhöht bzw. gesenkt wird. Aus Abbildung 2 ist diesbezüglich u. a. ersichtlich, dass bei erhöhten Lufttemperaturen (22 °C, z. B. Wohnzimmer) etwas niedrigere U-Werte erforderlich werden und



niedrigere Lufttemperaturen (18 °C, z. B. Schlafzimmer) bei gleicher relativer Luftfeuchte etwas höhere U-Werte erlauben und demnach als weniger kritisch anzusehen sind. In der Praxis geht dieser Vorteil jedoch unter, da gerade im Schlafzimmer durch Ausatmung erhöhte Luftfeuchten erreicht werden und die Räume häufig unzureichend gelüftet werden.

Wenig beheizte Schlafzimmer weisen an den raumseitigen Außenwänden niedrige Oberflächentemperaturen auf. Oftmals werden diese Räume durch offen stehen lassen der Zimmertüren mit geheizt. In den Nachtstunden kommt es dann zu erheblichen Feuchteinträgen durch die Ausatmung der Schlafenden. Wenn dann noch der Kleiderschrank an der Außenwand steht und dadurch die Wandoberflächentemperaturen nochmals nach unten gedrückt werden oder aufgrund der kalten Jahreszeit die Lüftung vollständig unterbleibt sind Schimmelpilzkulturen geradezu vorprogrammiert. Auch Schlafzimmer sind ausreichend zu heizen und zu lüften. Sofern eine niedrigere Lufttemperatur in Schlafzimmern gewünscht wird sollte unbedingt die Zimmertüre geschlossen gehalten und auch dann die Lüftung angemessen durchgeführt werden.

Seit einigen Jahren wird auch der Feuchtepufferung verstärkt Beachtung geschenkt. Kurzzeitig erhöhte relative Luftfeuchten, wie diese nach einem Duschbad auftreten können, werden durch die im Raum befindlichen Materialien gepuffert bzw. reduziert. Dabei nehmen Holzvertäfelungen oder Putzlagen kurzzeitig die Feuchte auf und geben diese über einen längeren Zeitraum wieder ab. Auch das Mobiliar, der Teppich und sogar die Vorhänge besitzen diese für das Raumklima insgesamt günstige Eigenschaft. Die relative Luftfeuchte bleibt durch die Pufferung unter den kritischen Werten wenngleich auch dadurch auf die Lüftung der Räume nicht verzichtet werden kann.

Kommt es zu anhaltend hohen relativen Luftfeuchten sind neben den schon erwähnten Schäden durch Schimmelpilzbildung auch erhöhte Energieverluste nicht auszuschließen. Aufgrund der anhaltend hohen relativen Luftfeuchte kann es zu Aufwechungen kommen in deren Folge sich die Wärmeleitfähigkeit der Außenwand erhöht. Feuchte Wände leiten Wärme deutlich besser nach außen als trockene Wände. Nach neueren Berichten zufolge sollen dadurch selbst Sanierungsmaßnahmen wie ein zusätzlich angebrachtes Wärmedämmverbundsystem und erneuerte Fenster nicht die erhofften Energieeinspareffekte erzielt haben.

Feuchte Luft ist leichter als trockene Luft und steigt daher nach oben. Sofern architektonisch sicherlich reizvolle offene Treppenträume mit offenen Wohn- Küchen- Flurbereichen kombiniert werden besteht die Gefahr, dass es zur Feuchteanreicherung in den oberen Räumen kommt. Da sich in Einfamilienhäusern die Schlafzimmer üblicherweise in den oberen Etagen befinden und diese Räume nicht selten nur wenig beheizt werden sind häufig dort die Schimmelpilz- und Tauwasserschäden am größten.

Anders als im Winter wenn Stoßlüftung die Regel sein sollte ist im Sommer nichts gegen eine Dauerlüftung durch kippen oder anlegen der Flügelrahmen einzuwenden. Zu beachten ist bei dauerhaft gekippten Fenstern, dass bei Schlagregen Niederschlagswasser eindringen kann, dass diese nicht mehr den ggf. gewünschten Schallschutz erbringen und dass auch ungebetene Gäste sich relativ leicht Zutritt verschaffen können.

Auch sollten im Sommer die Fenster im Keller zumindest tagsüber geschlossen gehalten werden. Sonst besteht die Gefahr, dass die feuchtwarme Luft in den kühleren Keller gelangt und dort an kühlen Oberflächen (Wände und Einrichtungen) sich als Tauwasser niederschlägt und zu Feuchteschäden führt.



Grundsätzlich ist auch heute noch das Fenster als „Lüftungsanlage“ als geeignet anzusehen, wenn die Nutzer die Problematik kennen und entsprechend handeln. Weit komfortabler sind sicherlich mechanische Lüftungsanlagen, die heute keine allzu hohen Energieverbräuche mehr aufweisen und bei entsprechender Wartung und Pflege als unproblematisch anzusehen sind.

Durch die neue DIN 1946-6 wird ein Lüftungskonzept als Planungsgrundlage verbindlich. Im Neubau wie im Altbau bei Fenstererneuerung ist deshalb zu prüfen welche Maßnahmen zu ergreifen sind, damit auch nutzerunabhängig eine ausreichende Lüftung eingehalten wird. In Miet- und Eigentumswohnungen, wenn die Wohnungsnutzer gar nicht in der Lage sind bedarfsgerecht zu lüften, da diese einer Beschäftigung nach gehen, sind entsprechende Lüftungen angebracht. Dabei heißt Lüftung keinesfalls, dass Rohrleitungen verlegt werden müssen. Es gibt eine Vielzahl von Systemen, die auch dezentral mit Wärmerückgewinnung ihre Dienste im Stillen leisten.

Aufgrund der in den letzten Jahren entstandenen Schäden kann bei Neubauten empfohlen werden in Miet- und Eigentumswohnungen generell eine mechanische Lüftungsanlage vorzusehen. Dabei kann es sinnvoll sein diese dem Zugriff des Nutzers zu entziehen. Vollautomatische Lüftungsanlagen feuchtegesteuert, die nur durch das Wartungspersonal oder den Hausmeister bedient werden können, lassen sich so vor sicherlich gut gemeinten Energiesparattacken (Abschaltungen) schützen.

Auf die Notwendigkeit eines Lüftungskonzeptes ist der Bauherr durch den planenden Fensterbauer oder Architekten hinzuweisen. Auch bei Sanierungen sollte die ausführende Firma seinen Bauherrn nicht in Unkenntnis belassen und diesen eingehend informieren. Hierfür haben wir ein einfaches Programm entwickelt das auf fast jedem Handy ausgeführt werden kann. Dadurch ist der Fensterbauer vor Ort, beispielsweise im Zuge der Beratung, in der Lage zu ermitteln, ob Lüftungstechnische Maßnahmen erforderlich sind. In jedem Fall hat der Planer (Fensterbauer, Architekt) auch bei Fenstererneuerung eine entsprechende Hinweispflicht.

Nicht zuletzt ist es nach neuerer Rechtsprechung den Mietern nicht zumutbar, dass diese mehrmals am Tag lüften (z. B. AG Frankfurt, Urteil vom 30.07.2007, Az: 33 C 1906/06), was schließlich nur bedeuten kann dass der Vermieter die Mieträume so auszustatten hat, dass die Lüftung der Wohnung auch nutzerunabhängig funktioniert.

Dipl.-Ing. (FH) Guido Straßer

www.Fenster-Soft.de

Der vorherstehende Fachartikel steht unter Copyright © und darf auch auszugsweise nicht ohne Genehmigung des Verfassers veröffentlicht werden. Rechtsverbindlichkeiten können daraus nicht abgeleitet werden.



Literaturverzeichnis

DIN 1946-6 : 2009-05, Raumluftechnik - Lüftung von Wohnungen - Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung; Berlin: Beuth Verlag GmbH

DIN 4108-2 : 2003-07, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz; Berlin: Beuth Verlag GmbH

DIN EN 12207 : 2000-06, Fenster und Türen - Luftdurchlässigkeit - Klassifizierung; Berlin: Beuth Verlag GmbH

DIN 18355 : 2006-10, VOB Teil C, Tischlerarbeiten, Berlin: Beuth Verlag GmbH

Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren. Ausgabe März 2010, Bearbeiter: ift Rosenheim. Hrsg.: RAL-Gütegemeinschaften Fenster und Haustüren, Frankfurt a. M.

Lehrbuch der Bauphysik, Schall - Wärme - Feuchte - Licht - Brand – Klima, 6. Auflage, Sept. 2007, Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag