

Initiative
kostengünstig
qualitätsbewusst
neuen
umweltgerecht
innovativ
bezahlbar

Wohnungslüftung

- **Frische Luft im Wohnbereich**
- **Lüftungstechnik-Konzeption, Ausführung und Wartung**
- **Bauphysikalische Wirkungen von Lüftungsanlagen**
- **Kosten**

Info - Blatt Nr. 6.2

Impressum

Herausgeber:

Kompetenzzentrum "Kostengünstig qualitätsbewusst Bauen" im



Institut für Erhaltung und Modernisierung
von Bauwerken e.V. an der TU Berlin
Salzufer 14
10587 Berlin
Telefon: 030/39921-888
Telefax: 030/39921-889
E-mail: kompetenz@iemb.de
www.kompetenzzentrum-iemb.de

Geschäftsstelle

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
Geschäftsstelle
Initiative "Kostengünstig qualitätsbewusst Bauen"
Deichmanns Aue 31 - 37
53179 Bonn
E-mail: guenstig.bauen@bbr.bund.de
www.bbr.bund.de

Grafik

Online Now!
Gesellschaft für elektronisches Marketing mbH
Kastanienallee 26
14052 Berlin
www.online-now.de

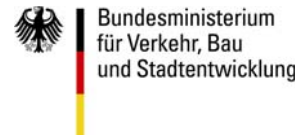
Druck

Druckerei V+V Sofortdruck GmbH
Bunsenstraße 5
D-53121 Bonn
www.vuvdruck.de

Dieses Info-Blatt soll dem breiten Kreis der Eigenheiminteressenten Informationen, Tipps und Anregungen geben. Es will und kann Gesetzestexte nicht ersetzen. Bei Rechtsfragen sollten daher immer die zuständigen Behörden oder die allgemein zur Rechtsauskunft befugten Stellen befragt werden. Dort können Sie z. B. auch Ausführungsbestimmungen erfahren, die nicht immer alle dargestellt werden können und die häufig von Bundesland zu Bundesland verschieden sind.

Stand: Dezember 2006

Weitere Merkblätter und Informationen zu aktuellen Themen können auf der Internetseite www.kompetenzzentrum-iemb.de abgerufen und ausgedruckt werden.



Initiative
**kostengünstig
qualitätsbewusst
Bauen**



Bundesamt
für Bauwesen und
Raumordnung

Inhaltsverzeichnis

1	Frische Luft im Wohnbereich	2
2	Lüftungstechnik - Konzeption, Ausführung und Wartung	3
2.1	Systemvarianten der maschinellen Lüftung	3
2.2	Luftheizung	6
2.3	Nutzereinfluss/ -mitwirkung	6
2.4	Planung	6
2.5	Wartung	8
3	Bauphysikalische Wirkungen von Lüftungsanlagen	8
4	Kosten	10

6.2 Wohnungslüftung

1 Frische Luft im Wohnbereich

Aufgabe der Lüftung ist es, neben der Versorgung des Menschen mit Sauerstoff für den notwendigen Abtransport der Feuchtigkeit sowie der unerwünschten, teilweise sogar schädlichen Luftbeimengungen zu sorgen. Das geschieht durch einen Austausch der belasteten („verbrauchten“) Raumluft gegen weniger belastete („frische“) und trockenere Außenluft, was auch unter der Bezeichnung **Luftwechsel** bekannt ist. In bestehenden Gebäuden erfolgt die Lüftung allzu häufig noch über vorhandene Undichtheiten sowie über geöffnete Fenster. In der Fachsprache bezeichnet man diesen Vorgang als **freie** oder „natürliche“ **Lüftung**.

In den kühleren Klimaregionen der Erde, zu denen auch Deutschland gehört, haben sich in den letzten Jahren Gebäudelösungen entwickelt, die nicht nur Schutz gegen Witterungseinflüsse bieten, sondern neben zusätzlicher **Wärmedämmung** auch möglichst **luftundurchlässige Gebäudehüllen** besitzen. Gemäß der seit 2002 bundesweit geltenden Energieeinspar-Verordnung (EnEV) ist für Neubauten ein Mindestwert für die Luftdichtheit der Gebäudehülle gesetzlich vorgeschrieben. Wesentlich dabei ist, dass luftundurchlässige Gebäudehüllen ein Konzept zur Wohnungslüftung erfordern. Dies sollte vorzugsweise eine ventilatorgestützte Wohnungslüftung sein.

Die (frische) Luft in Wohnungen (bzw. in Einfamilienhäusern – EFH) wird sowohl durch die Anwesenheit des Menschen als auch durch seine Aktivitäten mit **Feuchtigkeit** und **Geruchsstoffen** belastet. Die wesentlichen Feuchtequellen sind vor allem die Speisenzubereitung und die Feuchtreinigung, das Wäschetrocknen sowie die Feuchteemission von Personen und Pflanzen. Im Tagesdurchschnitt verdunsten in einer normal genutzten Wohnung, in der sich 3 bis 4 Personen aufhalten, ca. 6 bis 10 Liter Wasser. Zusätzlich können neben anderem hauptsächlich Ausbaumaterialien, Einrichtungsgegenstände, Farben bzw. Lacke sowie Reinigungs- und Klebmittel durch Abgabe von **Schad-** und ebenfalls **Geruchsstoffen** zur Verschlechterung der Raumluft beitragen.

Maschinelle Lüftungssysteme, also Systeme mit Ventilatoren zur Luftförderung, werden im Volksmund mittlerweile auch **Komfortlüftungssysteme** genannt. Der Komfort besteht in erster Linie darin, dass durch kontinuierlichen Luftaustausch sowohl Feuchtigkeit als auch durch Sonstiges belastete Raumluft energieeffizient und kostengünstig abgeführt werden. Dies geschieht insbesondere ohne das Zutun des Nutzers. Da Feuchtigkeit und Geruchsstoffe auch an die Raumluft abgegeben werden, wenn der Nutzer nicht in der Wohnung ist, haben maschinelle Lüftungssysteme gegenüber der Fensterlüftung, die von der Anwesenheit des Nutzer abhängt, einen weiteren taktischen Vorteil.

Die Nase des Menschen verhält sich adaptiv, das heißt, dass sie sich an Gerüche nach einiger Zeit gewöhnt und diese nicht mehr oder nur verringert wahrnimmt. Gerüche in Wohnungen werden also am intensivsten empfunden, wenn man von draußen in einen Raum oder eine Wohnung tritt. Werden Geruchsstoffe nun kontinuierlich durch maschinelle Lüftung abgeführt, wird auch die Luft im Wohnraum immer als „frisch“ empfunden. Insbesondere dann, wenn der Wohnraum gerade betreten wird.

Die **Qualität der Raumluft** bzw. die Effektivität der Lüftungsanlage lässt sich im Wesentlichen durch die relative Luftfeuchtigkeit und den CO₂-Gehalt (Kohlendioxidgehalt) der Raumluft beurteilen. Üblicherweise ist im Wohnbereich eine **relative Raumluftfeuchte** von 30 bis 60 % als unbedenklich zu bewerten. Erst bei einer geringeren Raumluftfeuchte als 20 % kommt es zur Austrocknung von Nasenschleimhäuten, Augenreizungen etc. Bei ungedämmten Gebäuden in Kombination mit geringen Außentemperaturen können bereits relative Raumluftfeuchten von 60 % zu feuchtebedingten Schimmelpilzbildungen führen. Der **CO₂-Gehalt** der Raumluft wird üblicherweise in ppm (parts per million) gemessen. Nach den anerkannten Regeln der Technik werden CO₂-

Konzentrationen der Raumlufte von bis zu 1.500 ppm als hinreichend guter Wert erachtet. Darüber hinausgehende CO₂-Konzentrationen führen zu **Müdigkeitserscheinungen** bzw. **Konzentrationsschwächen**. Mit einem handelsüblichen Hygrometer kann die relative Luftfeuchte leicht bestimmt werden, wohingegen Messungen des CO₂-Gehalts der Raumlufte bisher nur mit relativ teurer Messtechnik möglich war. Es gibt jedoch Bestrebungen der Industrie kostengünstige CO₂-Sensoren zu entwickeln.

Im Gegensatz zur maschinellen Lüftung funktioniert die **freie Lüftung** nur dann unproblematisch, solange die Gebäudehülle „ausreichend“ undicht ist bzw. die Fenster genügend oft und lange geöffnet werden. Probleme können aber dann auftreten, wenn bei Gebäuden mit hoher Luftdichtheit und ungenügender Fensterlüftung nicht mehr genügend Außenluft als Ersatz für die belastete Raumlufte in die einzelnen Räume gelangen kann. Wenn gleichzeitig **ungedämmte** Außenwände (auch partiell, z.B. Wärmebrücken) bzw. die **Beheizung** der Räume (z.B. des Schlafzimmers) nicht den an sie zu stellenden Anforderungen genügt, werden solche Probleme zuerst überwiegend in Form von **Kondenswasser** an Fensterscheiben und im schlimmsten Falle als **Schimmelpilz** an Außenwänden sichtbar. Sie können sich aber auch in Form von Unwohlsein, Befindlichkeitsstörungen, Störungen der Körperfunktionen bis hin zu akuten und chronischen Schädigungen der Gesundheit äußern. Wird jedoch zu häufig und/oder zu lange über geöffnete Fenster gelüftet, steigen die Energiekosten für die Heizung unnötig in die Höhe, ggf. werden sogar die für die Behaglichkeit gewünschten Raumtemperaturen nicht mehr erreicht.

Wegen der Abhängigkeit von meteorologischen Zufallsfaktoren, der zunehmenden Dichtigkeit der Gebäudehüllen und der daraus resultierenden Abhängigkeit von der Nutzermitwirkung funktioniert die **freie Lüftung** ohne Zusatzmaßnahmen in einer z. Z. anscheinend anwachsenden Anzahl von Wohnungen / EFH nicht ausreichend gut. Probleme treten vorrangig in Zimmern auf, in denen geschlafen wird. Das hängt mit der relativ hohen Feuchtefreisetzung bei gleichzeitig fehlender Möglichkeit der Stoßlüftung zusammen. Häufig ist wegen starker Lärmexposition oder Zugluftbildung nachts auch das energetisch ungünstige Ankippen der Fenster nicht möglich.

Jede Lüftungsanlage ist nur so gut, wie es der **Nutzer** zulässt. Die beste Wärmerückgewinnung ist nutzlos, wenn zusätzlich zur Lüftungsanlage intensiv über Fenster gelüftet wird. Ein angepasstes Nutzerverhalten ist notwendig, um Energieeinsparung über die Lüftungsanlage zu realisieren. Das heißt aber keinesfalls, dass Fenster nicht mehr geöffnet werden dürfen. Da Lüftungsanlagen nur den **Mindestbedarf** an frischer Luft decken sollen, kann bei kurzzeitig erhöhter Personenzahl („Party-Belegung“ der Wohnung) oder erhöhter Luftbelastung (Rauchen) bedenkenlos das Fenster zusätzlich geöffnet werden. Auch während der Sommerzeit, also außerhalb der Heizperiode, ist das Öffnen von Fenstern aus energetischer Sicht unbedenklich. Vielmehr kann man darüber nachdenken, während dieser Zeit die Lüftungsanlage auszuschalten, um dann ausschließlich über Fenster zu Lüften (Dauerkippstellung). Witterungseinflüsse (Regen und starker Wind) sowie Einbruchssicherheit müssen dabei bedacht werden!

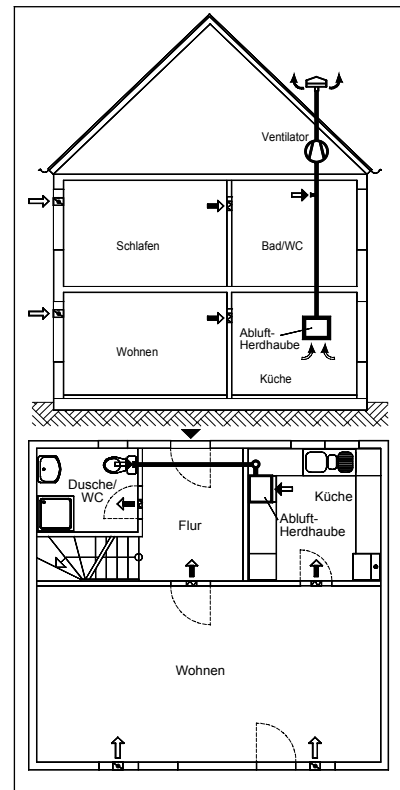
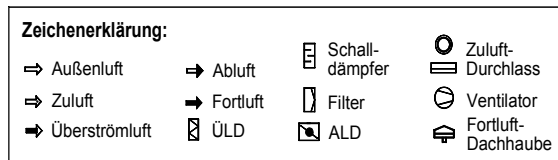
2 Lüftungstechnik - Konzeption, Ausführung und Wartung

2.1 Systemvarianten der maschinellen Lüftung

Bei **Lüftungsanlagen** übernehmen Ventilatoren die gesamte Lüftungsfunktion. Das hat den Vorteil, dass die Lüftung, im Gegensatz zur Fensterlüftung auch bei fehlendem oder nur geringem Wind bzw. Temperaturunterschied immer planmäßig funktioniert. Zusätzliche Fensterlüftung ist möglich (s.o.), aber bei richtig bemessener und ausgeführter Anlagentechnik nicht erforderlich und aus energetischen Gründen zumindest bei tiefen Außentemperaturen auch nicht empfehlenswert. Die **Lüftung** funktioniert somit ohne das Zutun der Nutzer, d. h. **nutzerunabhängig**. Ein weiterer Vorteil von Lüftungs-

anlagen ist, dass die in die Wohnung gelangende Außenluft konsequent zweimal genutzt werden kann: zuerst in den sogenannten „Zulufräumen“ (Wohn-, Schlaf- und Kinderzimmer) und danach in den „Ablufträumen“ (Küche, Bad-/ WC-Raum, Dusche, WC) (Bild 1).

Durch die dafür erforderliche Strömung der Außenluft von den minder zu den stärker belasteten Räumen kann eine Verringerung des Außenluftbedarfs ermöglicht und damit der Lüftungswärmebedarf und die Heizkosten sowie die **Geruchsausbreitung** in den Wohnbereich wesentlich reduziert werden. Bei ausschließlich freier Lüftung infolge Windeinfluss (sogenannte Querlüftung) muss hingegen in Kauf genommen werden, dass bei ungünstiger Windrichtung (bis zu 50 % des gesamten Jahres) Küchen- und Bad-/WC-Raumluft von der windzuzur windabgewandten Seite durch die Wohnräume gedrückt wird.



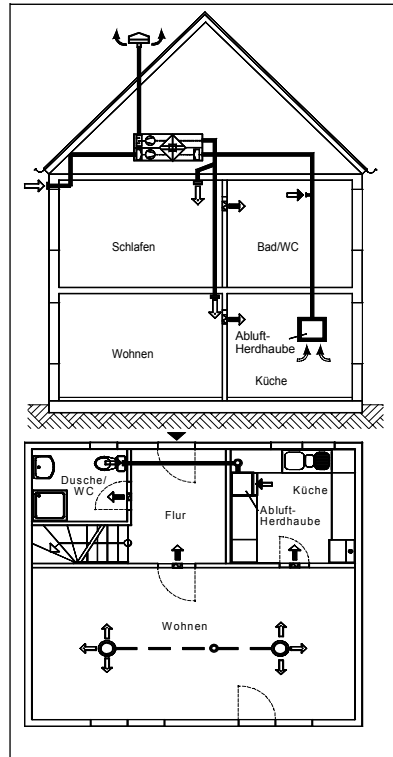
Bilder 1 und 2:

Zentrale Abluftanlage in der Schnitt- und Grundrissdarstellung

Lüftungsanlagen für Wohngebäude werden in Abluftanlagen und in Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung unterteilt:

- **Abluftanlagen** arbeiten mit einem **zentral** angeordneten **Abluftventilator** (Bilder 1 und 2) oder mit **Einzelventilatoren** in den Ablufträumen.
- In jedem Falle wird die (Ab-)Luft in den Ablufträumen (in Küchen häufig über Abluft- hauben) abgesaugt und mittels **Luftleitungen** über Dach abgeführt.
- Um Energie einzusparen, kann bei zentralen Anlagen eine **Wärmepumpe** zwischen Abluftabsaugung und Fortluftdachhaube geschaltet werden, die aus der Abluft Wärme für die Trinkwassererwärmung bzw. die Heizung nutzt.
- Zur Ermöglichung des Nachströmens von Außenluft ist der Einsatz von **Außen- Luftdurchlässen (ALD)** notwendig. ALD sind Öffnungen in der Gebäudehülle, die im Fenster- bzw. im Brüstungsbereich angeordnet sein können.
- Die Luftverbindung zwischen Zu- und Ablufträumen kann bei geschlossenen Türen mittels **Überström-Luftdurchlässen (ÜLD)** gewährleistet werden. ÜLD sind z.B. mit Gittern versehene Öffnungen in den (WC-)Türen oder unsichtbare in Türzagen integrierte Öffnungen.
- **Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung (WRG)** (Bilder 3 und 4) arbeiten mit einem **zentral** angeordneten **Lüftungsgerät**, in dem mindestens Zu- und Abluftventilator, Wärmeübertrager zur Vorwärmung der angesaugten Außenluft mittels Abluftwärme (Wärmerückgewinnung) und Luftfilter untergebracht sind.
- Die **(Ab-)Luft** wird wie bei einer Abluftanlage abgesaugt, über Luftleitungen zum Lüftungsgerät transportiert, dort entsprechend der Wärmerückgewinnung abgekühlt und über Dach abgeführt.

- Die **Außenluft** wird aus hygienischen und thermischen Gründen in mindestens 3 m Höhe über Grund angesaugt und gefiltert zum Lüftungsgerät transportiert.
- In diesem wird sie durch Aufnahme von Wärme aus der Abluft erwärmt und anschließend an geeigneten Stellen als Zuluft in den Zulufräumen verteilt.
- Die **Nachwärmung** der Zuluft kann entfallen, wenn Geräte mit Rückgewinnungsgraden von mehr als 85 % eingesetzt werden.
- Mit Zu- und Abluftanlagen kann wegen der Wärmerückgewinnung am meisten **Energie** eingespart werden. Voraussetzung ist, dass die Gebäudehülle möglichst luftdicht ist und die Nutzer in der Heizzeit die Fenster weitestgehend geschlossen halten.
- Weitere Einsparpotenziale können mit **Erdreich-Wärmeübertragern** (Rohrregister zur Außenluftvorwärmung unter dem Haus) und **Wärmepumpen** erschlossen werden. Wegen der zusätzlichen Kosten finden sie z.Z. überwiegend nur im Passivhausbau (Energiebedarf kleiner als $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$) Anwendung.



Bilder 3 und 4:

Zentrale Zu- und Abluftanlage in der Schnitt- und Grundrissdarstellung

Zusammenstellung der Systemvarianten der kontrollierten Wohnungslüftung in Abhängigkeit vom Gebäudetyp bzw. energetischem Standard [1]:

Einfamilienhaus:

- Zentrale Lüftungsanlagen (ein Zentralventilator)
 - Abluftanlage ohne Wärmerückgewinnung
 - Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung über Luft-/Wasser-Wärmepumpe
 - Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung über Plattenwärmeübertrager
 - Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung über Luft-/Luftwärmepumpe
- Dezentrale Lüftungsanlagen (mehrere, kleine Einzelventilatoren)
 - Dezentrale (Raumweise) Einzelventilatoren **ohne** Wärmerückgewinnung
 - Dezentrale (Raumweise) Einzelventilatoren **mit** Wärmerückgewinnung über Plattenwärmeübertrager

Passivhaus:

- Zentrale Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung über Wärmeübertrager
- Zentrale Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung über Luft-/Luftwärmepumpe (Luftheizung)
- Luftheizung (siehe Seite 6)

Mehrfamilienhaus:

- Zentrale Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung über Plattenwärmeübertrager
- Zentrale Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung über Luft-/Luftwärmepumpe oder Luft-/Wasserwärmepumpe
- Zentrale Abluftanlage ohne Wärmerückgewinnung
- Luftheizung (nur bei Passivhausstandard)

Altbau:

- Zentrale Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung über Plattenwärmeübertrager
- Zentrale Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung über Luft-/Wasserpumpe
- Zentrale Abluftanlage ohne Wärmerückgewinnung
- Dezentrale (raumweise) Einzelventilatoren **ohne** Wärmerückgewinnung

2.2 Luftheizung

Luftheizungen kommen üblicherweise in Gebäuden mit geringem Heizwärmebedarf (Nutzenergie) zum Einsatz. Vorzugsweise sind das Passivhäuser mit einem Heizwärmebedarf von weniger als 15 kWh/(m² a). Bei diesen Gebäuden kann der Wärmebedarf allein über den hygienisch und bauphysikalisch notwendigen Mindestluftwechsel bei maximalen Zulufttemperaturen von 55°C realisiert werden.

Um die Gebäudeheizung mit Hilfe einer Wohnungslüftungsanlage ganz oder teilweise zu gewährleisten, muss folgendes beachtet werden:

- Abstimmung zwischen hygienisch notwendigen und wärmetechnisch erforderlichen Volumenströmen notwendig
- Separate Beheizung nicht belüfteter Räume ggf. notwendig
- Regelbarkeit der Raumlufttemperatur sensibler Räume (Schlafzimmer und Bad) ggf. nicht möglich
- Notwendigkeit eines stark angepassten Nutzerverhaltens

2.3 Nutzereinfluss / -mitwirkung:

Um hygienische bzw. auch gesundheitliche Probleme vermeiden zu können, ist ein **Luftvolumenstrom** von mindestens **30 m³/(h und Person)** in belegten Räumen zur Erfüllung aller Anforderungen meistens ausreichend. Schimmelpilz kann bei sorgfältiger Wärmedämmung und ausreichender Heizung meist schon mit **20 m³/(h und Person)** vermieden werden. Bezogen auf den Luftwechsel bedeutet das in Abhängigkeit vom pro Person zur Verfügung stehenden Luftvolumen einen ca. 0,2- bis 0,5-fachen Luftwechsel je Stunde, oder anders ausgedrückt: Alle 2 bis 5 Stunden muss, insbesondere wenn ein Feuchteeintrag stattfindet, das gesamte Luftvolumen der Wohnung / des EFH ausgetauscht werden. Die hierfür erforderlichen Luftmengen können während der Heizzeit (Außentemperaturen unter 12 bis 15 °C) problemlos mittels Fensterlüftung (Öffnen der Fenster) realisiert werden. Das gilt auch für Gebäude mit vorschriftsmäßig luftdicht ausgeführter Gebäudehülle, wenn in Kauf genommen wird, dass während der Intervalle zwischen zwei Fensteröffnungen sich der Raumluftzustand in Abhängigkeit der Belastungen mehr oder minder stark verschlechtert.

2.4 Planung von Lüftungsanlagen

Lüftungsanlagen dienen der Wohnraumlüftung und können teilweise eine **Heizfunktion** übernehmen. Eine Kühlfunktion während der Sommermonate ist nicht Bestandteil der Wohnungslüftung. Vielmehr ist das im Wohnungsbau eine Frage des sommerlichen Wärmeschutzes. Der Gebäudeentwurf muss durch Begrenzung der Fensterflächen und Verschattungsmöglichkeiten die Sonneneinstrahlung in den Wohnraum auf ein erträgliches Maß reduzieren.

Die Planung von Lüftungsanlagen wird wesentlich vom gewünschten bzw. geeignetem Lüftungssystem und vom **Entwurf des Gebäudes** mitbestimmt. Die Anordnung von **Zulufträumen** wie Schlafzimmer, Kinderzimmer und Wohnzimmer einerseits und **Ablufträumen** wie Küche, Bad und WC-Raum andererseits bestimmen die notwendigen

Luftleitungslängen vom bzw. zum Zentralgerät (Einheit von Ventilator, Schalldämpfer und Wärmerückgewinnung).

Weiterhin umfasst die Planung von Lüftungsanlagen die Berücksichtigung interner und externer **Einflussgrößen**. Um den Komfortansprüchen zu genügen müssen u.a. folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Lärmbelästigung von außen
- Geräuschloser Betrieb der Lüftungsanlage
- Vermeidung der Geräuschübertragung über Luftkanäle
- Regelbarkeit der Volumenströme und der Zulufttemperatur
- Notwendigkeit von Pollenfilter
- Zugluftvermeidung
- Anlagenkosten (Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten)

Architekt, Fachplaner und Handwerker sind nicht nur für die **Planung und Ausführung** von Lüftungsanlagen verantwortlich, sondern auch für die vom Gesetzgeber geforderte Luftdichtheit der Gebäudehülle. Diese kann nur erreicht werden, wenn schon in der Planung die luftdichten Anschlüsse samt notwendiger Durchdringung so konzipiert werden, dass sie in der Praxis am Bau gut ausführbar sind. Optimale Luftdichtheit muss von **allen Beteiligten** frühzeitig als gemeinsames Ziel definiert werden [1].

Die Auslegung der notwendigen Volumenströme, die von der Lüftungsanlage zu fördern sind, müssen vom **Fachplaner** berechnet werden. Dabei ist zu beachten, dass sich das relevante Regelwerk (DIN 1946-6¹) zur Zeit in Überarbeitung befindet und voraussichtlich in 2006/2007 in neuer Auflage erscheint.

In Gebäuden mit „offenen“ bzw. raumluftabhängigen **Feuerstätten** (z.B. Gas-Durchlauf-Erhitzer zur Warmwasserbereitung bzw. Heizung, Kamine u.ä.) ist der für die Verbrennung notwendige Sauerstoff im ausreichendem Maße über die nachströmende Luft zu sichern. Die ausreichende Verbrennungsluftversorgung ist laut Feuerungsverordnung (FeuV) nachzuweisen. *Für raumluftabhängige Feuerstätten mit einer Nennleistung von insgesamt nicht mehr als 35 kW reicht die Verbrennungsluftversorgung aus, wenn jeder Aufstellraum*

- *Mindestens eine Tür ins Freie oder ein Fenster, das geöffnet werden kann (Räume mit Verbindung zum Freien), und einem Rauminhalt von mindestens 4 m³ je 1 kW Nennleistung dieser Feuerstätten hat,*
- *mit anderen Räumen mit Verbindung zum Freien nach Maßgabe des Absatzes 2 verbunden ist (Verbrennungsluftverbund) oder*
- *eine ins Freie führende Öffnung mit einem lichten Querschnitt von mindestens 150 cm² oder zwei Öffnungen von je 75 cm² oder Leitungen ins Freie mit strömungstechnisch äquivalenten Querschnitten hat.*

Bei der Verlegung von **Luftkanalnetzen** sollte auf einige Grundsätze geachtet werden:

- Integration von Luftkanälen in die Baukonstruktion (unsichtbare Leitungsführung)
- Kurze Leitungslängen anstreben (Luft nicht „spazieren“ führen)
- Scharfe Umlenkungen wegen erhöhter Druckverluste vermeiden
- Geringe Strömungsgeschwindigkeiten im Kanalnetz (max. 2 m/s im Bereich der Ventile)
- Reinigungsöffnungen an zugänglichen und geeigneten Stellen vorsehen
- Vermeidung von Geräteschall und Telephonieschallübertragung (s.o.)

Die **Einregulierung** der Lüftungsanlage wird üblicherweise vom ausführenden Fachbetrieb übernommen und mit einem **Messprotokoll** bestätigt. Die Einstellung der geplanten Luftvolumenströme erfolgt häufig an den Zu- und Abluftventilen, darüber hinaus gibt es selbstregulierende Strangventile (Konstantvolumenstromregler) bzw. auch selbstregulierende Zu- und Abluftventile, die nicht eingestellt werden müssen. Der Messtech-

nische Nachweis der geplanten Luftvolumenströme hat auch bei selbstregulierenden Ventilen zu erfolgen.

2.5 Wartung

Die Instandhaltung einschließlich der Reinigung hat einen wesentlichen Einfluss auf die Funktionsfähigkeit und Wirksamkeit der Lüftungsanlagen. In Deutschland existieren zwar - abgesehen von einer ggf. erforderlichen Überprüfung hinsichtlich der Feuer-sicherheit in Gebäuden durch den Schornsteinfeger - keine bundeseinheitlichen Vorschriften zur Überwachung der Funktionsfähigkeit Lüftungstechnischer Einrichtungen. Bei unterlassener Instandhaltung kann es ggf. zu hygienisch-gesundheitlichen sowie bautenschutztechnischen Problemen führen. Daneben kann es zur Verminderung der Leistungsfähigkeit, erhöhtem Geräuschpegel sowie steigendem Elektroenergieverbrauch für die Ventilatorantriebe kommen. Auf die Organisation und konsequente Durchführung der Instandhaltung sollte deshalb großer Wert gelegt werden. Lüftungsanlagen sind nach DIN 1946-6¹ in regelmäßigen, höchstens jedoch zweijährigen Abstand durch fachkundiges Personal zu warten. Zuluftanlagen sollten wenigstens halbjährlich überprüft und bei Bedarf gereinigt werden [2]. Auf Grund der fetthaltigen Abluft werden in Küchen erhöhte Anforderungen an die Wartung und Reinigung der gesamten Technik (Ventilator/Motor) gestellt. Der Bewohner kann durch regelmäßigen Filterwechsel selbst zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit beitragen.

3 Bauphysikalische Wirkung von Lüftungsanlagen

Da die Luft zur Aufnahme der in der **Baukonstruktion** und in den **Einrichtungsgegenständen** zwischengespeicherten **Feuchtigkeit** ungehindert an diesen vorbeistreichen muss, sollten Möbeln möglichst **nicht** direkt an Außenwände gestellt, diese nicht mit Paneelen verkleidet oder mit undurchlässigen, bis zum Boden reichenden Vorhängen komplett „abgeschirmt“ werden. Ist das, z. B. bei Küchen, nicht zu vermeiden, muss zwischen dem jeweiligen Ausstattungsgegenstand und der Wand ein möglichst nicht weniger als 5 bis 10 cm großer Abstand eingehalten werden. Außerdem muss mittels unten und oben horizontal angeordneter durchgehender Spalte dafür gesorgt werden, dass die **Luft zwischen Wand und Ausstattung** gelangen und dort zirkulieren kann.

Nutzer, die regelmäßig am Tage abwesend sind bzw. solche, die den Großteil ihrer Fensterbänke mit Pflanzen „zustellen“, haben ebenfalls keine ausreichende Möglichkeit zur Stoßlüftung. Bei mit „Normalhaushalten“ vergleichbarer Feuchtefreisetzung gehören sie bei freier Lüftung ebenfalls zum **Risikokreis**.

Da auch bei Vorhandensein von Lüftungsanlagen weiterhin die Fenster geöffnet werden können und dürfen, werden in der nachfolgenden Übersicht Empfehlungen zur Mitwirkung der Nutzer aufgelistet. Sie variieren in Abhängigkeit vom vorhandenen Lüftungssystem und von der Luftdichtheit der Gebäudehülle.

¹ DIN 1946 Raumlufttechnik -Teil 6 Lüftung von Wohnungen; Oktober 1998

Übersicht: Empfehlungen zur Fensterlüftung

Lüftungsart	Dichtheit der Gebäudehülle	Fensterlüftung
freie Lüftung	dicht ($n_{50} \leq 3/h$) undicht dicht mit ALD	... regelmäßig erforderlich ... bei erhöhtem Lastaufkommen und u. U. lokal erforderlich ... bei erhöhtem Lastaufkommen erforderlich
Abluftanlage	undicht dicht mit ALD	... bedarfsabhängig und u. U. lokal empfehlenswert ... bei erhöhtem Lastaufkommen empfehlenswert
Zu-/ Abluftanlage + Wärmerückgewinnung	dicht ($n_{50} < 1/h$)	... weder erforderlich noch empfehlenswert, weil sich mit zunehmender Intensität des Fensteröffnens der Energieeinsparungs-Effekt reduziert

Anmerkungen zur Übersicht und zur Fensterlüftung im Allgemeinen:

- Das Formelzeichen n_{50} ist ein international eingeführter Kennwert für die Dichtheit bzw. Undichtheit einer Wohnung. Es steht für den auf das gesamte Volumen einer Wohnung bezogenen Leckagestrom bei einem mit Hilfe eines Ventilators erzeugten Druckunterschied zwischen innen und außen von 50 Pa und entspricht damit dem Luftwechsel bei diesem Differenzdruck.
- Unter **regelmäßigem Fensteröffnen** wird ein in Abhängigkeit von der Windstärke und von der Außentemperatur täglich mehrfaches, unterschiedlich langes Öffnen der Fenster verstanden. Dabei verursachen ...
- ... lange **angekippte Fenster** (z. B. nachts in Schlafzimmern) einen stark überhöhten Luftwechsel und sind deshalb ohne wesentliche Vergrößerung des Lüftungseffektes energetisch ungünstiger als eine Lüftung mit mehrmals kurzzeitig voll geöffneten Fenstern (**Stoßlüftung**). Wenn das Ankippen der **Schlafzimmerfenster** nicht zu vermeiden ist, weil der ausreichende **Luftwechsel** anders nicht gewährleistet werden kann, sollte das Heizkörper-Thermostatventil während dessen auf die kleinste Stufe gestellt werden. Um ein Schaden verursachendes Auskühlen des Raumes über längere Zeiträume möglichst zu vermeiden, ist am folgenden Tage ein Aufheizen des Raumes (bei geschlossenem Fenster) erforderlich.

Achtung: Wenn Schlafzimmer auch bei Minustemperaturen auf diese Art gelüftet werden, besteht trotzdem die Gefahr des Auftretens von **Feuchteschäden**.

- Da Undichtheiten ebenso wie Emissionsquellen meist ungleichmäßig über die Gebäudehülle bzw. die Räume verteilt sind, kann ein **räumlich unterschiedlich intensives** (bei Abluftanlagen ohne ALD auch zusätzliches) **Lüften** notwendig sein.
- **Lüftungsanlagen** sollten mit einer nicht abschaltbaren Mindest- bzw. Grundlüftung betrieben werden können. Für den Abbau eines **erhöhten Lastaufkommens** (z. B. durch Speisenzubereitung, Feuchtreinigung, Wäschetrocknen, Toilettennutzung) bieten darüber hinaus alle Lüftungsanlagen die Möglichkeit einer temporären Erhöhung der (Ab-)Luftvolumenströme durch den Nutzer.
- Bei **Abluftanlagen** empfiehlt sich während dieser Zeit das zeitweilige Ankippen eines nahe gelegenen Fensters außerhalb des Abluftraumes, in dem das erhöhte Lastaufkommen zu verzeichnen ist. Der zugehörige Heizkörper sollte während dessen gedrosselt werden.
- Für **Zu-** und **Abluftanlagen** mit **WRG** wird empfohlen, das Fensteröffnen während der Heizzeit so weit wie nur irgend möglich zu vermeiden. Werden trotzdem die Fenster geöffnet, reduziert sich der mögliche Energie-Einspareffekt stärker als bei Abluftanlagen.

4 Kosten

4.1 Investitions- und Betriebskostenkosten

Lüftungsanlagen verursachen gegenüber freier Lüftung zusätzliche **Investitionskosten** in der Größenordnung von

- 15 bis 25 €/m² Wohnfläche) für Abluftanlagen
- und
- 40 bis 60 €/m² Wohnfläche) bei Zu- und Abluftanlagen mit WR.

Die zur ganzjährigen Förderung der Luft erforderlichen **Elektroenergie(arbeits-)kosten** liegen für eine mit 3 bis 4 Personen belegte Wohnung/EFH in Abhängigkeit von der Luftleistung (hier 30 m³/(h×Pers)), der eingesetzten Technik (hier ohne Wärmepumpen) und dem Arbeitspreis für Elektroenergie im Bereich von

- 35 bis 50 €/a für Abluftanlagen
- und
- 85 bis 110 €/a für Zu- und Abluftanlagen.

4.2 Mögliche Einsparungen

Gebäude mit Lüftungsanlagen besitzen gegenüber solchen mit durchschnittlich intensiver freier Lüftung wegen der Kontrollierbarkeit des Lüftungsbetriebes ein Einsparpotenzial an **Heizwärme** und trotz des zusätzlichen Elektroenergiebedarfs auch an jährlichen **Kosten**. Deren Höhe kann unter bestimmten Voraussetzungen im Mittel in der Größenordnung von ca. 5 % (Abluftanlagen) bis 45 % (Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung) liegen. Um dieses Potenzial voll wirksam werden zu lassen, müssen folgende **Bedingungen** eingehalten werden:

- nachweisliche Realisierung einer systemabhängig nachhaltig **luftdichten Gebäudehülle**,
- Einsatz **effizienter Anlagentechnik** auf der Basis fachgerechter Planung und sorgfältiger Ausführung,
- regelmäßige qualifizierte **Instandhaltung** (Inspektion, Wartung und Instandsetzung) und
- **angepasstes sparsames Nutzerverhalten** bezüglich zusätzlicher Fensterlüftung.

Eine **Verringerung des Elektroenergiebedarfs** ist darüber hinaus durch zeitliche Betriebseinschränkungen (z. B. Abschaltung bzw. Teilabschaltung von Ventilatoren im Sommer) möglich.

[1] Aschoff, Carsten; Grotjan, Hartmut: Frischlufttechnik im Wohnungsbau. Gentner Verlag, Stuttgart 2004. 1. Auflage 2004

[2] Heinz, Ehrenfried: Kontrollierte Wohnungslüftung; Verlag Bauwesen; Berlin 2000