

# Planung Lüftungstechnischer Maßnahmen nach neuer DIN 1946-6 (Teil 2)

In diesem Teil 2 wird die Festlegung der Lüftungstechnischen Maßnahmen (LtM) beschrieben. Bei der Bestimmung, ob und wenn ja welche LtM notwendig sind, spielen In- und Exfiltration in Abhängigkeit der Gebäudedichtheit eine entscheidende Rolle. Neben der Bestimmung der notwendigen Außenluftvolumenströme beschließen Hinweise zur Auslegung von Lüftungskomponenten und zur Ausführung derselben den Abschnitt der LtM. Ergänzt wird er durch Informationen zur Betriebsweise, Inbetriebnahme, Übergabe und Instandhaltung. Hinweise auf die Anhänge zur DIN 1946-6 sowie ein abschließendes Fazit runden den gesamten Beitrag ab.

Der Teil 1, der im Heft 5 erschien, ging auf die umstrittene Frage nach freier oder ventilatorgestützter Lüftung sowie auf die Inhalte sowie Begrifflichkeiten der neuen DIN 1946-6 ein.

## Ermittlung des Luftvolumenstroms durch Infiltration

Nach DIN 1946-6, 6.2 (1), „ist bei der Auslegung von Lüftungssystemen...der...wirksame Luftvolumenstrom durch Infiltration  $q_{v,Inf,wirk}$  näherungsweise nach Gl. (1.1) bzw. der entsprechende Infiltrations-Luftwechsel nach Gl. (1.2) zu berücksichtigen.“:

$$q_{v,Inf,wirk} = f_{wirk,Komp} \cdot (h \cdot A)_{NE} \cdot n_{50} \cdot \left( \frac{f_{wirk,Lage} \cdot \Delta p}{50} \right)^n \quad (1.1)$$

$$n_{Inf,wirk} = f_{wirk,Komp} \cdot n_{50} \cdot \left( \frac{f_{wirk,Lage} \cdot \Delta p}{50} \right)^n \quad (1.2)$$

$f_{wirk,Komp}$  Korrekturfaktor für die bei der Bemessung der Lüftungs-Komponenten anzurechnende system- und komponentenabhängige Infiltration nach DIN 1946-6, Tabelle 8, detaillierte Berechnung von  $f_{wirk,Komp} = f_{Sys} \cdot f_{Inf}$  nach DIN 1946-6, Anhang I

$(h \cdot A)_{NE}$  Volumen der Nutzungseinheit  $V_{NE}$  in  $m^3$  mit  $h_{NE} \approx 2,5$  m und der Fläche der NE  $A_{NE}$  in  $m^2$

$n_{50}$  Vorgabe- (nach DIN 1946-6) oder Messwert des Luftwechsels bei 50 Pa Differenzdruck in  $h^{-1}$

$f_{wirk,Lage}$  Korrekturfaktor für den wirksamen Infiltrationsluftanteil in Abhängigkeit von der Gebäudelage, Standardwert:  $f_{wirk,Lage,St} = 1$ , detaillierte Berechnung von  $f_{wirk,Lage} = \epsilon_H \cdot \epsilon_A$  nach DIN 1946-6, Anhang I, mit  $\epsilon_H$ : Höhen-Korrekturfaktor für die Auslegung von ALD nach DIN EN 12831 und  $\epsilon_A$ : Abschirmungs-Korrekturfaktor für die Auslegung von ALD

für die Abschirmungsklassen nach DIN EN 13465 und DIN EN 15242

$\Delta p$  Bemessungs-Differenzdruck in Pa (nach DIN 1946-6, Tabelle 10)

$n$  Druckexponent (Vorgabewert  $n = 2/3$  oder Messwert).

Der Standardfall zur Ermittlung der Außenluftvolumenströme durch Infiltration gilt für Gebäude bis 15 m Höhe (oder maximal vier Geschosse) in normal bebauter Lage (umgeben von Bäumen bzw. anderen Gebäuden: übliche Stadt-/Parklage einschließlich Vorstadt). Hinsichtlich der Windgebiets-Lage des Gebäudes ist in windschwach mit  $v_{Wi,met} \leq 3,3$  m/s und windstark mit  $v_{Wi,met} > 3,3$  m/s zu unterscheiden. Die Windgeschwindigkeit  $v_{Wi,met}$  entspricht dabei der regionalen Angabe durch einen autorisierten Wetterdienst, gemessen in 10 m Höhe über Grund. DIN 1946-6, Anhang H, zeigt die in zwei Windgebiete geteilte Windkarte nach Deutschem Wetterdienst (DWD), ergänzt um die Auflistung von „windstarken“ Orten.

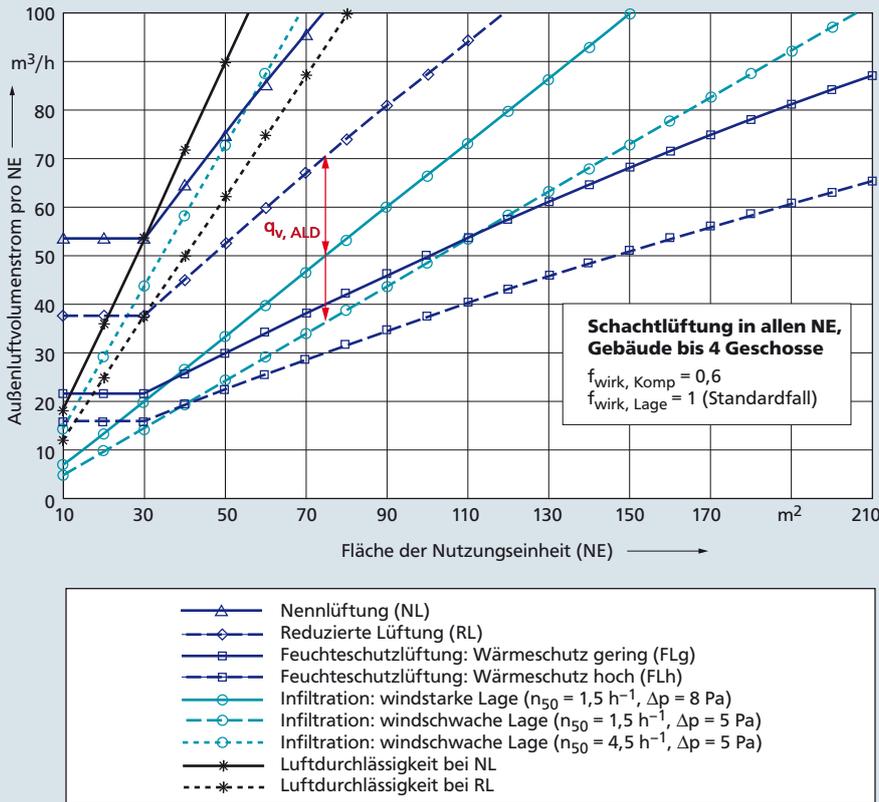
Der Korrekturfaktor für den wirksamen Infiltrationsanteil  $f_{wirk,Komp} = f_{Sys} \cdot f_{Inf}$  (DIN 1946-6, Tabelle 8 bzw. Anhang I) berücksichtigt mit  $f_{Sys}$  Besonderheiten der Lüftungssysteme in Bezug auf das Ergebnis aus der Luftdichtheitsmessung ( $n_{50}$ -Wert) und mit  $f_{Inf}$  aus der Anrechenbarkeit (Wirksamkeit) der Infiltration auf die Auslegung der Lüftungskomponenten. Er ist abhängig von Lüftungssystem, Gebäudetyp, -standort und -höhe sowie von der jeweiligen Art der Lüftungskomponente. Je größer der Faktor ist, desto geringer wird der Auslegungs-Luftvolumenstrom für die

jeweilige Lüftungskomponente. Die Ermittlung des Korrekturfaktors für den wirksamen Infiltrationsanteil  $f_{wirk,Komp}$  kann nach DIN 1946-6, Anhang I, nachvollzogen werden.

Für die Vorgabe von  $n_{50}$ -Werten definiert DIN 1946-6 in Tabelle 9 die Kategorien A bis C hinsichtlich Qualität der Gebäudedichtheit. Grundgedanke dabei ist, dass Lüftungstechnische Maßnahmen umso besser auch raumweise wirksam werden können, je dichter die Gebäudehülle ist /6/. Kategorie A mit  $n_{50} = 1,0$   $h^{-1}$  steht dabei für ein- und mehrgeschossige Nutzungseinheiten mit ventilatorgestützter und Kategorie B mit  $n_{50} = 1,5$   $h^{-1}$  für solche mit freier Lüftung bei Neubau in ein- und mehrgeschossigen Nutzungseinheiten sowie bei Modernisierung in eingeschossigen Nutzungseinheiten (z. B. typisch im MFH). Kategorie C mit  $n_{50} = 2,0$   $h^{-1}$  gilt für freie Lüftung nach Modernisierung von mehrgeschossigen Nutzungseinheiten (z. B. im EFH). Für unsanierte Nutzungseinheiten im Gebäudebestand darf  $n_{50} = 4,5$   $h^{-1}$  angesetzt werden.

Über den Korrekturfaktor  $f_{wirk,Lage} = \epsilon_H \cdot \epsilon_A$  kann abweichend vom Standardfall  $f_{wirk,Lage,St} = 1$  sowohl eine Höhenkorrektur  $\epsilon_H$  infolge der mit der Höhe zunehmenden Windkräfte nach DIN EN 12831 als auch eine unterschiedlich wirksame Abschirmung  $\epsilon_A$  von Gebäuden in offener oder geschützter Lage berücksichtigt werden. Die Werte für die Abschirmungsklassen nach DIN EN 13465 bzw. DIN EN 15242 können DIN 1946-6, Anhang I, entnommen werden.

Zur Ermittlung des Auslegungs-Differenzdrucks  $\Delta p$  nach DIN 1946-6, Tabelle 10,



5 Außenluftvolumenstrom durch Infiltration und Lüftung zum Feuchteschutz sowie notwendiger Außenluftvolumenstrom  $q_{v,ALD}$  für die Auslegung von ALD für Reduzierte Lüftung bei Schachtlüftung der NE (Standardfall) einschließlich Prüfgeraden für die Luftdurchlässigkeit bei Nenn- und Reduzierter Lüftung

wurde für den durch Wind verursachten Anteil  $\Delta w_i$  die Windgeschwindigkeit  $v_{wi,met}$  für den relevanten Zeitraum Oktober bis März mit einem Faktor von 1,08 gegenüber dem langjährigen jährlichen Mittel aufgewertet. Die Rechenwerte für die gewichteten Mittelwerte von  $v_{wi,met}$  betragen dadurch  $1,08 \cdot 2,9 \approx 3,1$  m/s (windschwach) und  $1,08 \cdot 4,0 \approx 4,3$  m/s (windstark). Die Ermittlung des zusätzlichen thermischen Auftriebs-Differenzdrucks  $\Delta p_{thA}$  in mehrgeschossigen Nutzungseinheiten basiert auf der mittleren Geschosshöhe von 2,75 m und der Luftdichte-Differenz von  $\rho_{L,au,5} - \rho_{L,i,20} = 1,268 - 1,20 = 0,068$  kg/m<sup>3</sup>. Die daraus ermittelten Auslegungs-Differenzdrücke für den Standardfall liegen nach DIN 1946-6, Tabelle 10, im Bereich von  $2 \leq \Delta p \leq 8$  Pa.

**Festlegung lüftungstechnischer Maßnahmen**

Im Rahmen der Festlegung der notwendigen lüftungstechnischen Maßnahmen ist zunächst zu prüfen, ob über den Standard hinausgehende Anforderungen an Hygiene, Energieeffizienz bzw. Schallschutz zu stellen sind. Ist das nicht der Fall, kann freie Lüftung gewählt werden. Die Auswahl des (Teil-)Systems erfolgt nach DIN 1946-6, Bilder 1 bzw. 2. Hinsichtlich Querlüftung besteht dabei die Möglichkeit, eingeschränkt nur den Feuchteschutz oder aber sowohl Feuchteschutz als auch hy-

gienische (Mindest-)Anforderungen nutzerunabhängig sicherzustellen. Wird nur hinsichtlich Feuchteschutz eine Nutzerunabhängigkeit gewünscht oder gefordert, kann am Beispiel der Bilder 3 oder 4 (siehe Teil 1) für die Gebäude-dichtheit  $n_{50} = 1,5$  h<sup>-1</sup> abgelesen werden, ab welcher Wohnungsgröße abwärts LtM in Form von ALD erforderlich sind. Diese sind mindestens für die Lüftung zum Feuchteschutz ausulegen. Für die nutzerunabhängige Gewährleistung von Feuchteschutz und hygienischen (Mindest-)Anforderungen sind ALD erforderlich, die mindestens für Reduzierte Lüftung ausulegen sind. Um die Zahl der notwendigen ALD zu begrenzen, kann der Einbau eines Lüftungsschachts vorgesehen werden (Schachtlüftung). Durch die gegenüber reiner Querlüftung größeren und auch bei geringen Windkräften im (Heizperioden-)Mittel zur Verfügung stehenden natürlichen Antriebskräfte verringert er gleichzeitig das Risiko für das Auftreten von Feuchteschäden signifikant /1, 2, 3/. Bild 5 zeigt am Beispiel einer ca. 75 m<sup>2</sup> großen Wohnung, welche Volumenstrom-Differenzen  $q_{v,ALD}$  durch zusätzliche ALD kompensiert werden müssten, wenn für eine NE mit Schachtlüftung die ALD für Reduzierte Lüftung ausgelegt werden sollen. Die im Bild 5 dargestellten Kurven gelten bezüglich Neubau für  $n_{50} = 1,5$  h<sup>-1</sup>. Um die

Lüftung der einzelnen Räume aber weniger den Zufälligkeiten bei der Verteilung der Undichtheiten zu überlassen und durch gleichzeitige Erhöhung der Autorität notwendiger ALD zielgerichteter lüften zu können, sollte eine Luftdichtheit im Bereich  $n_{50} \leq 1$  h<sup>-1</sup> /6/ realisiert werden (DIN 1946-6).

Ob die vom Planer getroffenen lüftungstechnischen Maßnahmen am Ende ausreichen, entweder die Reduzierte oder auch die Nennlüftung nutzerunabhängig im (Heizperioden-)Mittel sicher zu stellen, kann mit einer Luftdichtheits-Untersuchung kontrolliert werden. Bei dieser müssen die Gebäude bzw. NE nach DIN 13829, Verfahren A, präpariert werden und vorhandene Abluftdurchlässe (Lüftungsgitter) und Abluft-Herdhauben abgeklebt, aber alle ALD voll geöffnet sein. Der real zu erwartende Außenluftvolumenstrom bzw. Luftwechsel errechnet sich aus dem für 50 Pa Unter- (nur bei Schachtlüftung) und Überdruck bestimmten mittleren  $n_{50}$ -Wert bzw. dem zugehörigen mittleren Messwert für den Außenluftvolumenstrom  $q_{v,50}$  nach den Gleichungen (2.1) bzw. (2.2):

$$q_{v,real} = f_{Sys} \cdot q_{v,50} \cdot \left(\frac{\Delta p}{50}\right)^n \text{ in m}^3/\text{h} \quad (2.1)$$

$$n_{real} = f_{Sys} \cdot n_{50} \cdot \left(\frac{\Delta p}{50}\right)^n \text{ in h}^{-1} \quad (2.2)$$

mit  $f_{\text{Sys}} = 0,5$  (Querlüftung) oder  $0,7$  (Schacht- und Querlüftung); bei NE mit nur einer luftdurchlässigen Fassadenseite:  $0,25$  oder  $0,35$ ; nach DIN 1946-6, Anhang I  $\Delta p = 2$  bis  $8$  Pa nach DIN 1946-6, Tabelle 10  $n = 0,5 \dots 1,0$  (aus Messung).

Im Ergebnis ergeben sich bezogen auf die Verhältnisse in Bild 5 bei hinreichend großer Luftdurchlässigkeit über ALD und Rest-Undichtheiten für Wohnungen  $\geq 30$  m<sup>2</sup> in windschwacher Lage ( $\Delta p = 5$  Pa) Geraden, die in etwa einer Luftdurchlässigkeit von  $n_{50} \leq 3,3$  h<sup>-1</sup> (für Reduzierte Lüftung) oder  $n_{50} \leq 4,75$  h<sup>-1</sup> (für Nennlüftung) bei  $50$  Pa Messdruck entsprechen.

Nicht nur bei erhöhten Anforderungen an Hygiene, Energieeffizienz bzw. Schallschutz nach DIN 1946-6, 5.3.7 bis 5.3.9, sondern auch im Rahmen von Standard-Anforderungen kann ventilatorgestützte Lüftung gewählt werden. Der Vorteil ist, dass dadurch das Risiko für das Auftreten von Schäden nachweislich /1, 2, 3/ reduziert werden kann. Das liegt daran, dass die momentanen Antriebskräfte und damit die Wirkung der freien Lüftung trotz lüftungstechnischer Maßnahmen nach wie vor erheblichen zeit- und witterungsabhängigen Schwankungen (Wind, Außentemperatur) unterworfen sind. Hinzu kommt die unvermeidliche, nicht vorhersehbare Abhängigkeit der zusätzlich notwendigen manuellen Fensterlüftung, auf die bei freier Lüftung weniger verzichtet werden kann als bei ventilatorgestützter Lüftung, vom Nutzerverhalten. Bei ventilatorgestützter Lüftung können die Antriebskräfte hingegen unabhängig von externen und internen Einflussfaktoren im Wesentlichen konstant gehalten bzw. sogar dem jeweiligen Bedarf angepasst werden. Voraussetzung ist allerdings der zumindest während der Heizperiode permanente Minimalbetrieb (Lüftung zum Feuchteschutz bzw. Reduzierte Lüftung) der Anlagen bzw. Geräte (siehe auch „Betriebsweise“).

Nach DIN 1946-6 können bei der ventilatorgestützten Lüftung Abluft-, Zuluft- und kombinierte Zu-/Abluft-Systeme eingesetzt werden. Während Abluft- und Zu-/Abluft-Systeme seit Langem gebräuchlich und auch relativ weit verbreitet sind /3/ und deshalb hier nicht näher beschrieben werden sollen, werden Zuluft-Systeme mit systembedingtem Überdruck in den Wohnungen in Deutschland bisher noch relativ selten eingesetzt. Grund dafür ist das noch nicht abschließend geklärte Risiko hinsichtlich Gefährdung der äußeren Umfassungskonstruktion durch Kondensation von Raumluftfeuchte in nicht vermeidbaren Undichtheiten infolge überwiegend konvektiver Luftströmung von innen nach außen. Um diese unter Umständen bestehende Gefahr zu minimieren, fordert DIN 1946-6 bei Zuluftsystemen die Planung von definierten Abström-Möglichkeiten in Form von ALD

bzw. Lüftungsschächten. Diese müssen so ausgelegt und ausgeführt sein, dass in der NE nicht mehr als  $4$  Pa Überdruck gegenüber außen entsteht.

Relativ neu ist die *kombinierte* oder *Hybrid-Lüftung*. Sie stellt nach DIN 1946-6, 5.2.3.2 (3), „eine Sonderform der ventilatorgestützten Lüftung mit Abluftanlagen“ dar. Basis ist eine „Zentralventilator-Lüftungsanlage, bei der der Ventilator automatisch außer Betrieb gesetzt wird bzw. mit geringerer Drehzahl weiterbetrieben werden kann, wenn der thermische Auftrieb über die Hauptleitung bzw. den Lüftungsschacht ausreichend für die Sicherstellung der Luftvolumenströme für die reduzierte Lüftung ist. Die Schaltung des Ventilators ist“ nach DIN 1946-6, 8.2.8 (2), „in Abhängigkeit von der Außentemperatur so zu steuern, dass ein vorgegebener mindestens erforderlicher Unterdruck sichergestellt wird. Unterhalb der Umschalttemperatur... muss die Hybridlüftung die Anforderungen an eine ... Schachtlüftung erfüllen. Oberhalb muss sie den Anforderungen an eine Zentralventilator-Lüftungsanlage für Abluftsysteme ... genügen.“ Ihr Einsatz ist vor allem bei der Modernisierung von Gebäuden mit vorhandenen Lüftungsschächten (Schachtlüftung) oder nicht mehr benötigten Schornsteinen erwägenswert und hinsichtlich Verbesserung der Lüftungssituation sinnvoll.

Bei gleichzeitigem Betrieb von raumluftabhängigen Feuerstätten ist DIN 1946-6, 8.5, „Betrieb von Feuerstätten und Lüftungsanlagen bzw. -geräten“ zu beachten. Danach gilt unter 8.5.1 „Lüftungsanlagen“ bzw. „-geräte dürfen den ordnungsgemäßen Betrieb von Feuerungsanlagen nicht beeinträchtigen.“ Einzelheiten können DIN 1946-6, 8.5.2 bis 8.5.7, entnommen werden. Außerdem wird auf die geltenden Landes-Feuerungsverordnungen verwiesen.

Nach Festlegung der notwendigen LtM müssen gemäß dem zweiten Teil des Ablaufschemas zunächst die Außenluftvolumenströme bestimmt und danach die Lüftungs-Komponenten ausgelegt werden.

#### Bestimmung der Gesamt-Außenluftvolumenströme

Die auf die Festlegung der LtM folgende Bestimmung der Außenluftvolumenströme  $q_{v,\text{ges}}$  nach Bild 6 (siehe Teil 1) erfolgt auf Basis der Grundgleichung (3):

$$q_{v,\text{ges}} = q_{v,\text{LtM}} + q_{v,\text{Inf,wirk}} \{ + q_{v,\text{Fe,wirk}} \} \quad (3)$$

Der notwendige Außenluftvolumenstrom setzt sich danach zusammen aus dem Luftvolumenstrom aus lüftungstechnischen Maßnahmen (frei oder ventilatorgestützt)  $q_{v,\text{LtM}}$ , dem wirksamen Luftvolumenstrom durch Infiltration  $q_{v,\text{Inf,wirk}}$  und dem wirksamen Luftvolumenstrom durch teilweise notwendiges Fensteröff-

nen  $\{q_{v,\text{Fe,wirk}}\}$ . Über die geforderte Realisierung der Außenluftvolumenströme gibt DIN 1946-6, Bild 2, Auskunft.

Der Außenluftvolumenstrom durch Fensterlüftung  $\{q_{v,\text{Fe,wirk}}\}$  ist quantitativ nicht hinreichend genau vorhersehbar und deshalb auch nicht planbar. Bei der Auslegung notwendiger Lüftungskomponenten wird er aus diesem Grund weder bei Systemen der freien noch der ventilatorgestützten Lüftung berücksichtigt. Als nutzerabhängige Unterstützung aller lüftungstechnischen Maßnahmen für die freie Lüftung sowie bei temporär überdurchschnittlichen Anforderungen in NE mit ventilatorgestützter Lüftung ist er aber auch in Zukunft erwünscht und teilweise sogar unverzichtbar.

Der für den Betrieb von raumluftabhängigen Feuerstätten erforderliche Verbrennungsluftbedarf wird in DIN 1946-6 nicht geregelt und ist deshalb in Gl. (3) nicht enthalten.

Die Festlegung des notwendigen Gesamt-Außenluftvolumenstroms einer Nutzungseinheit  $q_{v,\text{ges,NE}}$  erfolgt grundsätzlich für Nennlüftung ( $f_{\text{BS}} = 1$ ) in Abhängigkeit von der Wohnfläche  $A_{\text{NE}}$  in m<sup>2</sup> nach Gl. (4):

$$q_{v,\text{ges,NE,NL}} = f_{\text{BS}} (-10^{-3} \cdot A_{\text{NE}}^2 + 1,15 \cdot A_{\text{NE}} + 20) \quad (4)$$

Bei Nennlüftung wird davon ausgegangen, dass mindestens  $30$  m<sup>3</sup>/h Außenluft pro Person und NE zur Verfügung zu stellen sind. Die Gesamt-Außenluftvolumenströme für die weiteren Betriebsstufen (BS) können unter Verwendung der Faktoren  $f_{\text{BS,FL}} = 0,3$  (hoher Wärmeschutz) bzw.  $0,4$  (geringer Wärmeschutz) für die Lüftung zum Feuchteschutz,  $f_{\text{BS,RL}} = 0,7$  für die Reduzierte Lüftung und  $f_{\text{BS,IL}} = 1,3$  für die Intensiv-Lüftung ebenfalls nach Gl. (4) ermittelt werden.

Gegenüber früheren Ausgaben der DIN 1946-6 und allen vergleichbaren Normen gibt es bei der Festlegung der Außenluftvolumenströme folgende wesentliche Änderung: Weil mit wachsender Größe der NE nicht automatisch auch mehr Personen mit Außenluft zu versorgen sind, sind alle Kurven für den Luftvolumenstrom nach Gl. (4) keine Geraden (mehr), sondern weisen eine leichte Abflachung auf (siehe auch Bilder 3 bis 5; Bilder 3 und 4 im Teil 1). Das hat den gewollten Effekt, dass die Vorgaben für den Luftwechsel nicht mehr konstanten Werten entsprechen, die mit wachsender Größe der NE proportional anwachsen, sondern beispielsweise für NE mit  $210$  m<sup>2</sup> bei Nennlüftung nur noch  $0,41$  h<sup>-1</sup> gegenüber  $0,54$  h<sup>-1</sup> bei  $70$  m<sup>2</sup> betragen. Bild 7 (siehe Teil 1) gibt einen Überblick über den Luftwechsel (LW) im Bereich von Wohnungsgrößen  $30 \leq A_{\text{NE}} \leq 210$  m<sup>2</sup> für die einzelnen Lüftungs-Betriebsstufen. Zum Vergleich ist der im (Heizperioden-)Mittel zu erwartende Bereich für den Infiltrations-Luftwechsel bei Gebäudedichtheiten entsprechend

$0,5 \leq n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$  und (Antriebs-)Differenzdrücken ohne unterstützende LtM von  $2 \leq \Delta p \leq 7 \text{ Pa}$  eingezeichnet. Die untere Bereichsgrenze gilt für  $\Delta p = 2 \text{ Pa}$  bei  $n_{50} = 0,5 \text{ h}^{-1}$  und die obere für  $\Delta p = 7 \text{ Pa}$  bei  $n_{50} = 1,5 \text{ h}^{-1}$ .

Zu beachten ist, dass für die endgültige Festlegung des Gesamt-Außenluftvolumenstroms immer der jeweils größere der nach DIN 1946-6 aus dem notwendigen Luftvolumenstrom für die gesamte Nutzungseinheit (Wohnungen, Einfamilienhäuser o. ä.)  $q_{v,ges,NE}$  oder aus der Summe der Luftvolumenströme für die einzelnen Räume der Nutzungseinheit  $\Sigma q_{v,ges,R}$  zu ermittelnden Werte maßgebend ist.

### Auslegung der Lüftungs-Komponenten

Bei der Auslegung wird getrennt in freie und in ventilatorgestützte Lüftung. Die für lüftungstechnische Maßnahmen in Frage kommenden Lüftungs-Komponenten sind in Tabelle 3 aufgelistet.

Der für die Auslegung der Lüftungs-Komponenten maßgebende Luftvolumenstrom wird aus dem für die Nutzungseinheit notwendigen Gesamt-Außenluftvolumenstrom unter Berücksichtigung des Luftvolumenstroms durch Infiltration nach Gl. (5) auf Basis von Gl. (3) bestimmt:

$$q_{v,LtM} = q_{v,ges} - (q_{v,Inf,wirk} \{+ q_{v,Fe,wirk}\}) \quad (5)$$

Wie schon erwähnt, wird dabei der Luftvolumenstrom durch Fensterlüftung  $\{q_{v,Fe,wirk}\}$  für die Auslegung lüftungstechnischer Maßnahmen nicht berücksichtigt. Die Auswahl des Lüftungssystems ist zu dokumentieren und ausgeführte Lüftungsanlagen bzw. Lüftungsgeräte sind nach dem in DIN 1946-6, 10.2, vorgegebenen Schema zu kennzeichnen.

### Ausführungshinweise

Neben Hinweisen zur Ausführung der allgemein notwendigen lüftungstechnischen (Standard-)Maßnahmen zur freien oder ventilatorgestützten Lüftung werden in DIN 1946-6 unter 9.2.6 „Erhöhte Anforderungen Raumluftqualität (Hygiene)“ und 9.2.7 „Erhöhte Energieeffizienz (rationeller Energieeinsatz)“ zusätzlich zu 5.3.7 und 5.3.8 auch weitere spezielle Hinweise zur Ausführung von LtM für die Erfüllung erhöhter Anforderungen gegeben. Für die dafür notwendigen Lüftungsanlagen bzw. -geräte sind besonders die strenger Anforderungen an die Außenluft-Filterung sowie die Luftdichtheit und Wärmedämmung des Luftleitungsnetzes von Bedeutung. Hinsichtlich Begrenzung des Energiebedarfs ist darüber hinaus auf eine energieeffiziente Auslegung des Luftleitungsnetzes (kurze Leitungslängen, niedrige Luftgeschwindigkeiten, geringe Reibungsverluste und Einzelwiderstände) und vor allem auf die effektive Leistungsaufnahme (hoher Gesamtwirkungs-

Tabelle 3

## Lüftungskomponenten für freie und ventilatorgestützte Lüftung

Lüftungssystem	Freie Lüftung		Ventilatorgestützte Lüftung		
	Querlüftung	Schachtlüftung	Abluft	Zuluft	Zu-/Abluft
Außenluftdurchlass ALD	x	x	x	x	-
Überströmluftdurchlass ÜLD	x	x	x	x	x
Abluftdurchlass AbLD	(x) <sup>*)</sup>	x	x	x	x
Fortluftdurchlass FLD	(x) <sup>*)</sup>	x	x	x	x
Zuluftdurchlass ZuLD	-	-	-	x	x
Luftleitung(en) LL	-	-	x	x	x
Lüftungsschacht LSch	-	x	x	x	-
Ventilator(en) V	-	-	x	x	x

<sup>\*)</sup>Auf der jeweiligen Abströmseite der NE fungieren die ALD als Ab- und Fortluftdurchlässe.

grad) der Antriebs- und Regeleinrichtungen (einschließlich Wärmepumpen) zu achten.

### Betriebsweise

Auch **Freie Lüftungssysteme** können den Minimalbetrieb (*Lüftung zum Feuchteschutz* bzw. *Reduzierte Lüftung*) permanent (als Mittelwerte über die Heizperiode) sowie anteilig den Normalbetrieb (*Nennlüftung*) nutzerunabhängig (bei geschlossenen Fenstern) sicherstellen. Das bedeutet, dass bei Querlüftung mindestens die in Abhängigkeit von der vorhandenen Gebäudedichtheit ( $n_{50}$ -Wert) notwendigen LtM in Form von unverschließbaren, geregelten Außenluftdurchlässen (ALD) und Überström-Luftdurchlässen (ÜLD) geplant und ausgeführt werden. Bei Anwesenheit der Nutzer kann davon ausgegangen werden, dass mittels aktiver Mitwirkung in Form von Fensterlüftung die *Nennlüftung* ergänzt und der Lastbetrieb (*Intensivlüftung*) gewährleistet wird. Bei Auslegung nur für die *Lüftung zum Feuchteschutz* erhöht sich das Schadensrisiko, weil entsprechend intensiveres Fensterlüften durch den Nutzer notwendig wird. Andererseits kann durch Anschluss der Ablufträume (Küche, Bad, WC) über unverschließbare Abluftdurchlässe (Lüftungsgitter) an Lüftungsschächte (Schachtlüftung) nicht nur die Wirksamkeit, sondern auch die zeitabhängige Konstanz der freien Lüftung unter ungünstigen Windbedingungen nachhaltig verbessert werden. Bei zu geringen Antriebs-

kräften (Wind, thermischer Auftrieb) bzw. zeitweilig höherem Außenluftbedarf ist jedoch in allen Fällen der freien Lüftung weiterhin ergänzende manuelle Fensterlüftung notwendig.

Die dadurch bedingte Abhängigkeit der momentanen Lüftungswirksamkeit aber auch des anfallenden Heizwärmebedarfs von Witterungseinflüssen sowie vom Nutzerverhalten kann nur durch Systeme der ventilatorgestützten Lüftung vermindert werden.

**Ventilatorgestützte Lüftungssysteme** müssen den Normalbetrieb (*Nennlüftung*), der den Minimalbetrieb (*Lüftung zum Feuchteschutz* bzw. *Reduzierte Lüftung*) mit einschließt, während Anwesenheit der Nutzer nutzerunabhängig (bei geschlossenen Fenstern) sicherstellen können. Das zugehörige Lüftungssystem muss außerdem Lastbetrieb (*Intensivlüftung*) ermöglichen, bei dem von einer Nutzerunterstützung durch zeitweiliges Fensteröffnen ausgegangen werden darf. Die *Intensivlüftung* sollte (bei E-Kennzeichnung: **muß**) nach kurzer Zeit automatisch wieder auf *Nennlüftung* zurückschalten, um unnötige Energieverluste oder zu trockene Raumluft zu vermeiden. Wenn an wenigen Tagen im Jahr die relative Luftfeuchte der Raumluft infolge tiefer Außentemperaturen trotzdem unter ca. 30 % abfällt, kann auch während Anwesenheit der Nutzer kurzzeitig mit vermindertem Luftvolumenstrom, z. B. mit *Reduzierter Lüftung*, gelüftet werden. Nach DIN 1946-6, 8.3 (1), wurde außerdem neu festgelegt, dass die unterste(n) Lüftungs-Betriebsstufe(n) während der Heiz-

periode (unterhalb der Heizgrenztemperatur) auch bei Abwesenheit der Nutzer „ständig sichergestellt“ ist (sind). „Einzelraum- und Wohnungs-Lüftungsgeräte bzw. Zentral- und Einzelventilatoranlagen sind dazu entweder dauernd oder im dauernden, regelmäßigen Intervallbetrieb zu betreiben. Bei Intervallbetrieb dürfen sie bei einer täglichen Laufzeit von mindestens 12 h nicht länger als jeweils eine Stunde ausgeschaltet sein.“

### Inbetriebnahme, Übergabe und Instandhaltung

Der Erfolg lüftungstechnischer Maßnahmen ist nicht nur von einer fachgerechten Planung als Umsetzung der vorher erstellten Konzeption, sondern wesentlich auch von der sorgfältigen planungsgemäßen Ausführung abhängig. Letztere kann am besten gewährleistet werden, wenn die anschließende **Inbetriebnahme mit Übergabe/Übernahme** nicht nur auf einer subjektiven akustischen „Kontrolle“ des Laufgeräuschs evtl. installierter Ventilatoren beruht. Vollständigkeits- und Sauberkeitsprüfungen bei freier Lüftung und zusätzliche (vorzugsweise neutrale) Funktionsprüfungen und -messungen bei ventilatorgestützter Lüftung sind unabdingbare Voraussetzung für die anschließende beanstandungsfreie Funktion der installierten Technik. Dafür ist auch die messtechnische Überprüfung der Luftdichtheit bzw. Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle sowohl bei freier als auch bei ventilatorgestützter Lüftung nicht nur zweckdienlich, sondern unter Umständen auch notwendig (siehe „Festlegung lüftungstechnischer Maßnahmen“).

DIN 1946-6 beschreibt die insgesamt zu treffenden Maßnahmen. Auch die Übergabe aller relevanten Unterlagen, z. B. Aufbau und Funktionsweise der LtM, Dokumentation der Mess- und Prüfergebnisse sowie Bedienungs- und Instandhaltungs-Anleitung, ist nach DIN 1946-6 geregelt.

Hinsichtlich **Instandhaltung**, zu der im Einzelnen Inspektion, Wartung (einschließlich Reinigung) und Instandsetzung einschließlich Sicherstellung der energetischen Qualität gehören, gilt das Gleiche wie für die Ausführung. Wird sie vernachlässigt, leiden nicht nur Funktion und Zuverlässigkeit, sondern es besteht auch die Gefahr, dass der Ruf der Lüftungstechnik für Wohnungen (noch weiter) geschädigt wird. Zusätzlich kann unzureichende Funktionsweise auch zu Nutzer-Manipulationen führen, die häufig eher zur Verschlimmerung als zur Verbesserung eines beanstandeten Zustands beitragen. Um dem vorzubeugen, enthält DIN 1946-6 auch diesbezüglich Handlungs-Anleitungen sowohl im normativen Textteil als auch im normativen und informativen Anhang (Tabelle 4; siehe Teil 1).

### Anhänge zur DIN 1946-6

Zu DIN 1946-6 gehören zehn Anhänge (Tabelle 4; siehe Teil 1). Diese haben teils normativen, teils aber auch nur informativen Charakter.

Zum besseren Verständnis werden im Anhang A Prinzipbilder der möglichen Lüftungssysteme dargestellt und die nach DIN 1946-6, 10.2, vorzunehmende Kennzeichnung veranschaulicht.

Sowohl bei Inbetriebnahme und Übergabe als auch bei Instandhaltung (Anhänge C bis F) wird hinsichtlich der in Formblättern aufgelisteten Forderungen bzw. Empfehlungen in normative und informative unterschieden.

Neu ist in Anhang G die Erläuterung zur Gleichwertigkeits-Betrachtung nach DIN 1946-6, 8.4 „Gleichwertigkeit einer Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung“. Bei abweichenden energetischen Kenngrößen (z. B. in Bezug auf den Wärmebereitstellungsgrad und die spezifische Ventilatorleistung) kann eine entsprechende Gleichwertigkeit zwischen den Systemen, unabhängig ob zentrale oder dezentrale Lüftungstechnik eingesetzt ist, nachgewiesen werden. Die Basis des Gleichwertigkeitsansatzes ist eine leistungsbezogene, primärenergetische Bewertung unter Berücksichtigung von Wärmerückgewinnungsgrad ( $\eta'_{w\ddot{U}T}$ ), Leistungsaufnahme der Ventilatoren  $p_{el,Vent}$ , Bedarfsführung (Führungsgröße), Anteil der zu lüftenden Fläche an der Fläche der NE und Kompensation eines verringerten Flächenanteils durch Anpassung des Luftvolumenstroms mittels LtM. Die Gleichwertigkeit für die „E“-Kennzeichnung ist auf der Basis einer Referenzanlage mit  $\eta'_{w\ddot{U}T} = 80 \%$  und  $p_{el,Vent} = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$  ohne Bedarfsführung und bei einer komplett gelüfteten NE dann gegeben, wenn der gesamte Leistungsbedarf des Lüftungssystems nicht größer wird.

Im Rahmen der Winddaten in Anhang H werden alle nach DIN 1946-6 in die Kategorie „windstark“ (Jahresmittel der Windgeschwindigkeit 10 m über Grund  $> 3,3 \text{ m/s}$ , nach Deutscher Wetterdienst) fallenden größeren Orte aufgelistet. Im Anhang I wird die detaillierte Ermittlung der Außenluftvolumenströme durch Infiltration einschließlich der Korrekturfaktoren  $f_{\text{wirK,Komp}}$  und  $f_{\text{wirK,Lage}}$  in den Gleichungen (1.1) und (1.2) erläutert.

### Fazit

Die Notwendigkeit, wirksame lüftungstechnische Maßnahmen für die Realisierung einer weitestgehend nutzerunabhängigen Lüftung von Wohnungen zu treffen, resultiert aus der zunehmenden Anzahl von nach EnEV **luftdichten Gebäuden** und des nachweislich bestehenden lüftungsrelevanten Risikos für **Feuchtigkeits-**

und **Schimmelpilzschäden** im Gebäudebestand sowie im Neubau. Eine gut funktionierende Lüftung ist aber auch für die Einhaltung **hygienischer Anforderungen** in Wohnungen unerlässlich.

Nach neuer DIN 1946-6 kann in Abhängigkeit von der Luftdichtheit der Gebäudehülle auf Basis der Erstellung eines Lüftungskonzepts geprüft werden, ob und welche lüftungstechnische(n) Maßnahme(n) sinnvoll bzw. zwingend erforderlich sind.

Jede Wohnung bzw. ähnliche Nutzungseinheit kann sowohl **ventilatorgestützt** als auch weiterhin **frei** gelüftet werden, sofern keine erhöhten Anforderungen an die Hygiene, die Energieeffizienz bzw. den Schallschutz gestellt werden.

Hinsichtlich der **Betriebsweise** wird in *Lüftung zum Feuchteschutz* (für geringeren oder höheren Wärmeschutz des Gebäudes), *Reduzierte Lüftung*, *Nennlüftung* und *Intensivlüftung* unterschieden.

Die **Auslegung** der jeweils notwendigen **lüftungstechnischen Maßnahmen** erfolgt so, dass zumindest die Lüftung zum Feuchteschutz bzw. die *Reduzierte Lüftung* ständig nutzerunabhängig (bei geschlossenen Fenstern), die *Nennlüftung* überwiegend nutzerunabhängig während Anwesenheit des Nutzers sowie die *Intensivlüftung* zum schnelleren Abbau von Lastspitzen durch Nutzereingriff zeitweilig möglich sind.

Bei **freier Lüftung** soll das für die *Lüftung zum Feuchteschutz* bzw. für die *Reduzierte Lüftung* im (Heizperioden-)Mittel durch Einbau verschließbarer oder besser geregelter ALD und die unbedingt notwendigen ÜLD gewährleistet werden. Zusätzliche Antriebskräfte sichert der Einbau von Lüftungsschächten (Schachtlüftung). Bei erhöhtem Außenluftbedarf ist aber immer noch ergänzende Fensterlüftung durch den Nutzer notwendig. Die dadurch bedingte Abhängigkeit der momentanen Lüftungswirksamkeit von Witterungseinflüssen sowie vom Nutzerverhalten kann nur durch Systeme der ventilatorgestützten Lüftung vermindert werden.

Die Auslegung der **ventilatorgestützten Lüftung** erfolgt bis auf eine Ausnahme (*Intensivlüftung* bei Abluftanlagen) durchgängig für nutzerunabhängigen Betrieb: Mindestens die **Lüftung zum Feuchteschutz** bzw. die **Reduzierte Lüftung** müssen dafür durch nicht ausschaltbare Ventilatoren gesichert werden. Das gilt nicht nur für Zentral-, sondern auch für Einzel-Ventilatoren und Einzelraum-Geräte. Bei Intervallbetrieb dürfen Letztere bei einer täglichen Mindestlaufzeit von  $\geq 12 \text{ h}$  nicht länger als jeweils eine Stunde ausgeschaltet sein.

Für die Gewährleistung einer zielgerichteten Lüftung aller Zulufräume, bei freier (Quer-)Lüftung aller Räume, ist für alle Systemlösungen eine hohe **Luftdichtheit der**

**Gebäudehülle** ( $n_{50} \leq 1,0 \text{ h}^{-1}$  bzw.  $1,5 \text{ h}^{-1}$ ) notwendig. Es wird empfohlen, unter den angegebenen Werten zu bleiben, um die raumweise Lüftung durch eine höhere Lüftungsautorität der ALD besser sicherstellen zu können.

Wesentlich für eine nachhaltig gute Funktion aller Einrichtungen zur freien Lüftung sowie aller Anlagen und Geräte der ventilatorgestützten Lüftung sind nach DIN 1946-6 neben **fachgerechter Planung** und **Ausführung** auch eine **Inbetriebnahme** und **Übergabe/Übernahme** auf Basis (neutraler) mess- und prüftechnischer Nachweise sowie die **Instandhaltung** über den gesamten Lebensdauer-  


#### Literatur

**DIN 1946-6** Raumluftechnik: Lüftung von Wohnungen, Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Auslegung, Ausführung und Kennzeichnung, Inbetriebnahme und Übergabe sowie Instandhaltung; tlw. korrigierter Arbeitsstand vom 17. 11. 2008

**DIN 18017-3** Lüftung von Bädern und Toiletenträumen ohne Außenfenster mit Ventilatoren. Arbeitsstand vom 15. 11. 2008

/1/ Brasche, S.; Heinz, E.; Hartmann, Th.; Richter, W.; Bischof, W.: Vorkommen, Ursachen und gesundheitliche Aspekte von Feuchteschäden in Wohnungen. Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung. In: Gesundheitsschutz 8(2003) 46, S. 683-693

/2/ Hartmann, Th.; Brasche, S.; Heinz, E.; Richter, W.; Bischof, W.: Feuchteschäden und Schimmelpilzbefall in Wohnungen. In: BundesBauBlatt 53(2004)3

/3/ Heinz, E.; Brasche, S.; Hartmann, Th.; Richter, W.; Bischof, W.: Feuchtigkeitschäden einschließlich Schimmelpilzwachstum in deutschen Wohnungen. In: AIRtec 02(2004)1, S. 6 – 15 und Moderne Gebäudetechnik 58(2004)11, S. 24-30

/4/ Hartmann, Th.; Brasche, S.; Heinz, E.; Richter, W.; Bischof, W.: Feuchte in Wohnungen und lüftungstechnische Maßnahmen – Ergebnisse einer Wohnungsstudie auf der Basis von Messungen, Begutachtungen und Befragungen. In: TAB Technik am Bau 40(2008)5, S. 42 – 46

/5/ Heinz, E.: Kontrollierte Wohnungslüftung. HUSS Medien GmbH, Verlag Bauwesen, Berlin 2000, ISBN: 3-345-00648-0

/6/ Heinz, E.: Über die Notwendigkeit der geplanten Luftdurchlässigkeit luftdichter Gebäudehüllen im Wohnungsbau. In: AIRtec 4(2006)1 und 2, jeweils S. 4 – 9

Die Erstveröffentlichung dieses Fachartikels erfolgte unter der Überschrift „Lüftung vs. Feuchtigkeit (Schimmelpilz) und Gesundheitsgefährdung in Wohnungen – Planung lüftungstechnischer Maßnahmen nach neuer DIN 1946-6“ im gi Gesundheitsingenieur Heft 2/09 (April).



#### Der Autor

Ehrenfried Heinz,  
HEINZ  
Lüftung+Feuchteschutz – Beratung,  
Schulung, Gutachten,  
Hoppegarten;  
bis 2005 IEMB an der  
TU Berlin