

Eine freie Lüftung über Gebäudeundichtheiten findet bei neuen Gebäuden nur noch selten statt. Diese Erkenntnis und die Tatsache, dass nur so viel Luft abgeführt werden kann, wie in den Raum nachströmt, muss mit in die planerischen Berechnungen der Badentlüftung einbezogen werden.

Moderne Gebäude sind dicht. Eine natürliche Lüftung über Gebäudeundichtheiten findet in der Regel nicht mehr statt. Diese Veränderung erfordert ein Umdenken bei der Planung von Entlüftungen innenliegender Bäder und WCs nach DIN 18017-3. Insbesondere muss darauf geachtet werden, dass genügend Luft von außen nachströmen kann, damit der planmäßige, bauphysikalisch notwendige Luftwechsel sichergestellt ist.

Der Status Quo

Nach der bauaufsichtlichen Richtlinie über die Lüftung fensterloser Küchen, Bäder und Toilettenräume in Wohnungen, sind Räume ohne Fenster nur dann zulässig, wenn eine wirksame Lüftung gewährleistet wird. Eine wirksame Lüftung definiert die Richtlinie wie folgt: Jeder fensterlose Raum einer Wohnung muss eine Zuluftversorgung haben und an eine Entlüftungsanlage angeschlossen sein. Der wirksame Luftaustausch für diese Räume steht hier also im Vordergrund. Die Zuluftversorgung entscheidet über die Effizienz der Entlüftung: Es kann nur so viel Luft abgeführt werden, wie in den Raum bzw. die Wohnung nachströmt.

Gesetzliche Grundlagen

In der oben genannten Richtlinie wird nicht nur der Ab-, sondern auch der Zuluftvolumenstrom quantitativ anhand einer Tabelle vorgeschrieben. Er muss dem Abluftvolumenstrom entsprechen. Die Zuluft kann über Außenwand-Luftdurchlässe, Belüftungsanlagen oder aus der Wohnung nachströmen. Zum Nachweis einer ausreichenden Zuluftversorgung aus der Wohnung werden die Räume mit Fenstern und Außentüren herangezogen. Für diese Räume wird ein 0,5-facher Luftwechsel über Undichtheiten vorgegeben. Die DIN 18017-3, Lüftung von Bädern und Toiletten ohne Außenfenster, ist in der Formulierung sehr eindeutig: Im Anwendungsbe-

Entlüftung innenliegender Bäder

Nur mit genügend Zuluft effizient

	Bauaufsichtliche Richtlinie		DIN 18017-3		DIN 1946-6, Zulassungen des DIBt		EnEV		Bestandsstudie alt		Bestandsstudie modernisiert		Fensterfuge nach EnEV	
n_x [h^{-1}]	0,5		0,8		0,35		0,15		0,16		0,09		0,1	
Bezug	Räume mit Fenstern und Türen		Gesamte Wohnung		Gesamte Wohnung		Beheiztes Gebäudevolumen		Beheiztes Gebäudevolumen		Beheiztes Gebäudevolumen		Räume mit Fenstern	
V_e [m^3]	125	200	125	200	125	200	125	200	125	200	125	200	125	200
V [m^3]	100	160	100	160	100	160	100	160	100	160	100	160	100	160
A_N [m^2]	40	64	40	64	40	64	40	64	40	64	40	64	40	64
$\dot{V}_{x,x}$ [m^3]	50	80	100	160	43,7	70	15	24	16	25,6	9	14,4	10	16

Bild 1 gibt eine Zusammenfassung, welche Volumenströme sich nach den verschiedenen Herangehensweisen ergeben

reich setzt sie voraus, dass die Zuluft ohne besondere Zuluftvorrichtungen über Undichtheiten in den Außenbauteilen nachströmen kann. Als Obergrenze, sprich maximale Undichtheit der Außenbauteile wird hier ein 0,8-facher Luftwechsel bezogen auf die gesamte Wohnung angegeben. Die DIN 1946-6, Lüftung von Wohnungen, geht hingegen davon aus, dass die Zuluft unter Berücksichtigung der Gebäudeundichtheiten über Außenwand-Luftdurchlässe oder über Luftleitungen zugeführt wird oder aber die Luftdurchlässigkeit der Wohnung zur Realisierung des planmäßigen Außenluftvolumenstroms ausreichend ist. Die Luftdurchlässigkeit der Wohnung wird hier auch über die Räume mit Fenstern definiert. Für Räume mit Fenstern mit umlaufenden Dichtprofilen kann maximal ein 0,5-facher Luftwechsel angenommen werden. Bezogen auf die gesamte Wohnung wird ein n_x -Wert [1] von $0,35 h^{-1}$ angegeben. In der Energieeinsparverordnung (EnEV) wird für Abluftanlagen ein anzunehmender n_x -Wert von $0,15 h^{-1}$ definiert. n_x stellt hier nicht nur den Volumenstrom über die Gebäudehülle dar, sondern beinhaltet gleichzeitig noch einen Restanteil Fensterlüftung. Er wird auf das beheizte Gebäudevolumen bezogen. Alle Richtlinien und Normen stimmen darin überein, dass, wenn die Zuluftnachströmung über die Gebäudehülle nicht mehr ausreichend ist, geeignete zusätzliche Maßnahmen wie Außenwand-Luftdurchlässe ergriffen werden

müssen. In der bauaufsichtlichen Zulassung der Entlüftungsgeräte ist dies als zwingend aufgeführt. Hier heißt es: Übersteigt die planmäßige Luftleistung $0,5 m^3/h$ je m^3 Raumeinheit der Räume mit Außenfenstern oder Außentüren in der Wohneinheit (bzw. $0,35 m^3/h$ je m^3 Raumeinheit bezogen auf die gesamte Wohneinheit), müssen Außenwand-Luftdurchlässe vorgesehen werden. [2] Hier weicht interessanterweise die Zulassung von der Formulierung der DIN 18017-3 ab.



Bild 2 zeigt Schimmel infolge zu hoher Luftfeuchtigkeit in Verbindung mit einer exponierten Gebäudestelle

Wie steht es um die Gebäudedichtheit?

Es steht außer Frage, dass, als diese Richtlinien und Normen initiiert wurden, die darin beschriebenen Gebäudeundichtheiten Stand der Technik waren, bzw. bezogen auf die EnEV als Standard etabliert werden sollen. Aber wie sieht es denn nach dem heutigen Baustandard aus? Eine Untersuchung der TU Dresden [3] zeigt mittels Dichtheitsprüfungen an modernisierten und nicht modernisierten Gebäuden auf, welche Undichtheiten vorhanden sind. Der n_{50} -Wert [4] liegt im Mittel bei $1,6 \text{ h}^{-1}$ bei nicht modernisierten und bei $0,9 \text{ h}^{-1}$ bei modernisierten Gebäuden. Das entspricht einem Luftwechsel bei Umgebungsbedingungen [5] von maximal $n_x = 0,09 \text{ h}^{-1}$ bei modernisierten und maximal $n_x = 0,16 \text{ h}^{-1}$ bei nicht modernisierten Gebäuden. Bei den untersuchten Objekten handelt es sich um Plattenbauten aus verschiedenen Städten, bei deren Modernisierung keine begleitenden Dichtheitsprüfungen durchgeführt wurden. Der Volumenstrom über die Fensterfugen kann jedoch auch berechnet werden. Über den zulässigen Fugendurchlasskoeffizienten und die Fugenlänge wird der Luftwechsel ermittelt. Nach EnEV ergibt sich dann für Gebäude mit mehr als zwei Vollgeschossen ein maximal zulässiger Luftwechsel von $0,1 \text{ h}^{-1}$ [6], bezogen auf die Räume mit Fenster.

Umsetzung in Volumenströme

Als Beispiele sollen eine 50 m^2 - und eine 80 m^2 -Wohnung jeweils mit einem innenliegenden Bad herangezogen werden. Der temporäre Abluftvolumenstrom für das Badezimmer beträgt $60 \text{ m}^3/\text{h}$, hier sind sich Normung und Richtlinie einig. Allein die Zuluftvolumenströme variieren erheblich (Bild 1). Während die Volumenströme über die Gebäudehülle nach DIN 18017-3 ausreichen, um den Abluftvolumenstrom von $60 \text{ m}^3/\text{h}$ nachzuführen, sind schon nach der bauaufsichtlichen Richtlinie, der DIN 1946-6 und der bauaufsichtlichen Zulassungen für die 50 m^2 -Wohnung Außenwand-Luftdurchlässe notwendig. Nach der angeführten Studie, der Berechnung der tatsächlichen Fensterfugendurchlässigkeit und den Vorgaben der EnEV ist der Volumenstrom sogar noch sehr viel geringer, so dass auch für die 80 m^2 -Wohnung nur maximal etwas mehr als ein Drittel des geforderten Volumenstroms nachströmen kann. Es ist also festzuhalten, dass sowohl nach der Berechnung als auch nach Studien am Bestand und nach den Vorgaben der EnEV der wirk-

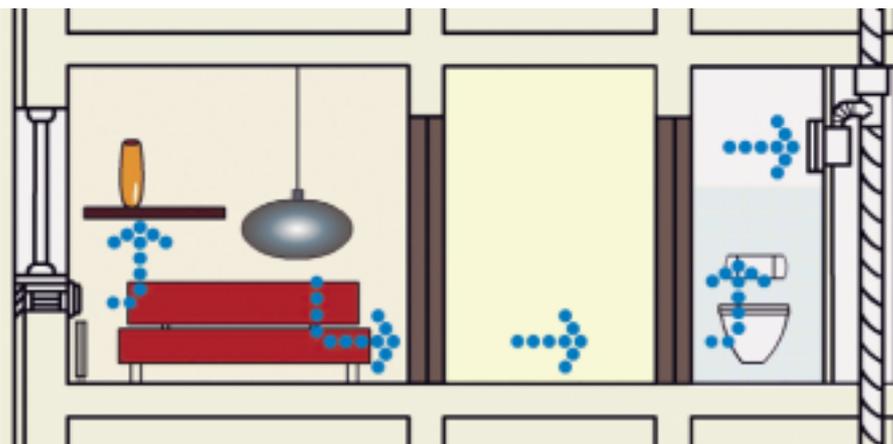


Bild 3 Schema einer Raumluftströmung für eine Abluftanlage in einem innenliegenden Bad

samer Luftaustausch von $60 \text{ m}^3/\text{h}$ nur mit zusätzlichen Außenwand-Luftdurchlässen erreicht werden kann. Bei den früheren Regelwerken ist davon auszugehen, dass von einer stärkeren Undichtheit der Fenster- und Türfugen ausgegangen wurde, als beim derzeitigen Baustandard anzunehmen ist. Dies zeigt die angeführte Studie und auch die Berechnung des tatsächlichen Volumenstroms über die Fensterfuge. Berücksichtigung bei der Berechnung findet die vorhandene Dichtheit nun bei der EnEV. Der Unterschied zwischen der errechneten Fugendurchlässigkeit und dem in der EnEV vorgegebenen n_x -Wert ergibt sich aus der Annahme, dass in der Realität noch ein geringer Anteil Fensterlüftung über geöffnete Fenster in die Berechnung des gesamten Luftwechsels einfließen muss.

Auswirkungen der mangelhaften Zuluftnachströmung

Die meistgenannte Aussage, ob denn an eine ausreichende Zuluftnachströmung gedacht wurde, ist: „Ach, das puffert die Wohnung doch schon ab!“ So einfach ist das jedoch nicht. Als Beispiel soll hier die 80

m^2 -Wohnung herangezogen werden. Die Wohnung wird von einem Elternpaar mit zwei Kindern bewohnt. Am Morgen werden alle Familienmitglieder nacheinander das Bad belegen, so dass es über eine längere Zeit zu einem Feuchteeintrag im Bad kommt. Der Zuluftvolumenstrom beträgt $25 \text{ m}^3/\text{h}$, das ist dann auch der Volumenstrom, der abgesaugt werden kann und nicht der benötigte Abluftvolumenstrom von $60 \text{ m}^3/\text{h}$. Das führt dazu, dass Feuchtigkeit nicht in dem Maß nach außen abgeführt wird, wie es bauphysikalisch notwendig wäre. Die feuchte Luft verteilt sich aus dem Bad gleichmäßig in der Wohnung, so dass es zu Feuchtigkeitsschäden kommen kann [9] (Bild 2).

Die Lösung: Zuluftnachströmung über Außenwand-Luftdurchlässe

Bild 3 zeigt wie das Lüftungsprinzip funktioniert. Es wird eine Querlüftung durch die Wohnung von den Zulufträumen, in der Regel, Schlaf-, Kinder oder Wohnräume zum Bad erreicht. Die Außenwand-Luftdurchlässe werden in den Außenwänden installiert und können auch nachträglich über eine Kernbohrung eingebracht werden. Es ist jedoch darauf zu achten, dass diese Lüftung nur dann wirksam arbeiten kann, wenn ein wirksamer Lüftungsverbund zwischen Zu- und Ablufträumen hergestellt ist. Die Wohnung wirkt als Kanalnetz, so dass in den Türen Überströmungen vorhanden sein müssen.

Außenwand-Luftdurchlässe: intelligente Zuluftöffnungen

Außenwand-Luftdurchlässe stellen kein einfaches Loch in der Fassade dar, sondern sind vielmehr selbstregelnde Lüftungseinrichtungen: Über eine wirksame Wind-



Bild 4 Lunos Außenwand-Luftdurchlass ALD-R 160

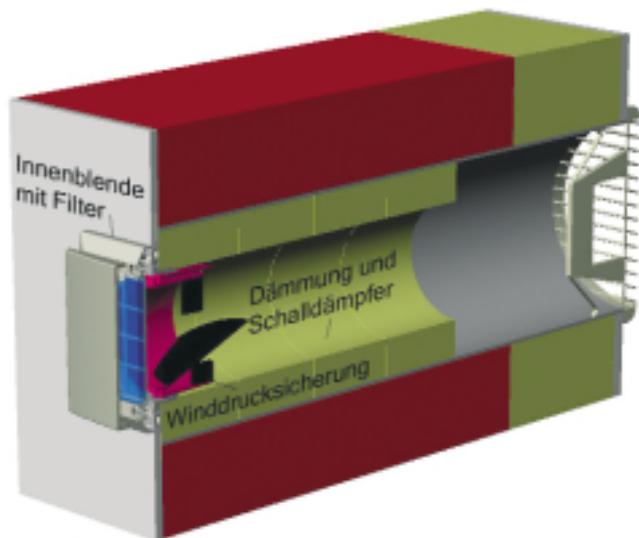


Bild 5 Schnitt durch einen Außenwand-Luftdurchlass mit Wärmedämmung, Schalldämpfer, Winddrucksicherung und Filter

drucksicherung wird Zugluft bei Wind auf der Fassade verhindert, integrierte Schalldämpfer lassen ein leises Lüften auch an Verkehrswegen zu, und die enthaltenen Filterelemente reinigen zudem die Luft von außen. Mit der selbstregelnden Winddrucksicherung entsprechen diese Elemente zudem auch den Vorgaben der EnEV. Der Einbau geschieht in der direkten Umgebung des Heizkörpers oder unterhalb der Decke. So kann durch die Konvektion des Heizkörpers die Außenluft zugfrei und ohne Kaltlufterscheinungen im gesamten Raum verteilt werden (Bild 4, 5 und 6).



Bild 6 zeigt die Innenansicht des Außenwand-Luftdurchlasses

Ausblick und Fazit

Moderne Gebäude sind dichte Gebäude, egal ob während der Bauphase eine kontrollierende Dichtheitsprüfung gemacht wurde oder nicht. Deshalb können auch einfache Lüftungssysteme wie Abluftanlagen für innenliegende Bäder nur dann wirksam arbeiten, wenn ausreichend Zuluft nachströmen kann. Dies geschieht zu einem geringen Teil über Restundichtheiten in der Gebäudehülle und zum größten Teil über Außenwand-Luftdurchlässe. Mit dieser Situation gibt es keine Einzelraumlüftungssysteme mehr. Vielmehr stellt auch diese einfache Form der Entlüftung eine Wohnungslüftung dar und ist entsprechend sorgfältig zu planen. Die Abluftvolumenströme sind schnell ermittelt, jedoch muss bei unserem derzeitigen Baustandard zwingend eine Zuluftplanung erfolgen. In den Normen und Zulassungen ist diese Form der Zuluftversorgung schon lange berücksichtigt und vorgeschrieben, allein die darin angenommenen Gebäudedichtheiten entsprechen nicht mehr dem Stand der Technik. Diese Entwicklung im Baustandard wird sich auch in der kommenden Normung widerspiegeln. Derzeit wird intensiv an einer Überarbeitung der Wohnungslüftungsnormen DIN 1946-6 und DIN 18017 gearbeitet. Berechnungsgrundlagen zu einer Aussage über die Zuluftströme über die Gebäudehülle liegen sowohl national als auch europäisch vor [10]. Es gilt diese Vorgaben nun auch in der Wohnungslüftungsnorm eindeutig festzuschreiben. Die Normung ist die eine Seite. Dass unsere Gebäude immer dichter werden ist jedoch kein gerade erkanntes Phänomen, sondern Ergebnis einer jahrelangen Entwicklung mit dem Ziel, die

Wärmeverluste über unkontrollierte Lüftung zu minimieren. Dieses Ziel ist mit dem derzeitigen Baustandard erreicht, ein Umdenken bei den Lüftungssystemen hat jedoch gerade erst begonnen. Eine aktuelle Studie des IEMB zeigt, dass jede fünfte Wohnung im Gebäudebestand Feuchtigkeitsschäden aufweist [11]. Werden nur die modernisierten Wohnungen betrachtet liegt der Anteil noch viel höher. Dieses Ergebnis umreißt klar die Aufgabe vor der wir stehen: Wir brauchen gesunde Gebäude – gesunde Gebäude brauchen eine funktionierende Lüftung.

Literatur:

- [1] In der DIN 1946-6 wird die Luftwechselrate über die Gebäudehülle n_x mit β benannt.
- [2] Deutsches Institut für Bautechnik, DIBt, allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, Zulassungsnummer: Z-51.1-114, Einzelentlüftungsgeräte zur Verwendung in Einzelentlüftungsanlagen mit gemeinsamer Abluftleitung gemäß DIN 18017-3 Typ Saphir, 3. Bestimmungen für Entwurf, Bemessung, und Ausführung der mit Einzelentlüftungsgeräten errichteten Abluftanlagen
- [3] Reichel, D.: Zur Zuluftsicherung von nahezu fugendichten Gebäuden mittels dezentraler Lüftungseinrichtungen, TU Dresden (Dresden 1999)
- [4] Der n_{50} -Wert gibt den Luftwechsel an, der sich bei einer Druckdifferenz von 50 Pa zwischen innen und außen einstellt.
- [5] DIN V 4108-6, 6.2.3, Maschinelle Lüftungssysteme
- [6] Hartmann, T., Zuluftsicherung bei nahezu fugendichten Gebäuden, TU Dresden
- [7] DIN V 4108-6:2001-11, 6.2.3 Maschinelle Lüftung
- [8] EnEV, Anhang 1, 1.3.4 Definition der Bezugsgrößen und 2.4 Beheiztes Gebäudevolumen, $AN = 0,32 \text{ Ve}$, $V = 0,8 \text{ Ve}$ für Gebäude über drei Vollgeschosse
- [9] Rath, J., IR Bauanalysen, Stellungnahme zu den Feuchteschäden in der EG-Wohnung eines Mehrfamilienhauses in Rudersberg
- [10] DIN EN 832, 5.2.4 Maschinelle Lüftungssysteme
- [11] Bischof, W.: Erste Ergebnisse der bundesweiten Erhebung über die Ursachen von Feuchteschäden und Schimmelpilzbelastungen in Wohnungen, Schornsteinfegerhandwerk Nr. 7/02, 2002



Autor **Oliver Solcher** ist seit 2002 bei der Lunos Lüftungstechnik GmbH als technischer Leiter beschäftigt. Sein Hauptbetätigungsfeld ist derzeit auf die Marktanforderungen im Wohnungsbau bei Sanierung und EnEV ausgerichtet. Das umfasst Konzepte, Produkte aber auch die Kommunikation nach außen.