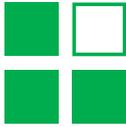


# Entlüftung fensterloser Ablufträume

## Diskussionsbeitrag zur Überarbeitung der DIN 18017-3



Bei der ventilatorgestützten Entlüftung von Ablufträumen (Bäder, WC) ohne Außenfenster wird i.d.R. nach der DIN 18017-3 [1] geplant. Fensterlose Küchen sind hierin und im Folgenden ausgenommen. Diese Norm befindet sich z.Z. in einer Überarbeitung, was in diesem Beitrag zum Anlass genommen wird, über Änderungsvorschläge nachzudenken. Es wird gezeigt, dass es auch noch andere zulässige Möglichkeiten für die Entlüftung gibt, die leider in der aktuellen DIN 18017-3 nicht enthalten sind.

Dipl.-Ing. Norbert Nadler  
CSE Nadler, 16515 Oranienburg,  
[n.nadler@cse-nadler.de](mailto:n.nadler@cse-nadler.de)

### DIN 18017-3 bauaufsichtlich eingeführt

Oft wird angenommen, dass die DIN 18017-3 bauaufsichtlich eingeführt und deshalb unbedingt einzuhalten ist. Solange sie jedoch in der Liste der Technischen Baubestimmungen der Länder (LTB) nicht aufgeführt ist, kann sie auch nicht bauaufsichtlich eingeführt sein. Für Berlin und Brandenburg ist das z.B. der Fall. Auch in der Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen vom DIBt findet sich keine Erwähnung der DIN 18017-3. Stattdessen wird in der LTB auf die Bauaufsichtliche Richtlinie über die Lüftung fensterloser Küchen, Bäder und Toilettenräume in Wohnungen [2] verwiesen. Hier findet sich unter dem Punkt 2.3, dass die DIN 18017-3:2009-09 die Lüftungstechnischen Anforderungen nach den Abschnitten 2 bis 2.2 erfüllt, wenn in den Wohnungen keine fensterlosen Küchen und Kochnischen vorhanden sind. Der Text soll nur klarstellen, dass auch abwei-

chend von der Bauaufsichtliche Richtlinie die bauaufsichtlichen Lüftungstechnischen Anforderungen anders erfüllt werden können. Umgekehrt gilt dann auch, dass Abweichungen von der DIN 18017-3 möglich sind, solange die Anforderungen erfüllt sind.

### Gleichzeitigkeit der Abluftvolumenströme

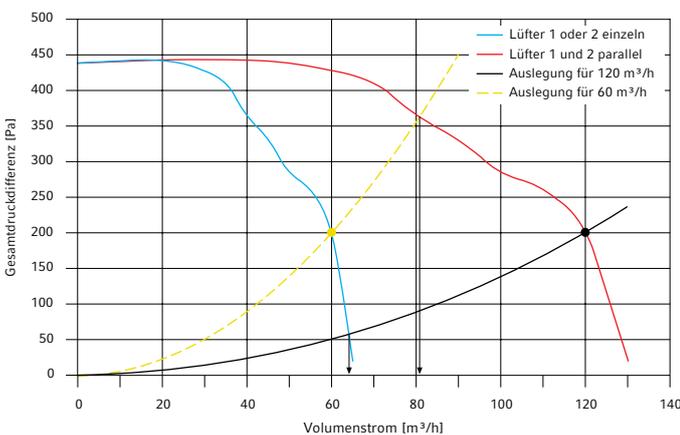
Der planmäßige Mindest-Abluftvolumenstrom nach Abschnitt 4.1.1 der DIN 18017-3 bei bedarfsgeführten Entlüftungsanlagen beträgt während der Nutzung  $60 \text{ m}^3/\text{h}$  für Bäder und darf bei Toilettenräumen auf  $30 \text{ m}^3/\text{h}$  reduziert werden. Die Werte dürfen aus Gründen der Energieeinsparung (gem. den FAQs in [3]) auf nicht mehr als das Doppelte erhöht werden.

Da diese Volumenströme nur zeitweise benötigt werden, erhebt sich die Frage, wie die Außenluftdurchlässe (ALD) und Überströmluftdurchlässe (ÜLD) bei mehreren Ablufträumen in einer Wohnung auszulegen sind. Nach Gleichung (1) der Norm geht der planmäßige Mindest-Abluftvolumenstrom je **Nutzungseinheit (NE)** in die Anzahl der ALD bzw. nach Gleichung (2) in den Überströmluftvolumenstrom der Wohnung ein. Das wurde in der Praxis bisher so interpretiert, dass die Summe der Abluftvolumenströme aus den einzelnen Bäder bzw. Toilettenräumen einzusetzen ist, was zu Schwierigkeiten geführt hat, wenn als ALD Fensterfalzlüfter Verwendung finden sollten. Die Leistung der Fensterfalzlüfter liegt in der Größenordnung von 4 bis  $11 \text{ m}^3/\text{h}$  je Fenster bei 8 Pa Differenzdruck, allerdings mit abnehmenden Schalldämmwerten bei höheren Volumenströmen. Sinnvoll wäre daher, wenn ein Gleichzeitigkeitsfaktor vorangestellt wird.

Sollten dennoch alle Ablufträume gleichzeitig benutzt werden, würde eine verminderte ALD-Anzahl nur bewirken, dass die Entlüftung etwas länger dauert. Es wird darauf hingewiesen, dass das Raumvolumen im Abschnitt 4.1.1 nicht berücksichtigt wird. Somit wird bei einheitlichem Volumenstrom mehrerer Ablufträume mit unterschiedlichem Raumvolumen die Zeit für den Luftaustausch ohnehin unterschiedlich in den einzelnen Räumen ausfallen. Da das auch für die unterschiedlichen planmäßigen Mindest-Abluftvolumenströme bei „Dauernd gelüftet mit  $40 \text{ m}^3/\text{h}$ “ und „Bedarfsgeführt gelüftet mit  $60 \text{ m}^3/\text{h}$ “ gilt, ist davon auszugehen, dass keine Anforderung an die Zeit für den Luftaustausch gestellt wird. Die Austauschzeit wird auch durch die zeitlich veränderliche Infiltration schwanken, da diese bei der Auslegung der ALD angerechnet wird. Weiterhin ist zu beachten, dass durch die einfache Summation die höheren Lüftungswärmeverluste nicht mehr gerechtfertigt sind. Die Lüftungstechnische Mindestanforderung in [2, Abschn. 2, letzter Satz], dass alle fensterlosen Räume der Wohnung gleichzeitig gelüftet werden können, wird auch bei verminderter Anzahl von ALD und ÜLD erfüllt.

Andererseits könnte man aufgrund des fehlenden Summenzeichens in den Gleichungen (1) und (2) der DIN 18017-3 zu dem Schluss kommen, dass man bei der Festlegung des Gesamtvolumenstroms für die Wohnung freie Hand hat. Es könnte sich z.B.

## 1 Einzel- und Parallelbetrieb



zwei Lüfter für zwei verschiedene Netzkennlinien

Quelle: N. Nadler

auch eine Maximalwertbildung über die einzelnen Ablufträume anbieten. Hier sollte die Norm eine Klarstellung vornehmen.

Nach [3, Pkt. 10] gilt die DIN 18017-3 nicht für große fensterlose Bäder oder Bäder mit Whirlpools. Daher sollte ein Hinweis im Anwendungsbereich und/oder im Abschnitt 4.1.1 erscheinen, der z.B. das maximale Luftvolumen des Bades definiert. Die Beispielrechnungen in [3] beziehen sich auf 10 m<sup>3</sup> Raumvolumen, was bei einer minimalen lichten Raumhöhe von 2,50 m einer Grundfläche von max. 4 m<sup>2</sup> entsprechen würde.

Bei gleichzeitigem Betrieb mehrerer Abluftventilatoren, werden aufgrund der Druckverhältnisse in der Wohnung die planmäßigen Abluftvolumenströme nicht eingehalten. Vergleichbar ist die Situation mit der Parallelschaltung von Ventilatoren. Bild 1 zeigt beispielhaft wie sich die Betriebspunkte ändern, wenn 2 Badlüfter im Einsatz sind, die in der Stufe 60 m<sup>3</sup>/h je Bad betrieben werden sollen. Erfolgt die Auslegung der ALD und ÜLD in der NE für 60 m<sup>3</sup>/h (Maximalwertauslegung, Fall 1), so beträgt der Gesamtvolumenstrom durch beide Bäder bei gleichzeitigem Betrieb ca. 80 m<sup>3</sup>/h. Bei gleichen Druckverlusten also ca. 40 m<sup>3</sup>/h je Bad. Bei der Summenauslegung (Fall 2) der ALD und ÜLD für 120 m<sup>3</sup>/h steigt der Volumenstrom bei Einzelbetrieb auf ca. 65 m<sup>3</sup>/h aufgrund der geringeren Druckverluste an.

Dieser geringe Anstieg ist durch die Steilheit der Kennlinie in diesem Bereich begründet. Ein steile Kennlinie fordert die DIN 18017-3 [1, Bild 7], um Stördrücke von außen zu begegnen. Durch die Parallelschaltung verändert sich etwas die Steilheit der Gesamtkennlinie. Bei einem Bad mit 10 m<sup>3</sup> Raumvolumen würde sich im Fall 1 die Entlüftung um ca. 5 min verlängern, was durchaus akzeptabel erscheint und den Vorteil geringerer Lüftungswärmeverluste durch Infiltration bei Nichtbetrieb hat.

Bei der stationären Berechnung der Lüftungsheizlast zur Auslegung der Heizanlage sollte man für den kurzzeitigen Betrieb einen Tagesmittelwert des Volumenstroms ansetzen, z.B. achtmalige Benutzung \* (60 m<sup>3</sup>/h \* 10 min/Benutzung + 15 m<sup>3</sup> Nachlauf/Benutzung)/24 h = 8 m<sup>3</sup>/h. Dabei ergeben sich jedoch so geringe Werte, dass man sie auch vernachlässigen kann, wenn man sie auf die Aufenthaltsräume verteilt. Für den kurzzeitigen Betrieb ist davon auszugehen, dass die Raumlufttemperatur sich etwas abkühlen wird. Die Raumtemperaturregelung wird zwar die Heizung hochfahren, jedoch kann nur der konvektive Anteil diese Last sofort auffangen. Nur eine Luftheizung könnte für einen schnellen Ausgleich sorgen. Die in vielen Softwareprogrammen zur Heizlastberechnung angebotenen Auswahlmöglichkeiten sollten für den kurzzeitigen Betrieb abgewählt werden.

### Problembereich ALD

Die Nachströmung über ALD ist nicht problemlos. Nach [2, Abschn. 2.1.1 und 2.2, jeweils letzter Satz] sollen sie absperrbar ausgeführt werden. Für den Katastrophenfall und zur Unterbindung unangenehmer Gerüche von außen **müssen** sie jedoch absperrbar sein (s. [4]). Fensterfalzlüfter sind nicht absperrbar. Eine Klappe sorgt hier nur für eine obere Begrenzung der Zuströmung bei zu hoher Windgeschwindigkeit. Ob die ALD regelbar sein dürfen, wird in der DIN 18017-3 nicht behandelt. Falls sie regelbar ausgeführt werden, z.B. nach der Feuchte im jeweiligen Raum oder nach der Außenlufttemperatur, stellt sich wieder die Frage nach der Austauschzeit der Luft zur Abfuhr der Gerüche aus den Ablufträumen. Die steile Lüfterkennlinie wirkt jedoch dem Schließen der ALD entgegen, sodass der Volumenstrom in etwa

erhalten bleibt, aber Geräusche entstehen können.

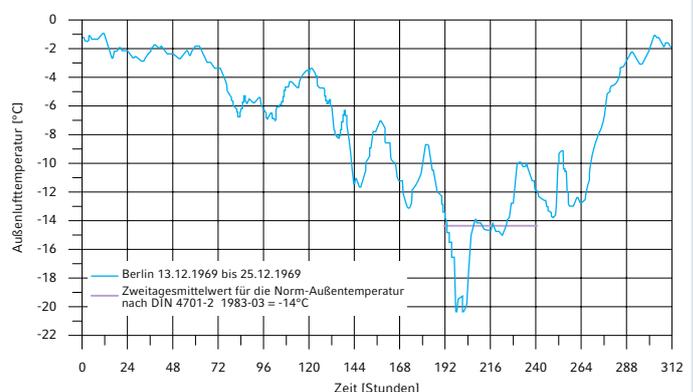
Bei Fußbodenheizungen, aber auch bei Heizkörpern unter dem Fenster ist mit Zugbelastigungen zu rechnen, da der konvektive Anteil der Heizleistung nicht ausreicht, um den Kaltluftabfall aufzufangen. Das haben Raumluftströmungssimulationen der TU Dresden ergeben. Auch in der Praxis gibt es Beschwerden über Zugluft. Das Amtsgericht Frankfurt am Main hat entschieden, dass Zugluft in einem Passivhaus einen Mietmangel darstellt und eine Mietminderung von 10% gerechtfertigt ist (AG Frankfurt/Main 33 C 1251/17). In dem Passivhaus wurde eine Fußbodenheizung und eine Lüftungsanlage mit WRG eingebaut. Der ALD war nicht geeignet, die Außenluft mit Untertemperatur von der Decke zugfrei in den Raum einzubringen. Offenbar war die Lufteintrittsgeschwindigkeit und -temperatur zu gering, um einen Coanda-Effekt auszunutzen. Eventuell wurde auch die Einbauvorschrift für die Ausnutzung eines Coanda-Effektes nicht eingehalten. Der Kaltluftabfall wird noch verstärkt, wenn das Bauteil unterhalb des ALD eine schlechte Wärmedämmung aufweist.

Das eine solche Lüftungslast durch die Auslegung nicht kom-

pensiert wird, liegt auch an der Heizlastnorm DIN EN 12831. In dieser Berechnung erfolgt keine Anpassung der erforderlichen Heizleistung an die Lastart (hier rein konvektiv). Die Heizlast nach dieser Norm stellt immer noch eine reine Gebäudeeigenschaft dar, was bei der Kühllastberechnung nach VDI 2078 nicht mehr vorausgesetzt wird. Dort wird zwischen konvektiver und Strahlungslast unterschieden und der Konvektivanteil der Anlagenleistung geht in die Berechnung ein [5]. Der Strahlungsanteil der Heizleistung kann gegen den Kaltluftabfall nur dann wirken, wenn die Heizfläche das Bauteil unterhalb des ALD „sieht“. D.h., günstige Einstrahlverhältnisse vorliegen und es zu einer ausreichenden Erwärmung kommt, z.B. ALD hinter dem Heizkörper.

Die DIN EN 12831 gibt ein stationäres Berechnungsverfahren an. Die Außentemperatur für die Auslegung wird hierfür über den Zeitraum von zwei Tagen gemittelt, obwohl man den Mittelwertzeitraum der Wärmespeicherfähigkeit anpassen muss [6]. Dadurch gehen die Informationen über Temperaturen, welche zeitweise unterhalb der Normaußentemperatur liegen verloren. Im Beispiel Bild 2 liegt die gemessene Außenlufttemperatur 23 h eines Tages mit bis

## 2 Verlauf der Außenlufttemperatur



während einer realen Kälteperiode in Berlin mit dem Zweitagesmittelwert, der heute noch gilt.

zu  $-20,3^{\circ}\text{C}$  unterhalb der Normaußentemperatur von  $-14^{\circ}\text{C}$ . Die Lüftungsheizlast wird in der Realität jedoch ungedämpft in voller Höhe, sofern keine WRG vorhanden ist, sofort wirksam, was durch die höhere Normaußentemperatur nicht berücksichtigt wird. Im Betrieb wird die Heizleistung entsprechend der Heizkurve nach der Außenlufttemperatur durch Absenkung der Vorlauftemperatur verringert, was zu einer weiteren Absenkung der konvektiven Leistung führt, aber auch zu einem geringeren Zugluftrisiko durch die steigende Außenlufttemperatur. Ob die konvektive Leistung dabei mehr abnimmt, als die langwellige Strahlungsleistung müsste noch untersucht werden. Dabei müsste auch der Mittelungszeitraum für die Außenlufttemperatur zum Nachfahren der Heizkurve in der Regeleinrichtung der Heizzentrale beachtet werden.

Man kann daher davon ausgehen, dass die konvektive Heizleistung für die Lüftungslast unterdimensioniert ist und daher Zugerscheinungen vor allem beim dauernden Lüftungsbetrieb zumindest zeitweise sehr wahrscheinlich sind. Besonders betroffen davon sind Nutzungseinheiten mit wenig Aufenthaltsräumen (1-Zimmer-Wohnung, Studentenwohnheime, Hotels) in denen die gesamte Außenluftnachströmung nur in einem Raum eingebracht wird. Das gilt insbesondere auch für die Auslegung nach Nennlüftung gem. DIN 1946-6 [7].

Beispiel: Eine Wohnung in einem gerade errichteten Studentenwohnheim hat ein Zimmer mit  $19,05\text{ m}^2$  und ein fensterloses Bad mit  $3,57\text{ m}^2$ . Die lichte Raumhöhe beträgt  $2,60\text{ m}$ . Daraus ergibt sich das Raumvolumen des Zimmers zu  $49,53\text{ m}^3$ . Die Lüftungsanlage nach DIN 18017-3 wird dauerhaft im Zimmer mit  $40\text{ m}^3/\text{h}$  Nachströmung betrieben. Für das Beispiel im Bild 2 ist die Heizung bei  $20^{\circ}\text{C}$  Raumlufttemperatur und einem Luftwechsel im Zimmer von  $40\text{ m}^3/\text{h} : 49,53\text{ m}^3 = 0,81\text{ h}^{-1}$  um

$$\frac{\vartheta_{\text{N}} - \vartheta_{\text{min}}}{\vartheta_{\text{RL}} - \vartheta_{\text{min}}} = \frac{-14^{\circ}\text{C} - (-20,3^{\circ}\text{C})}{20^{\circ}\text{C} - (-20,3^{\circ}\text{C})} = 0,156$$

also ca. 16 % unterdimensioniert.

Ein weiterer Problempunkt ist die Übertragung von Gerüchen aus den unteren Wohnungen über die eigenen ALD, welche besonders bei Ansaugung mit dauerhafter Lüftung nicht hinnehmbar ist. Hierzu gibt es ein aktuelles Urteil (LG Berlin, Az.: 65 S 362/16) über die Beeinträchtigung durch Nikotingeruch aus einer unteren Wohnung. Danach darf ein Mieter wegen Geruchsbelästigung im darüberliegenden Schlafzimmer nicht während der Nachtzeit aus dem Zimmerfenster rauchen, ansonsten ist eine Mietminderung beim oberen Mieter von 3 % gerechtfertigt.

Für den Einbau der ALDs ist nach der EU-Bauproduktenverordnung (EU-BauPV [8]) zu beachten, dass der Hersteller der Fenster beim Einbau von Fensterfalzlüfter bzw. von ALD in die Außenbauteile eine Leistungserklärung abgeben muss, welche u.a. die Schalldämmwerte **mit ALD** angeben. Als Hersteller gelten auch Bauhandwerker, die eine Veränderung des gelieferten Bauproduktes durch den Einbau von ALD vornehmen. Allerdings ist noch nicht geklärt, ob der Artikel 5 der EU-BauPV in diesen Fällen greift. Hiernach kann von der Abgabe einer Leistungserklärung abgesehen werden, wenn es sich um Sonderanfertigungen handelt, die nicht im Rahmen einer Serienfertigung, sondern im besonderen Auftrag gefertigt wurden. Die Frage, ob nicht der größte Teil des Bauteils eine Serienfertigung darstellt, müssen wohl die Gutachter und Gerichte klären.

Wird jedoch eine bestimmte Schallschutzklasse vereinbart, muss zur Berechnung des Schallschutzausweises ohnehin die veränderten Schalldämmwerte durch den ALD bekannt sein.

Auch bei der Berechnung des Schalldämm-Maßes sind gem. DIN 4109-1 [9] die Lüftungsöffnungen zu berücksichtigen. Im zulässigen Wert geht der Außenlärmpegel und die Raumart ein.

### Problembereich ÜLD

Der Einbau von ÜLD ist hinsichtlich Schall-, Geruchs-, Staub- und Lichtübertragung von Raum zu Raum ebenfalls problematisch.

Hier gelten die gleichen Anforderungen der EU-BauPV wie oben beschrieben. Nach FprEN 14351-2 [10] können die Schalldämmwerte im Referenzverfahren gemessen werden oder es erfolgt im Alternativverfahren eine Zuordnung nach Merkmalen wie z.B. nach Art der Dichtung im normativen Anhang, Tabelle B.2. Für eine Tür ohne Bodendichtung mit einem Höchstabstand vom Boden von  $10\text{ mm}$  würde die Tür nach Tabelle B.2 eine Schalldämmung von  $15\text{ dB}$  haben. Dieser Wert wird im CE-Kennzeichen eingetragen. Für bessere Schalldämmwerte wäre eine Bodendichtung notwendig, wodurch ein Türunterschnitt nicht mehr möglich ist.

Außerdem könnte unabhängig von der EU-BauPV eine bestimmte Schallschutzklasse für den eigenen Wohnbereich vereinbart werden, z.B. nach VDI 4100 [11] oder nach dem DEGA-Memorandum 104 [12]. Für die Erstellung eines Schallschutzausweises werden auch die Schallschutzwerte der Innentüren benötigt, welche **mit ÜLD** ermittelt werden müssen. Nach der DEGA-Schallschutzklasse EW1 (Mindestanforderung) würden  $15\text{ dB}$  für Zimmertüren in/von schützenswerten Räumen (Schlaf- oder Kinderzimmer) nicht mehr ausreichend sein. Bei geschlossenem Grundriss wären mind.  $17\text{ dB}$  und bei offenem Grundriss mind.  $22\text{ dB}$  notwendig.

Die FprEN 14351-2 ist als Schlussentwurf noch nicht harmonisiert. In die Liste der Technischen Baubestimmungen werden nur harmonisierte Normen eingetragen. Es wird aber davon ausgegangen, dass die Eintragung erfolgt, sobald der Normungsprozess beim CEN vollständig durchlaufen ist. Im Vorwort der Norm ist bereits ihre Harmonisierung anvisiert. Sobald die harmonisierte Norm (hEN) im EU-Amtsblatt erscheint, muss sie eingehalten werden, um die Konformität mit der Richtlinie zu bestätigen (Übergangsfristen sind geregelt). Eine Richtlinie (Verordnung) ist europäische Gesetzgebung, die Norm wird damit ein Teil davon. Vorher ist sie (nur) Teil des Technischen Regelwerkes, welches angezogen werden kann und sollte, wenn keine gleichwertigen und/oder besseren Vorgaben und Standards existieren. Das DIN hat sich als Mitglied in der europäischen Normung verpflichtet, diese Standards zu übernehmen und alle entgegenstehenden nationalen Standards innerhalb einer Frist zurückzuziehen.

Der Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich ist in der DIN 4109-1 zwar ausgenommen, jedoch gilt dies nicht für Geräusche von Anlagen der Raumluftechnik, die vom Nutzer nicht beeinflusst werden können. ÜLD kann man zu den Anlagen der Raumluftechnik zählen, da sie auch Strömungsgeräusche verursachen, vor allem bei großen Volumenströmen durch kleine Flächenquerschnitte. Bei einem nutzerunabhängigen Betrieb gibt die DIN 4109-1 in der Tabelle 10 maximal zulässige Schalldruckpegel für raumluftechnischen Anlagen im eigenen Wohnbereich an. Um den zulässigen Wert zu überprüfen, muss der Schalldruckpegel des ÜLD bekannt sein.

Bei Innentüren kommt noch hinzu, dass zur Begrenzung der Lichtübertragung der untere Luftspalt nach DIN 18101 [13] unter

Berücksichtigung der Bauelementtoleranzen auf ca. 10 mm begrenzt ist. Bei dem üblichen 88,5 cm breiten Wandöffnungsmaß entspräche das einem freien Querschnitt für die Tür von ca. 80 cm<sup>2</sup>, der durch den Türunterschnitt nicht überschritten werden darf. Nach Glg. (33) der DIN 1946-6 wären damit bei Türen mit Dichtung seitlich und oben nur max. 32 m<sup>3</sup>/h Überströmung möglich. Die Mindestfläche von 150 cm<sup>2</sup> in [1, Abschn. 4.2.3] dürfte für Türunterschnitte daher im Wohnungsbau kaum zu erfüllen sein.

Demzufolge müssten in vielen Fällen ÜLD mit Schall- und Lichtschutz eingebaut werden, die aber die Baukosten verteuern. Ist ein Türunterschnitt ausreichend, ist darauf zu achten, dass zur Vermeidung des Aufquellens die Schnittflächen versiegelt werden, was in der Praxis häufig unterlassen wird. Außerdem darf ein Teppich nicht den unteren Luftspalt verkleinern.

### Nachströmung über Infiltration

ALD und ÜLD werden von der DIN 18017-3 gefordert, damit die aus dem Bad abgeführte Luft von außen nachströmen kann. Früher reichte hierzu die Infiltration durch Gebäudefugen aus. Mit der Fassung von 2009 muss der Volumenstrom durch Infiltration berechnet werden und wird in Abzug vom Bedarf gebracht. Für die Berechnung legt die Norm eine bestimmte Druckdifferenz zugrunde, z.B. 8 Pa, was einer Windgeschwindigkeit von ca. 3,7 m/s entspricht. Die sich einstellende Druckdifferenz wird jedoch maßgeblich durch den Betrieb des Ventilators und weniger durch den Winddruck auf die Fassade bestimmt. Um dies zu verdeutlichen, sind im Bild 3 für den o.g. Lüfter einige vereinfachte Beispiele angegeben.

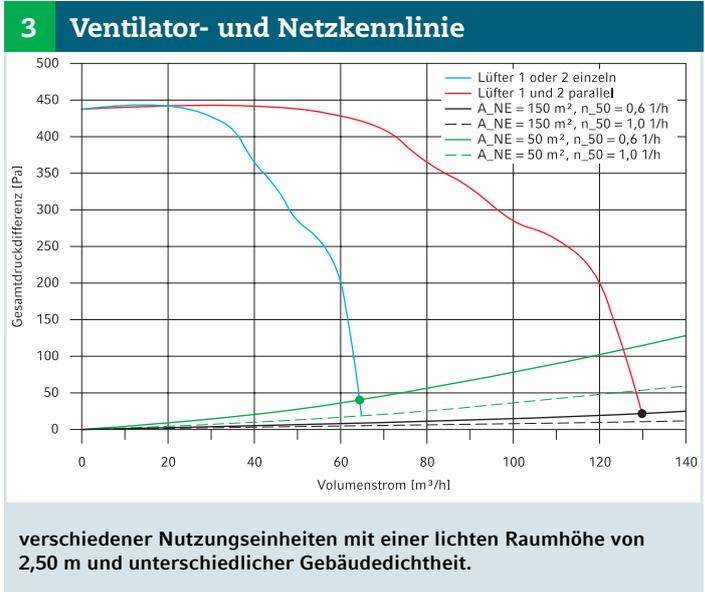
Die „Netzkenlinie der Nutzungseinheit“ ermittelt sich aus der Umrechnung der Blower-Door-Ergebnisse auf von 50 Pa abweichende Drücke. Damit erhält man den funktionalen Zusammenhang zwischen Gesamtdruckdifferenz und Volumenstrom.

$$\Delta p = 50 \text{ Pa} \cdot \left( \frac{q_v}{h_{NE} \cdot A_{NE} \cdot n_{50}} \right)^{1,5}$$

$\Delta p$	Gesamtdruckdifferenz in Pa
$q_v$	Volumenstrom in m <sup>3</sup> /h
$h_{NE}$	lichte Raumhöhe in der Nutzungseinheit in m
$A_{NE}$	Fläche der Nutzungseinheit in m <sup>2</sup>
$n_{50}$	Blower-Door-Wert oder Schätzwert für Gebäudedichtheit in h <sup>-1</sup>

Für die komplette Netzkenlinie addieren sich noch die Druckverluste der Türspalte bei geschlossenen Innentüren und der Abluftleitung, die hier nicht weiter betrachtet werden. Der Leitungsdurchmesser wird entsprechend angepasst. Der Schnittpunkt zwischen Ventilator- und Netzkenlinie stellt den sich einstellenden Betriebspunkt dar. Höhere Druckverluste heben die Netzkenlinie an und der Betriebspunkt wandert nach oben.

Für die kleine Nutzungseinheit mit 50 m<sup>2</sup> Grundfläche und einer relativ dichten Gebäudehülle, gekennzeichnet durch den n<sub>50</sub>-Wert von 0,6 h<sup>-1</sup>, liegt der Betriebspunkt sogar über den Bedarf von 60 m<sup>3</sup>/h. Für die große Nutzungseinheit mit 150 m<sup>2</sup> Grundfläche und zwei Bädern bzw. Lüfter, die zufällig gleichzeitig in Betrieb sind, ergibt sich ein Volumenstrom von ca. 130 m<sup>3</sup>/h, was auch über einen summativen Bedarf von 120 m<sup>3</sup>/h liegt. Die



anderen Betriebspunkte bei n<sub>50</sub> = 1,0 h<sup>-1</sup> erweisen sich ebenfalls als völlig ausreichend aufgrund der geringeren Druckverluste in der Gebäudehülle. Für den Fall 50 m<sup>2</sup>/0,6 h<sup>-1</sup> (grüne durchgezogene Linie) würde der planmäßige Mindest-Abluftvolumenstrom von 60 m<sup>3</sup>/h erst bei einem n<sub>50</sub>-Wert von < 0,2 h<sup>-1</sup> unterschritten werden.

Das bedeutet, dass bei diesem Lüfter und den genannten Parametern keine ALD und ÜLD notwendig wären, da die Nachströmung über die Gebäudefugen ausreichend ist. Je nach Verteilung der Undichtigkeiten in der Nutzungseinheit könnten sich Strömungsgeräusche einstellen, die wenn überhaupt nur kurzzeitig vorhanden wären. Bei einer Berechnung nach DIN 18017-3 für die kleine Nutzungseinheit mit einem Bad wären drei bis acht Fensterfalzlüfter notwendig. Zu beachten ist allerdings, dass die Nachströmung über Infiltration auch durch Türspalte von Raum zu Raum erfolgt.

### Zuluftleitung für fensterlose Ablufträume

Vorstehende Ausführungen zeigen, dass die lüftungstechnischen Anforderungen nach [2, Abschn. 2] (keine Zugbelästi-

gungen und keine Übertragung von Gerüchen in andere Räume) mit dem ALD/ÜLD-System nicht immer erfüllbar sind. Die DIN 18017-3 schreibt jedoch als einzige Nachströmöffnungsart dieses System vor, obwohl nach [2, Abschn. 2.1.1] die Zuluft auch über eine zentrale Stelle in der Wohnung den fensterlosen Räumen zugeführt werden kann. Mit der Beschränkung auf ALD und ÜLD in den Aufenthaltsräumen als einzige Nachströmungsart erfüllt die derzeitige DIN 18017-3 (s. dort 4.2.1) nicht vollständig die Möglichkeiten aus [2, Abschn. 2.1.1], was im Widerspruch zu [2, Abschn. 2.3] steht.

Ein Ausweg aus dem ALD/ÜLD-Dilemma könnte eine Zuluftleitung innerhalb der Wohnung von der Außenwand zum fensterlosen Abluftraum sein. Eine Lüftung mit kalter Außenluft ist auch beim Bad mit Fenster gegeben. Nach der Nutzung wird das Fenster zur Lüftung geöffnet. Ein mechanisches Abluftsystem mit eigener Zuluftleitung ist auch nach [2, Abschn. 2.1.1] für fensterlose Küchen erforderlich.

Üblicherweise wird die Lüftung nach DIN 18017-3 auch dafür genutzt, um gem. DIN 1946-6 [7, Abschn. 4.2.1] die notwendige Lüftung zum Feuchteschutz zu realisieren. Die DIN

1946-6 geht davon aus, dass die gesamte Wohnung dauerhaft gelüftet werden muss. Es gibt aber auch noch die Möglichkeit, dass nur einzelne Räume versorgt werden oder keine lüftungstechnische Maßnahme notwendig ist:

- Die Infiltration könnte ausreichend sein für die Lüftung zum Feuchteschutz.
- Einige Bauherren wollen nur die Schlaf- und Kinderzimmer zur Straße aus Schallschutzgründen mechanisch lüften (s.a. BER-Urteil OVG 6 A 31.14).
- Demnächst wird ein Lüftungskonzept mit manueller Fensterlüftung vorgestellt, welches raumweise aufgrund der Feuchtelast angesetzt wird. Für einige Räume könnte die manuelle, zumutbare Fensterlüftung ausreichend sein.
- Die Räume werden einzeln mit einem dezentralen Lüftungsgerät oder einer Zu-/Abluftanlage gelüftet.

Wenn also die Lüftung zum Feuchteschutz in den Aufenthaltsräumen auf andere Weise gesichert ist, kann die Zuluftleitung zum Einsatz kommen. Dabei ergeben sich folgende Vorteile:

1. Die direkte Zufuhr hat den energetischen Vorteil, dass die Außenluft durch die Heizung in den durchströmten Räumen nicht erwärmt werden muss, sofern ein Mindestluftwechsel gerade nicht benötigt wird. Signifikant ist dieser Vorteil besonders bei dauerhafter Lüftung, z.B. bei Zentralentlüftungsanlagen. Die Heizung im Bad muss beim bedarfsgeführten Lüftungsbetrieb nicht die zugeführte Außenluft erwärmen, da die 60 m<sup>3</sup>/h nur kurzzeitig strömen. Beim Bad mit Fenster erfolgt auch keine Höherdimensionierung der Heizung aufgrund der Fensterlüftung und das Thermostatventil sollte während der Lüftung auf Frostschutz

gedreht sein. Für einen längeren Aufenthalt im Bad empfiehlt sich jedoch ein Auslegungszuschlag, der dem o.g. Tagesmittel entspricht und eine Heizfläche mit hohem Konvektivanteil.

2. Ein Heizregister zur geringen Vorwärmung kann optional eingebaut werden, z.B. zur Verminderung der Kondensationsgefahr an der Zuluftleitung. Damit wäre auch eine Erwärmung mittels erneuerbarer Energien möglich, z.B. bei einem elektrischen Heizgerät mit Strom aus einer Photovoltaik-Anlage. Zu beachten ist jedoch, dass ein Elektroheizgerät einen Mindestvolumenstrom benötigt, um ein Durchbrennen der Elektrodrähte zu verhindern. D.h., es ist noch ein Luftstromwächter vorzusehen.
3. Mit einer Zuluftleitung werden auch Zugbelästigungen durch ALD in den Aufenthaltsräumen vermieden. Man wäre auch flexibler mit dem Anbringungsort des ALD für die Zuluftleitung, z.B. Ansaugung nicht auf Seite der Hauptverkehrsstraße, wodurch der Schadstoffeintrag geringer wäre.
4. Das Problem mit der Gleichzeitigkeit hat sich erledigt. Es könnte nur noch bei der Auslegung eines Zuluftleitungsnetzes von Bedeutung sein.
5. Am Außenlufteintritt in die Zuluftleitung kann ein Luftfilter eingesetzt werden, um hauptsächlich Zuluftleitung und Ventilator zu schützen. Die Ventilatorleistung ist entsprechend anzupassen.
6. Die Problematik der erhöhten Schall- und Lichtübertragung durch die ÜLD (z.B. im Türunterschnitt) würde entfallen. Ebenso gibt es keine Geruchs- und Staubübertragung in andere Räume (s.a. [1, Abschn. 4.5]).

7. Die Infiltration ist durch den ausbleibenden Unterdruck in der Wohnung um 50 bis 86 % geringer und muss für die Planung der Entlüftungsanlage nicht mehr berechnet werden. Beim ALD/ÜLD-System ist auch die erhöhte Infiltration aufgrund dieser Luftdurchlässe bei abgeschalteten Ventilatoren zu beachten. Hier würde eine freie Lüftung wirksam werden, was zu unnötigen Lüftungswärmeverlusten führt.
8. Es gibt auch keine Probleme mit dem max. Differenzdruck, wenn raumluftabhängige Feuerstätten vorhanden sind.
9. Für die Feuchteregelung ist nur ein Außenfühler notwendig, mit dem das Feuchtepotential errechnet werden kann. Dadurch kann die Zufuhr von zu feuchter Außenluft unterbunden werden, s. [4].
10. Bei dauerhaftem Luftvolumenstrom in den Aufenthaltsräumen kann in Zeiten geringer Feuchteproduktion die relative Raumluftfeuchte im Winter auf unter 40 % sinken, was die Infektionsgefahr durch Viren begünstigt. Bei einer Zuluftleitung kann dieses Risiko nur im Abluftraum auftreten, welches durch die u.g. Regelungsart zudem minimiert wird.

Anforderungen an die Zuluftleitung wären z.B., dass sie gedämmt sein sollte, um Kondensation zu vermeiden und dass der Zulufttritt abgesperrt werden kann. Dimensionierungshinweise für den Leitungsquerschnitt und der Wärmedämmung sollten vorliegen. Die Zuluftleitung kann mit einer höheren Luftgeschwindigkeit ausgelegt werden als die ÜLD, da Strömungsgeräusche durch die Leitung selbst gedämpft werden. Wenn mehrere Ablufträume jeweils mit eigener Zuluftleitung vorhanden sind, sollten die Innentüren der Ablufträume möglichst dicht ausgeführt werden, ggf. mit einer Bodendichtung. Ansonsten könnte beim Betrieb eines Ventilators in einem Abluftraum noch nicht abgeführte Gerüche und Feuchte aus den anderen Ablufträumen angesaugt werden, da über deren Zuluftleitung eine Nachströmung vorhanden ist. Werden für mehrere Ablufträume die Zuluftleitungen zu einem Leitungsnetz verbunden, muss für jeden Abluftraum eine Rückschlagklappe vorgesehen werden.

Anforderungen an die Regelung wären z.B., dass die Entlüftung erst nach der Nutzung im vollen Umfang aktiviert wird, was auch dem Fensterlüftungsbetrieb im Bad mit Fenster entsprechen würde. Dadurch werden Zugbelästigungen mit kalter Außenluft während der Nutzung vermieden. Ein VOC-Sensor im Abluftraum, sowie Feuchte- und Temperatursensoren im Abluftraum und Zuluftleitung könnte die notwendige Laufzeit des Ventilators bestimmen, wobei ein reduzierter Anlauf für die Zeit während der Nutzung in Abhängigkeit der Außenlufttemperatur sinnvoll wäre. Mit einem verzögerten Lüftungsbeginn könnte verhindert werden, dass nach jedem Händewaschen der Ventilator anspringt.

#### Abluftleitung im eigenen Wohnbereich

Denkbar ist auch, die Abluftleitung als Alternative innerhalb der Wohnung zu einer Außenwand zu führen. Dadurch wären keine Brandschutzabschottungen und kein geringer dauerhafter Luftvolumenstrom zur Aufrechterhaltung einer gerichteten Strömung in Zeiten geringen Luftbedarfs notwendig. Für das TRY Potsdam in der Heizzeit 1. Oktober bis 30. April bei 20 °C Raumlufttemperatur und 15 m<sup>3</sup>/h empfohlenen dauerhaftem Mindest-Abluftvolumenstrom (s. [1, Abschn. 4.1.1]) würden zur Aufheizung der Außenluft ca. 400 kWh je Abluftraum benötigt werden. Bei derzeit 7 ct/kWh für Gas beträgt die maximale Einsparung **ohne Nutzung** des Abluft-

raumes 28 €/a. Hinzu kommen die Kosten für den elektrischen Energieverbrauch des Ventilators.

Eine WRG von der Abluft- zur Zuluftleitung wäre möglich, lohnt sich aber nur bei dauerhaftem Luftvolumenstrom. Anlass könnte aber auch sein, wenn Wäsche regelmäßig im Abluftraum getrocknet wird oder die Erhöhung des thermischen Komforts während der Nutzung. Bei einem platzsparenden „Rohr in Rohr“-System sollte beachtet werden, dass die Rohre absolut luftdicht sind und dass es zu Kondensation im Rohr kommen kann. Vermutlich wird die Erhöhung der Zulufttemperatur bei diesem System aufgrund der kleinen Wärmeübertragungsfläche allerdings sehr gering ausfallen. Vorstellbar sind aber auch andere rekuperative WRG-Systeme.

### Regelung

Im Abschnitt 4.1.1 der DIN 18017-3 werden auch Szenarien zur Regelung empfohlen. Hier müsste auch an den Stand der Technik angepasst werden. Werden Sensoren zur Messung der stofflichen Belastung in Verbindung mit einer Elektronik eingesetzt, ergeben sich neue Möglichkeiten des Lüftungsbetriebes. So könnte z.B. gegenüber der Norm die umgekehrte Betriebsweise (Inversbetrieb) aus Gründen der thermischen Behaglichkeit sinnvoller sein (s.o.). In der Norm werden 60 m<sup>3</sup>/h während der Nutzung, mit einer etwas niedrigeren Temperatur der Aufenthaltsräume gegenüber der Badezimmertemperatur und 15 m<sup>3</sup>/h Nachlauf empfohlen. 15 m<sup>3</sup>/h während der Nutzung und 60 m<sup>3</sup>/h Nachlauf bis Sensor- oder Zeitausschaltung könnten Zugscheinungen vermeiden. Bei verputzten Bädern, z.B. mit Kalkpressspachtel, sollte zur Berücksichtigung einer verzögerten Desorption der Nachlauf verlängert werden.

Mit einem Feuchtesensor kann die Lüftung so geregelt werden, dass sie auf 0 m<sup>3</sup>/h reduziert werden kann, nicht nur in Zeiten geringen Luftbedarfs (nachts). Der Feuchteschutz ist somit gewährleistet, da ein hoher Feuchteanfall, z.B. durch Wäschetrocknen, oder durch Desorption erfasst wird. Voraussetzung hierfür ist, dass die Entlüftungsanlage nicht der Lüftung zum Feuchteschutz in der NE dient.

Der gleichzeitige Lüftungsbetrieb bei mehreren Ablufträumen könnte mittels Signalübertragung koordiniert werden. Dadurch wären Einsparungen bei den ALD und ÜLD möglich.

Der Hinweis auf die Wärmeschutzverordnung 1995 (WSchV 95) ist nicht sinnvoll für innenliegende Räume, da WSchV und EnEV nur Anforderungen an Außenbauteile stellen. Maßgeblich sind außerdem nur die Wärmebrücken mit ihrem  $f_{Rsi}$ -Wert nach DIN 4108-2 [14]. Dieser wurde erst 2001 mit der DIN 4108-2 eingeführt und ist mit  $\geq 0,7$  festgelegt. Im innenliegenden Bad gelten andere Bedingungen, als sie an Außenbauteilen zu stellen sind. Der Hinweis auf die WSchV 95 kann daher auch nur dann gelten, wenn der Abluftraum ohne Fenster ein Außenbauteil besitzt, was bei innenliegenden Bädern selten der Fall ist. Dagegen sind durch den Hinweis auf einen Mindest- $f_{Rsi}$ -Wert auch innenliegende Räume mit Bauteilen zum z.B. kalten Treppenhaus oder unbeheizten Nachbarraum eingeschlossen.

### Fazit

Obwohl die Bauaufsichtliche Richtlinie bzw. die DIN 18017-3 fordert, dass Schall-, Geruchs-, und Staubübertragung von Raum zu Raum in der Wohnung zu vermeiden ist, werden in der Norm für die Nachströmung nur ALD und ÜLD favorisiert. Durch die Überströmung werden genau diese Anforderungen nicht eingehalten.

Hinzu kommt noch ein Lichtübertrag, unnötige Lüftungswärmeverluste in Zeiten ohne Luftbedarf und ein möglicher Keim- und Virenübertrag.

Die Ausführungen zeigen, dass eine Überarbeitung mit einigen Klarstellungen in der DIN 18017-3 nötig ist. Dabei sollten auch neue technische Möglichkeiten, z.B. bei der Regelung, sowie Alternativen, z.B. die Zuluftleitung zu Ablufträumen, berücksichtigt werden. Die Anforderungen an die Zuluftleitung sind hier nur angedeutet und sind näher zu spezifizieren. Das Gleiche gilt für die Abluftleitung im eigenen Wohnbereich.

Für die Beurteilung, ob die Infiltration zur Nachströmung ausreichend ist, muss die Kennlinie des eingesetzten Lüfters berücksichtigt werden. Dabei wird sich ergeben, dass nur für sehr dichte Gebäude ALD und ÜLD notwendig sind. Für die Bestimmung der Anzahl dieser Luftdurchlässe kann nicht die Glg. (1) bzw. (2) der DIN 18017-3 verwendet werden, da die geforderte Steilheit der Ventilator Kennlinie nicht berücksichtigt wird. Diese Steilheit bewirkt, dass eine weitere Erhöhung der ALD und ÜLD-Anzahl kaum Auswirkungen hat, was aus den beiden Gleichungen nicht hervorgeht.

Auch die Berechnung der Lüftungsheizlast bzw. Art und Anordnung der Heizflächen ist zu überdenken, um das Risiko von dauerhaften Zugscheinungen durch ALD in den Aufenthaltsräumen durch eine ausreichende Heizleistung zu reduzieren.

### Danksagung

Der Autor bedankt sich für die zahlreichen Anregungen und Informationen aus der Praxis, Normung, öffentliche Hand, Redaktion und von einem Hersteller.

### Literatur

- [1] DIN 18017-3:2009-09: Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster - Teil 3: Lüftung mit Ventilatoren
- [2] Bauaufsichtliche Richtlinie über die Lüftung fensterloser Küchen, Bäder und Toilettenräume in Wohnungen. Fachkommission Bauaufsicht der Bauministerkonferenz, Stand April 2009, zuletzt geändert durch Beschluss der Fachkommission Bauaufsicht vom 1. Juli 2010.
- [3] HöB, Anton: FAQ DIN 18017-3, Fachverband Gebäude-Klima e.V., [www.fgk.de](http://www.fgk.de)
- [4] Nadler, N.: Fragestellung zum Feuchteschutz. Ist eine Dauerlüftung notwendig? TAB 11/2017, S. 34-39, Bauverlag BV GmbH.
- [5] Nadler, N.: Kühllastberechnung für Bauteilanlagen. Springer-VDI-Verlag, HLH Bd. 59 (2008) Nr. 2, S. 49-52
- [6] Nadler, N.: Neue Außenlufttemperaturen für die Heizlastberechnung. Gesundheits-Ingenieur (GI) 133 (2012) Heft 1, Seite 1 – 12.
- [7] DIN 1946-6:2018-01 – Entwurf: Raumlufttechnik – Teil 6: Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen an die Auslegung, Ausführung, Inbetriebnahme und Übergabe sowie Instandhaltung.
- [8] Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des europäischen Parlaments vom 9. März 2011.
- [9] DIN 4109-1:2018-01: Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen.
- [10] FprEN 14351-2:2017-04 – Schluss-Entwurf: Fenster und Türen - Produktnorm, Leistungseigenschaften – Teil 2: Innentüren.
- [11] VDI 4100:2012-10: Schallschutz im Hochbau – Wohnungen – Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz.
- [12] DEGA BR 0104 Memorandum Februar 2015: Schallschutz im eigenen Wohnbereich. Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. Fachausschuss Bau- und Raumakustik.
- [13] DIN 18101:2014-08: Türen – Türen für den Wohnungsbau – Türblattgrößen, Bandsitz und Schlosssitz - Gegenseitige Abhängigkeit der Maße.
- [14] DIN 4108-2:2013-02: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Berlin: Beuth Verlag.