

Neuer Nachweis der ausreichenden Verbrennungsluftversorgung

über Undichtheiten in der Gebäudehülle nach DVGW-TRGI 2018

Bei der **Versorgung von raumluftabhängigen Feuerstätten mit Verbrennungsluft** wurde in den vergangenen 25 Jahren ein Mindestluftwechsel von $0,4 \text{ h}^{-1}$ unterstellt. Bedingt durch eine stetige Verbesserung der Gebäudehüllen und die damit einhergehende höhere Dichtheit ist diese Annahme jedoch seitdem **bei einer immer größer werdenden Anzahl von Gebäuden unzutreffend geworden**. Der Beitrag stellt vor diesem Hintergrund eine präzisierende Berechnung der erforderlichen Verbrennungsluftversorgung, wie sie in der neuen DVGW-TRGI 2018 verankert ist, vor.

von: Stefan Galapp (Ingenieurbüro Stefan Galapp)

Dieser Beitrag ist Bestandteil einer Textreihe zur neuen DVGW-TRGI 2018. Weitere Beiträge aus der Reihe finden Sie in dieser Ausgabe auf S. 10 sowie in den nächsten Ausgaben dieser Zeitschrift.

Seit mehr als 30 Jahren beruhen die Nachweise der ausreichenden Verbrennungsluftversorgung raumluftabhängiger Feuerstätten, die in der Musterfeuerungsverordnung (MFeuV) und den daraus abgeleiteten gesetzlichen Vorgaben der Feuerungsverordnungen der Länder und den diesbezüglichen Technischen Regeln (wie z. B. der DVGW-TRGI) festgeschrieben sind, auf den folgenden wesentlichen Annahmen:

- Zur sicheren Funktion (also der vollständigen Verbrennung und sicheren Abgasabführung) von Feuerstätten für feste Brennstoffe, Gas oder Öl müssen dem Aufstellraum $1,6 \text{ m}^3$ Verbrennungsluft je Stunde und je 1 Kilowatt (kW) Nennwärmeleistung zuströmen. Diese Annahme ist durch technische Erkenntnisse belegt und daher auch weiterhin unstrittig.
- Für die Verbrennungsluftversorgung stellt die Abgasanlage einen Unterdruck von 4 Pascal (Pa) zur Verfügung. Diese 4 Pa bewirken die Überwindung der Strömungswiderstände der Außenluft bei ihrem Weg durch die Undichtheiten der Außenhülle. Diese Annahme ergibt sich aus den Technischen Regeln zur Bemessung der Abgasanlagen für Unterdruck und ist ebenfalls auch weiterhin unstrittig.

• Bei allen betrachteten Gebäuden wurde bislang ein Mindestluftwechsel von $0,4 \text{ h}^{-1}$ unterstellt. Während diese Annahme vor 25 Jahren auf fast alle Gebäude zutraf, werden die Gebäudehüllen seitdem immer dichter und diese Annahme daher bei einer zunehmenden Anzahl von Gebäuden unzutreffend.

In der MFeuV wurden diese Annahmen bis 2016 umgesetzt, indem ein Rauminhalt aller Räume mit Verbindung zum Freien (der Verbrennungslufträume) von mindestens 4 m^3 je 1 kW Nennleistung aller raumluftabhängigen Feuerstätten gefordert wurde (4:1-Regel). In der Begründung zur MFeuV war hierzu ausgeführt, dass der Wert von $4 \text{ m}^3/\text{kW}$ Gesamtnennleistung sicherstellt, dass bei einem unterstellten Mindestluftwechsel von $0,4 \text{ h}^{-1}$ den Feuerstätten ein Verbrennungsluftvolumen von $1,6 \text{ m}^3/\text{h}$ kW zur Verfügung steht. Auf den dafür erforderlichen Unterdruck von 4 Pa ging die MFeuV nicht ein, sie enthielt aber eine Öffnung für andere Nachweisverfahren. Es wurde ausgeführt, dass für raumluftabhängige Feuerstätten eine ausreichende Verbrennungsluftversorgung auf andere Weise nachgewiesen werden kann. Das traf

z. B. schon immer für offen betriebene Feuerstätten, wie beispielsweise offene Kamine, zu.

In der DVGW-TRGI wurden bis zum Jahr 2008 zu Beginn der Ausführungen zur Verbrennungsluftversorgung zunächst die gesicherten technischen Erkenntnisse (siehe die oben aufgeführten Annahmen 1. und 2.) dargestellt: „Ausreichende Verbrennungsluftversorgung liegt vor, wenn dem Aufstellraum bei einem Unterdruck gegenüber dem Freien von nicht mehr als $0,04 \text{ mbar}$ (4 Pa) auf natürliche Weise oder durch technische Maßnahmen eine stündliche Verbrennungsluftmenge von $1,6 \text{ m}^3$ je 1 kW Gesamtnennleistung der Gasgeräteart B und der Feuerstätten für flüssige und feste Brennstoffe, soweit sie die Verbrennungsluft dem Aufstellraum entnehmen, zuströmt.“ Bei der Berechnung der ausreichenden Verbrennungsluftversorgung folgte die DVGW-TRGI dann den Vorgaben der MFeuV und unterstellte ebenfalls einen Luftwechsel von $0,4 \text{ h}^{-1}$. Damit gab es keinen Widerspruch zwischen der Berechnung nach der Feuerungsverordnung des jeweiligen Bundeslandes (also nach einer gesetzlichen Vorgabe) und der Berechnung nach der Technischen Regel.

Präzisierende Berechnung der erforderlichen Verbrennungsluftversorgung für handbeschickte Feuerstätten für feste Brennstoffe in der DVGW-TRGI 2008

Bei den Brennstoffen Öl und Gas wird der Feuerstätte entsprechend der Wärmeanforderung kontinuierlich Brennstoff zugeführt. Über die Regelung des Luftüberschusses wird bei modernen Feuerstätten die erforderliche Verbrennungsluft ebenfalls dosiert zugeführt. Wenn der Verbrennungsluftbedarf nach der Nennleistung der Feuerstätte (also der höchsten möglichen Leistung) berechnet wird, ist die sichere Funktion zu jeder Zeit gewährleistet. In handbeschickten Feuerstätten für feste Brennstoffe weicht die Verbrennung davon jedoch wesentlich ab: In der Regel wird der für einen bestimmten Zeitraum erforderliche Brennstoff in den Feuerraum gelegt und dann in Brand gesteckt; der Abbrand verläuft dabei in verschiedenen Phasen mit sehr unterschiedlicher Intensität. Das bedeutet, dass zur vollständigen Verbrennung manchmal relativ wenig und manchmal extrem viel Verbrennungsluft benötigt wird – ein Sachverhalt, der zu Zeiten, in denen Feuerstätten für feste Brennstoffe die einzige Wärmequelle der Wohnungen in sehr undichten Gebäuden waren, kein Problem war. Die Erfahrung im Umgang mit diesen Feuerstätten wurden zudem von Generation zu Generation übernommen, so wurde z. B. während des Abbrandes des Brennstoffes im ortsfesten Kachelofen in der Regel das Fenster ein Stück geöffnet und das Zimmer mit der einströmenden Außenluft gelüftet.

Probleme begannen erst mit den dichteren Gebäuden. So setzte sich die Erkenntnis durch, dass das richtige Maß der erforderlichen Verbrennungsluft für Feuerstätten für feste Brennstoffe

nicht über die Nennleistung der Feuerstätte ermittelt werden kann. Wesentlich sind vielmehr die Menge des je Stunde verbrannten Brennstoffs und die Berücksichtigung des unterschiedlichen Verbrennungsluftbedarfs während der verschiedenen Abbrandphasen. Am deutlichsten wird die erforderliche Abweichung von der Nennleistung bei Speicherfeuerstätten wie z. B. Kachelgrundöfen. Bei diesen wird der Brennstoff für die Wärmeabgabe über ca. 8 Stunden in 1–1,5 Stunden verbrannt, in der Feuerstätte gespeichert und dann dosiert abgegeben. Die Verbrennungsluft wird aber nicht gleichmäßig über 8 Stunden, sondern konzentriert in der Zeit des Abbrandes benötigt.

Diese Erkenntnis führte zu einer Berechnung der ausreichenden Verbrennungsluftversorgung auf der Basis des stündlichen Brennstoffdurchsatzes und des Ansatzes einer „fiktiven Nennleistung“. Umgesetzt wurde dies zunächst in den Technischen Regeln der Ofen- und Luftheizungsbauer (TR-OL). Damit der Installateur bei der Berechnung der ausreichenden Verbrennungsluft für seine installierte Gasfeuerstätte auch diese Feuerstätten korrekt berücksichtigen kann, wurde der Ansatz im Jahr 2008 in die TRGI übernommen.

Zweifel an der grundsätzlichen Annahme eines Luftwechsels von $0,4 \text{ h}^{-1}$

Im Jahr 1995 wurde in der MFeuV die über das Raum-Leistungs-Verhältnis von 4 m^3 je 1 kW zu berechnende Gesamtleistung von 50 kW auf 35 kW herabgesetzt. In der Begründung dazu heißt es: „Auf kontrollierte Nachströmung von Luft durch diese vorgegebenen Lüftungsquerschnitte kann aufgrund der heute standardmäßig relativ dichten Fenster- und Türöffnungen

The banner features a green and blue background with a white envelope shape in the center. The DVGW logo is at the top left. The text 'energie|wasser-praxis' is in white on a green background. Below it, 'Bleiben Sie up to date: neuer monatlicher Newsletter' is written in blue and white. A red circle on the right contains the text 'Jetzt abonnieren' in white. At the bottom, a white text box contains the following information:

Mit unserem neuen Newsletter informieren wir Sie einmal im Monat zwischen den Print-Ausgaben über aktuelle Themen aus der Energie- und Wasserwirtschaft und neue Beiträge auf der Website. Den Newsletter können Sie auf www.energie-wasser-praxis.de ganz einfach und kostenlos abonnieren.

Tabelle 1: Tabelle 9-2 aus der TRGI 2018: Auslegungswert für n_{50} , wenn kein gemessener n_{50} -Wert vorliegt, sowie Zuordnung zu einem Haustyp unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors aus Tabelle 9-1 sowie der errechneten Luftwechselrate 1/h

Bemerkungen/Kriterien für Zuordnung	Auslegungswert n_{50}	Wohnung/Nutzungseinheit ^a eingeschossig		Wohnung/Nutzungseinheit ^a mehrgeschossig	
		Korrekturfaktor $f_{\text{wirk.komp}}$ 0,7	Errechnete Luftwechselrate n in 1/h	Korrekturfaktor $f_{\text{wirk.komp}}$ 0,8	Errechnete Luftwechselrate n in 1/h
Ventilatorgestützte Lüftung ^b in ab 2002 errichteten Ein- und Mehrfamilienhäusern	1,0	Haustyp 1	0,13	Haustyp 2	0,15
Freie Lüftung ^c in ab 2002 ^d errichteten Ein- und Mehrfamilienhäusern	1,5	Haustyp 3	0,19	Haustyp 4	0,22
Freie Lüftung in vor 2002 errichteten Mehrfamilienhäusern mit wesentlichen Änderungen ^e der Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle					
Freie Lüftung in vor 2002 errichteten Einfamilienhäusern mit wesentlichen Änderungen der Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle ^d	2,0	Haustyp 5	0,26	Haustyp 6	0,3
Freie Lüftung in vor 2002 errichteten Ein- und Mehrfamilienhäusern ohne wesentliche Änderungen ^e der Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle	3	Haustyp 7	0,4 ^f	Haustyp 7	0,4 ^f

a Eingeschossig/mehrgeschossig ist die Geschosshöhe innerhalb der Wohnung/Nutzungseinheit, z. B. Wohnung in einer Etage eines Mehrfamilienhauses = eingeschossig; Wohnung über zwei Etagen eines Mehrfamilienhauses = mehrgeschossig

b z. B. kontrollierte Be- und Entlüftung mittels eines oder mehrerer Ventilatoren

c Lüftung über Undichtheiten in der Gebäudehülle, z. B. Fensterfugen

d d. h. nach EnEV 2002 und Folgende errichtete Gebäude

e Eine wesentliche Änderung der Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle liegt z. B. vor, wenn

- in einer Nutzungseinheit mehr als $\frac{1}{3}$ der vorhandenen Fenster ausgetauscht wurde oder

- in einem Einfamilienhaus mehr als $\frac{1}{3}$ der vorhandenen Fenster ausgetauscht oder mehr als $\frac{1}{3}$ der Dachfläche abgedichtet wurde.

f Entspricht der bisherigen 4-m³/kW-Regel

Quelle: DVGW

ins Freie nur bei Feuerstätten von nicht mehr als 35 kW Nennwärmeleistung verzichtet werden.“ Man hatte also in den zuständigen Arbeitskreisen das Problem der höheren Dichtigkeit der Außenhülle durch „heute standardmäßig relativ dichte[n] Fenster- und Türöffnungen ins Freie“ bei neuen Gebäuden oder bei Gebäuden mit neuen Fenstern erkannt. Die Reduzierung der zulässigen Gesamtnennleistung auf 35 kW stellte jedoch keine wirkliche Lösung des Problems dar.

Neuer Ansatz zum Nachweis der ausreichenden Verbrennungsluftversorgung durch Undichtheiten der Gebäudehülle (Infiltration)

Wissenschaftliche Betrachtung der Problematik und Veröffentlichung in einer Technischen Regel

In wissenschaftlichen Arbeiten zur Lüftung von neuen Wohngebäuden wurde auf einen wesentlich geringeren Luftwechsel als 0,4 h⁻¹ verwiesen. Im Jahr 2009 erschien die neue DIN

1946-6 „Raumluftechnik – Teil 6 – Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung“. In dieser Norm wurde der durch Undichtheiten in der Gebäudehülle in Wohnungen eintretende Luftvolumenstrom (als Infiltration bezeichnet) nach neuesten Erkenntnissen und differenziert nach Neubau und bestehenden Gebäuden mit oder ohne wesentliche Änderung der Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle betrachtet. Damit ergab sich eine Möglichkeit, die Berechnung der ausreichenden Verbrennungsluftversorgung raumlufthängiger Feuerstätten unter dem Gesichtspunkt der aktuellen, in der Praxis vorhandenen Luftwechselraten neu zu betrachten.

Änderung der MFeuV war Voraussetzung einer Änderung des Nachweises

Bei der aus mehreren Gründen erforderlichen aktuellen Änderung der MFeuV 2007 wurde

auch der Nachweis der ausreichenden Verbrennungsluftversorgung raumluftabhängiger Feuerstätten diskutiert. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass die Annahme eines Luftwechsels von mindestens $0,4 \text{ h}^{-1}$ nicht mehr praxisgerecht ist. Des Weiteren war klar, dass die Luftwechselraten von neu errichteten bzw. lüftungstechnisch wesentlich geänderten Gebäuden sich stark von denen bestehender Gebäude unterscheiden. Diese Unterschiede gilt es zu berücksichtigen. Die Folge ist, dass die Berechnung differenzierter durchzuführen ist und den Rahmen, der für die MFeuV bzw. die Feuerungsverordnungen der Länder üblich ist, übersteigt. Es folgte der Beschluss, den Nachweis der ausreichenden Verbrennungsluftversorgung raumluftabhängiger Feuerstätten nicht mehr in der MFeuV, sondern nur noch in den relevanten Technischen Regeln zu behandeln.

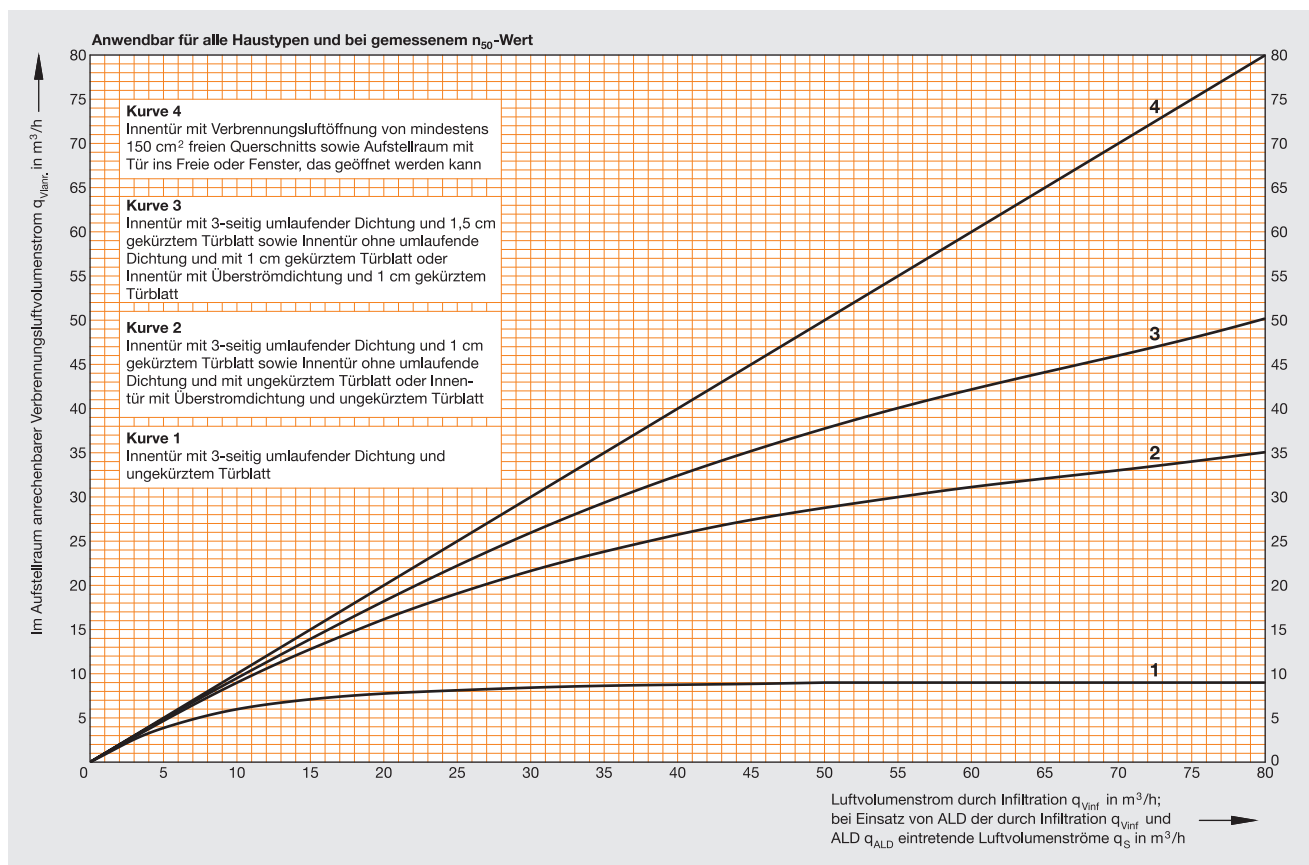
In der MFeuV verbleibt die Formulierung des Schutzzieles: „Für raumluftabhängige Feuerstätten ist eine ausreichende Verbrennungsluftversorgung aus dem Freien erforderlich.“ Der bisherige Nachweis der Verbrennungsluftversorgung über Öffnungen direkt zum Freien ist unstrittig und verbleibt ebenfalls in der MFeuV. Die Aussage „Abweichend von den Absätzen 2 und 3 kann für raumluftabhängige Feuerstätten

eine ausreichende Verbrennungsluftversorgung auf andere Weise nachgewiesen werden; das ist der Fall, wenn ein Volumenstrom von $1,6 \text{ m}^3/\text{h}$ pro kW verfügbar ist“, bildet die rechtliche Grundlage für die Anerkennung der Nachweise in den Technischen Regeln und enthält die weiterhin gültige Aussage zum erforderlichen Verbrennungsluftvolumenstrom je kW Nennleistung bzw. fiktiver Nennleistung.

Berechnung der ausreichenden Verbrennungsluftversorgung nach der TRGI 2018

Basis der neuen Berechnung ist die DIN 1946-6 „Raumlufttechnik – Teil 6 – Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung“ aus dem Jahr 2009. Diese Norm berücksichtigt die unterschiedlichen Einflüsse, angefangen vom Errichtungsjahr des Gebäudes, wesentlichen Änderungen an der Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle (wie z. B. Einbau neuer Fenster), Lage und Höhe des Gebäudes, Höhe der Nutzungseinheit bis zum wirksamen Unterdruck in der Nutzungseinheit. Mit dieser Norm können die durch Infiltration in die Räume eintretenden Luftvolumenströme praxisnah berechnet werden. Nachteil dieser Norm ist der hohe rechnerische Aufwand.

Abb. 1: Diagramm 9.1 aus der TRGI 2018: Ermittlung des im Aufstellraum anrechenbaren Verbrennungsluftvolumenstroms $q_{V,anr}$ in m^3/h





Quelle: Innoperform GmbH

Abb. 2: Mithilfe von Fensterfalzlüftern lässt sich auch in Neubauten eine ausreichende Verbrennungsluftversorgung sicherstellen.

In Absprache mit dem für diese Norm zuständigen Normenausschuss konnte das Verfahren für den speziellen Fall der Ermittlung der ausreichenden Verbrennungsluftversorgung in den relevanten Technischen Regeln wie dem DVGW-Arbeitsblatt G 600 „Technische Regel für Gasinstallationen; DVGW-TRGI“, den Fachregeln Ofen- und Luftheizungsbau (TR-OL), den Technischen Regeln Ölanlagen (TRÖL) und der DIN 18896 „Feuerstätten für feste Brennstoffe – Technische Regeln für die Installation“ wesentlich vereinfacht werden. Die Vorteile der Norm, wie z. B. die Berücksichtigung der unterschiedlichen Dichtheit der Außenhülle durch Beachtung des Baujahres eines Gebäudes und der ggf. später durchgeführten Erneuerung der Fenster, bleiben dabei erhalten.

$$q_{v,inf} = V_R \times f_{\text{wirk.komp.}} \times n_{50} \times 0,1857 \text{ in m}^3/\text{h} \quad [9-3]$$

Daraus ergibt die errechnete Luftwechselrate sich mit:

$$n = f_{\text{wirk.komp.}} \times n_{50} \times 0,1857 \text{ in 1/h} \quad [9-4]$$

$$q_{v,inf} = VR \times n \text{ in m}^3/\text{h} \quad [9-5]$$

Mit den vorgenommenen Vereinfachungen konnten, insbesondere bei denjenigen Nutzungseinheiten, für die kein n_{50} -Messwert vorliegt, die für den rechnerischen Nachweis der ausreichenden Verbrennungsluftversorgung notwendigen Schritte auf das Ablesen von Diagramm- oder Tabellenwerten und die Addition der anrechenbaren Verbrennungsluftvolumenströme begrenzt werden.

Durch diese Vereinfachungen unterscheidet sich der Aufwand für die viel praxisnähere Berechnung nur minimal von dem des bisherigen Verfahrens: Auch bei diesem musste für eine fachge-

rechte Berechnung der ausreichenden Verbrennungsluftversorgung nicht nur das Raumvolumen ausgemessen und durch vier geteilt werden. Die Ausführung der Innentüren, in denen nur in Ausnahmefällen überall Öffnungen von je 150 cm^2 vorhanden sind, musste schon immer berücksichtigt werden. Die für das vorhandene Raumvolumen gemäß den Kurven der TRGI aus einem Diagramm oder einer Tabelle abgelesenen anrechenbaren Leistungen der einzelnen Verbrennungslufträume wurden in ein Formblatt eingetragen und ergaben in der Summe die im Aufstellraum anrechenbare Leistung. An diesem Aufwand hat sich in all den Fällen, in denen kein gemessener n_{50} -Wert vorliegt, nichts geändert.

Auswirkungen für die Praxis

Durch die Annahme von praxisrelevanten Luftwechselraten genügt das vorhandene Raumvolumen von üblichen Wohnungen nur noch in

Legende

$q_{v,inf}$	in den Raum (mit Fenster, das geöffnet werden kann oder Tür zum Freien) einströmender Luftvolumenstrom durch Infiltration in m^3/h
$f_{\text{wirk.komp.}}$	Korrekturfaktor für den wirksamen Infiltrationsluftanteil (aus Tabelle 9-1)
V_R	Raumvolumen des Raumes mit Tür oder Fenster zum Freien in m^3
n_{50}	Messwert des Luftwechsels bei 50 Pa in 1/h. Liegt für n_{50} kein Messwert vor, ist der Auslegungswert aus Tabelle 9-2 auszuwählen
n	Errechnete Luftwechselrate in 1/h (auf die zweite Kommastelle gerundet)

Ausnahmefällen für die Verbrennungsluftversorgung von raumluftabhängigen Gasfeuerstätten mit Nennleistungen gleich oder größer 20 kW. Folglich ergibt sich in sehr vielen Fällen die Notwendigkeit, die Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle durch den Einbau von Außenluft-Durchlässen (ALD) zu erhöhen (Abb. 2). Bei einer genauen Betrachtung der in Neubauten vorhandenen Luftwechselraten müsste der Einbau der ALD eigentlich auch ohne Feuerstätten schon zur ausreichenden hygienischen Lüftung erfolgen. Im Unterschied zur Verbrennungsluftversorgung wird die hygienische Lüftung aber nur sehr selten wirklich kontrolliert und wirkt sich auch kaum sicherheitsrelevant aus. Außerdem ist durch Austausch der dreiseitig umlaufenden Dichtungen an den Innentüren durch sogenannte Überströmdichtungen der Luftaustausch innerhalb der Wohnung zu verbessern (Abb. 3). Für beide lüftungstechnischen Maßnahmen stehen mit verbesserten Fensterfalzlüftern (ALD) und Überströmdichtungen mit nachgewiesenem Luftdurchsatz, die den Ansatz von Kurve 2 der TRGI ermöglichen, leicht handhabbare und optisch unauffällige Materialien zur Verfügung.

Entgegen verschiedensten Behauptungen, dass die in der TRGI 2018 dargestellte Berechnung der ausreichenden Verbrennungsluftversorgung zu kompliziert und zu aufwendig wäre, wird dem betroffenen Fachhandwerk wie Installateuren, Schornsteinfegern, Ofenbauern und dem Gasfach allgemein durch das Technische Komitee „Gasinstallation“ ein ausgereiftes, praxisnahes und für jeden Handwerksgehilfen (und damit erst recht für jeden Handwerksmeister) zu beherrschendes Berechnungsverfahren an die Hand gegeben. Der Aufwand ist, abgesehen vom meist notwendigen Einbau von ALD,



Quelle: Innoperform GmbH

Abb. 3: Überströmdichtungen bei Innentüren helfen dabei, den Luftaustausch innerhalb der Wohnung zu verbessern.

nicht größer als bisher. Die Notwendigkeit, ALD einzubauen, ergibt sich aber nicht aus dem neuen Berechnungsverfahren, sondern aus der nun endlich berücksichtigten zu hohen Dichtigkeit der Gebäudehülle bei neuen oder lüftungstechnisch modernisierten Gebäuden. ■

Der Autor

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Gralapp ist Bezirksschornsteinfegermeister im Ruhestand und betreibt jetzt ein Ingenieurbüro.

Kontakt:
Stefan Gralapp
Ingenieurbüro Stefan Gralapp
Sommerfelder Weg 48
04329 Leipzig
Tel.: 0341 25121-82
E-Mail: stefan.gralapp@t-online.de



Die **SHT, Sanitär- und Heizungstechnik Ausgabe 8-2018**, enthält Beiträge zu den Themen Sanitär-, Heizungs- sowie Lüftungstechnik und stellte Referenzobjekte sowie neue Produkte und Normen aus diesen Bereichen vor. Lesen Sie darüber hinaus u.a. mehr zu den Themen:

- **Schwimmbad**
No risk – much fun: Schwimmbäder aus Edelstahl
- **Trinkwasserhygiene**
Aktiv nach Legionellenbefall: Trinkwasserkonzept inklusive Monitoring
- **Sanitärausstattung**
Härtesten Ansprüchen gewachsen: Sanitäranlagen in Sicherheitsbereichen

Weitere Nachrichten, Termine und Informationen unter www.sht-online.de.
Kostenloses Probeheft unter vertrieb@krammerag.de