

TSD-FACHINFORMATION

Ein Diskurs zur Luftdichtheit von Fenstern

Neu und doch nicht ganz dicht?

Neue Fenster dämmen gut und sind luftdichter als ältere Fensterkonstruktionen, weil sie in der Regel mehrere Dichtebenen und natürlich auch neue Dichtungen haben. Klassische Fenstersysteme haben häufig mindestens eine Anschlagdichtung, die bei Kunststofffenstern häufig als äußere Anschlagdichtung und als Mitteldichtsystem** bei Holzfenstern ausgeführt wird. Moderne Fenstersysteme haben weiterhin eine Überschlagsdichtung. Wo ist also das Problem, wenn es um die Luftdichtheit von neuen Fenstern geht? Das Problem liegt im Detail. Konkreter gesagt im konstruktiven Detail. Mit der Messung der Luftdichtheit des Gebäudes werden oft auch Undichtigkeiten am Fenster protokolliert. Letzteres schafft Raum für Diskussionen, will man doch Undichtigkeiten vermeiden, und die Frage taucht auf, wie luftdicht muss denn das Fenster sein?**

Luftdichtheit des Fensters

Das Fenster ist ein hochkomplexes Bauprodukt, das unterschiedlichsten Nachweisen und Dokumentationen unterzogen wird. In der Regel erfolgt eine Systemprüfung und im Rahmen dieser Systemprüfung existieren entsprechende Prüfzeugnisse sowie Nachweise, die gemäß DIN EN 14351-1¹ als sogenannte mandatierte Eigenschaft europäisch im CE-Zeichen des Produktes deklariert werden.

Nach DIN EN 1026² (Referenzverfahren) sind zwei Prüfungen auf Luftdurchlässigkeit durchzuführen, wobei bei der einen Prüfung Überdrücke und bei der anderen Prüfung Unterdrücke aufgebracht werden. Die Prüfungen auf Luftdurchlässigkeit von zusammengesetzten Elementen müssen am Gesamtelement oder dessen Einzelteilen einschließlich der Fugen zwischen den Einzelteilen durchgeführt werden. Wird die Prüfung an den Einzelteilen durchgeführt, muss die Luftdurchlässigkeit des Gesamtelementes als Summe der Luftdurchlässigkeit der Einzelteile und der Fugen berechnet werden. Das als numerischer Mittelwert der beiden Luftdurchlässigkeitswerte (m^3/h) bei jeder Druckstufe festgelegte Prüfergebnis ist nach EN 12207³, Abschnitt 4.6 anzugeben. Alternativ kann auch die Dichtigkeit des Produktes nach Anhang I der DIN EN 14351-1 durchgeführt werden.

¹ DIN EN 14351-1:2016-12 Fenster und Türen - Produktnorm, Leistungseigenschaften - Teil 1: Fenster und Außentüren

² DIN EN 1026:2016-09 Fenster und Türen - Luftdurchlässigkeit - Prüfverfahren

³ DIN EN 12207:2017-03 Fenster und Türen - Luftdurchlässigkeit - Klassifizierung

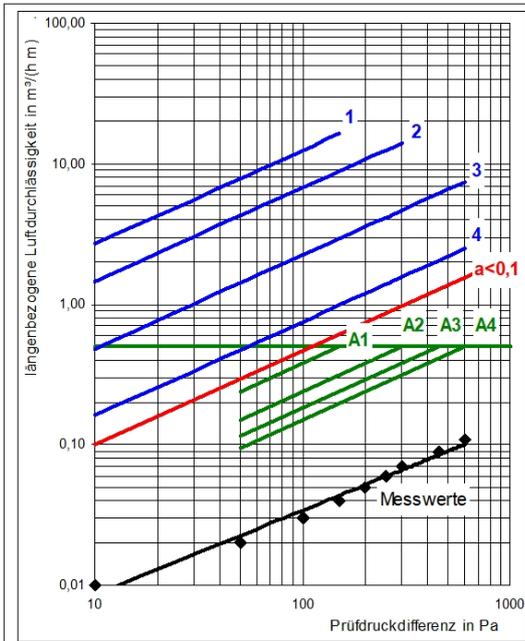
Diese weist bestimmten Konstruktionen pauschal eine Klassifizierung nach DIN EN 12207 zu (siehe Tabelle).

Produktspezifikation	Klasse nach DIN EN 12207	Luftdurchgang Referenzluftdurchlässigkeit bei 100 Pa	
		m ³ /(h · m ²)	m ³ /(h · m)
Außentüren mit einem durchgehenden Dichtungsprofil unter entsprechendem Druck	1	50	12,5
Feststehende und zu öffnende Fenster mit einem durchgehenden Dichtungsprofil unter entsprechendem Druck	2	27	6,75
Feststehende Fensterscheiben mit Abdichtung oder Dichtungsmaterial zur Füllung	3	9	2,25
	4	3	0,75

1) Luftdurchlässigkeit, Klassifizierung von Produkten mit beschriebenen Produkteigenschaften, ergänzt um den Luftdurchgang

Neben der Prüfung gibt es also auch einen pauschalen Ansatz. Dieser ist nicht neu, diesen gab es auch schon in der DIN 4108-4⁴. Die so geprüften Elemente sind auf alle Undichtigkeiten geprüft. Neben der Funktionsfuge – also der Fuge zwischen Flügel und Rahmen – ist auch die Konstruktionsfuge, nicht aber die Bauteilanschlussfuge getestet. Letztendlich erhält der Endkunde eine Bestätigung einer erreichten Luftdichtheitsklasse des Elementes. Wie dem Wort „Klasse“ indirekt zu entnehmen ist, bedeutet die Einstufung einen möglichen Luftaustausch.

⁴ DIN 4108-4:2020-11 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte



Vergleich:

Klassen 1 bis 4 für Funktionsfugen an Fenstern und Außentüren nach DIN EN 12207

Anforderung DIN 4108-2:

Fenster
bis 2 Vollgeschosse: mind. Klasse 2
mehr als 2 Vollgeschosse: mind. Klasse 3
Außentüren mind. Klasse 2

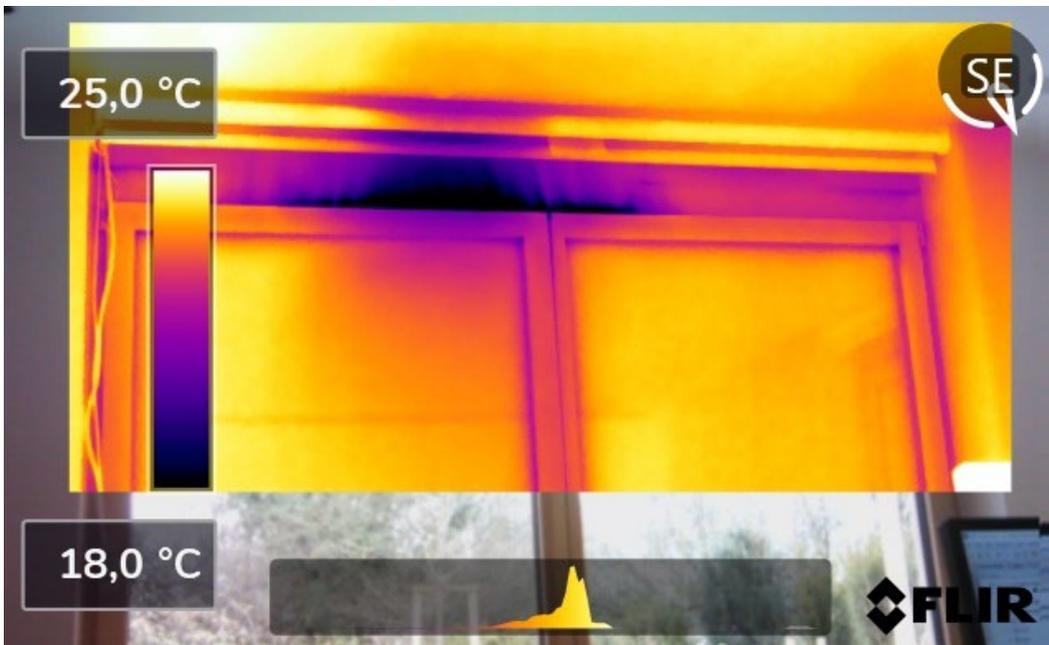
Klassen A1 bis A4 für Konstruktionsfugen bei Vorhangfassaden nach DIN EN 12152

Anforderung an Bauteil- und Bauteilanschlussfugen nach DIN 4108-2:

$a < 0,1 \text{ m}^3/[\text{m h (daPa)}^{2/3}]$

Beispiel von Messwerten eines typischen Dichtsystems in der Laborprüfung nach DIN EN 12114

2) Beispiele von Messwerten eines typischen Dichtsystems gemäß DIN EN 12114⁵



3) Ein Fenster in der Thermografie – typische Leckstelle bei 50 Pascal Unterdruck – Lufteintritt durch die Funktionsfuge

⁵ Mit freundlicher Erlaubnis - RAL Leitfaden zur Montage, 2020-03 Seite 70



4) Kondensat im Falzbereich

Die gesetzlichen Regelungen zur Luftdichtheitsklasse beziehungsweise Anforderungen an Fenster und Außentüren sind dem Gebäudeenergiegesetz (GEG⁶) sowie den nachgeschalteten Normen zu entnehmen. Speziell ist hier die DIN 4108-2⁷ anzuwenden. Die Funktionsfugen von Fenstern und Fenstertüren müssen mindestens der Klasse 2 (bei Gebäuden bis zu zwei Vollgeschossen) bzw. der Klasse 3 (bei Gebäuden mit mehr als zwei Vollgeschossen) nach DIN EN 12207 entsprechen. Bei Außentüren muss die Luftdurchlässigkeit der Funktionsfuge mindestens der Klasse 2 nach DIN EN 12207 entsprechen.

Eine konkrete Umsetzung der Anforderungen für Fenster und Außentüren ist der DIN 18055⁸ zu entnehmen. Sie schlägt in Abhängigkeit von der Windzone und der Gebäudehöhe nach dem vereinfachten Verfahren gemäß Eurocode Luftdichtheitsklassen vor. Von daher finden Sie hier – im Vergleich mit der DIN 4108-2 – leicht erhöhte Anforderungen, die im Einzelfall durch einen entsprechenden Einzelnachweis auch wieder reduziert werden können.

Luftdichtheit der Bauteilanschlussfuge

Der Vollständigkeit halber wird in diesem Fachbeitrag auch auf die Dichtheit der Bauteilanschlussfuge eingegangen. Nach § 13 des GEG ist ein Gebäude so zu errichten, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft

⁶ Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – GEG)

⁷ DIN 4108-2 -2 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

⁸ DIN 18055:2020-09 Kriterien für die Anwendung von Fenstern und Außentüren nach DIN EN 14351-1

luftundurchlässig nach den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist. Öffentlich-rechtliche Vorschriften über den zum Zweck der Gesundheit und Beheizung erforderlichen Mindestluftwechsel bleiben unberührt, so das Gesetz. Um diese Anschlüsse geht es im Wesentlichen, folgt man der Blower-Door-Messung. Die aus Messergebnissen abgeleitete Luftdurchlässigkeit von Bauteilanschlussfugen muss kleiner als $0,1 \text{ m}^3/(\text{mh (daPa}^2/3))$ sein, so die DIN 4108-2.

Die regulativen Anforderungen für das Gebäude sind: Der Wert für die Luftdichtheit darf bei freier Lüftung, z.B. durch das Fenster den Wert 3 h^{-1} und bei Gebäuden mit raumluftechnischen Anlagen den Wert $1,5 \text{ h}^{-1}$ nicht überschreiten.

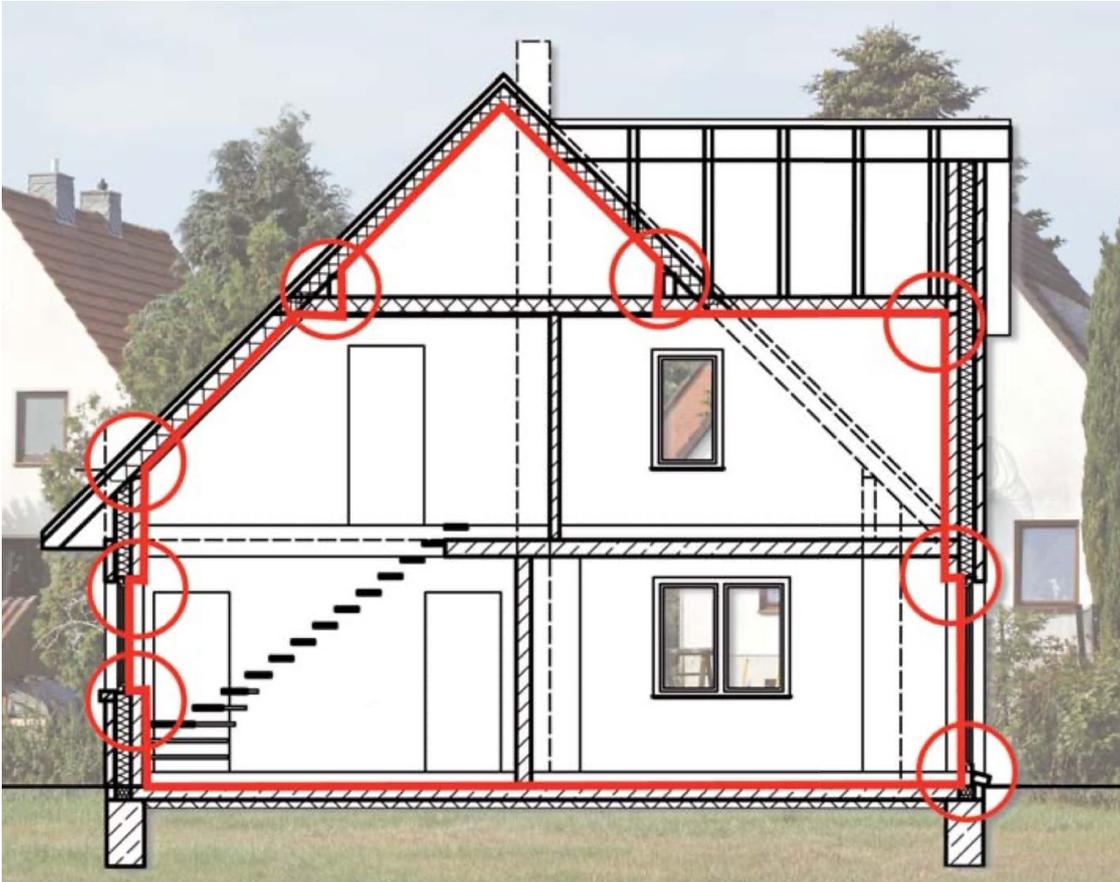
Luftdichtheit des Gebäudes

Um die vorgenannten normativen bzw. gesetzlichen Anforderungen an die Luftdichtheit der Gebäudehülle, bei freier Lüftung einen maximal dreifachen, bei raumluftechnischen Anlagen einen maximal eineinhalbfachen Luftwechsel – bezogen auf einen künstlich erzeugten Differenzdruck zwischen dem Raum- und Außenklima von 50 Pascal – einzuhalten, ist die Luftdichtheitsebene bereits in der Planung des Gebäudes zu berücksichtigen. Mit „in der Planung zu berücksichtigen“ ist nicht gemeint, dass der Handwerker die Dampfbremse oder das Fugendichtband ja sowieso wie schon immer montiert, sondern dass man sich bereits im Planungsstand mit der Ausführung der Luftdichtheitsebene beschäftigt. Hier gilt: Je früher, desto besser. Der Planer sollte hier bedenken, dass nicht jeder gezeichnete Strich auch so gebaut werden kann.

Im Leitfaden Luftdichtheitskonzept⁹ des Fachverbandes Luftdichtheit im Bauwesen e.V. sind umfangreiche Hinweise und Empfehlungen zur Planung, Ausschreibung, Koordinierung, Umsetzung und Überprüfung der Luftdichtheitschicht in Wohngebäuden enthalten. Das Thema Luftdichtheit wird ganzheitlich, also von der Planung bis zur Prüfung durchdacht. Grundlage eines Luftdichtheitskonzeptes ist dabei immer ein Grobkonzept und eine Detailplanung. Im Grobkonzept wird der lückenlose Verlauf der Luftdichtheitsebene als „rote Linie“ in den Planzeichnungen festgelegt. Alle Bauteile und Materialien, welche die luftdichte Ebene in der Fläche bilden, werden benannt. Fenster und Türen werden an dieser Stelle als „ebene Bauteile der Luftdichtheitsebene“ samt deren Eigenschaften, hier natürlich der Luftdurchlässigkeit des Elementes, berücksichtigt.

Im Anschluss werden dann alle Details, die sich aus den Schnittstellen der ebenen luftdichten Flächen ergeben, gekennzeichnet und entsprechend geplant. Hier findet sich auch beispielsweise der Baukörperanschluss des Fensters oder der Tür samt Benennung der einzelnen Materialien zur Herstellung eines – gemäß den anerkannten Regeln der Technik – luftundurchlässigen, also luftdichten Anschlusses wieder.

⁹ Leitfaden Luftdichtheitskonzept, Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen e.V., Berlin



5) Verlauf der Luftdichtheitsebene als „rote Linie“ samt Schnittstellen, die im Konzept zu planen sind

Die Ausschreibung und Umsetzung der luftdichten Ausführung der Gebäudehülle erfolgt auf Basis des Konzeptes und kann visuell oder mit messtechnischer Unterstützung während der Ausführung als baubegleitende Prüfung oder/und nach Fertigstellung der Luftdichtheitsebene im Sinne einer „Abnahmeprüfung“ geprüft werden. Idealerweise erfolgt vor dem Verschließen des Baukörperanschlusses eine baubegleitende differenzdruckgestützte Prüfung im Sinne einer Luft-Leckortung, da zu diesem Zeitpunkt, also vor dem Verputzen oder Verkleiden, eventuell vorhandene Leckstellen noch kostengünstig beseitigt werden können. Weiterhin muss kurz vor dem Bezug des Objektes – in der Regel sowieso ein eher stressiger Zeitpunkt – noch an Beschlägen, Dichtungen und Klebebändern gearbeitet werden.

Apropos Luftdurchlässigkeit: Diese wird oft von den am Bau Beteiligten sehr unterschiedlich bewertet. Während man sich in der Planungsphase eines Gebäudes oftmals (gerne) mehr architektonischen Elementen widmet als bauphysikalischen, kommt das Erwachen oft mit dem Prüfen der Luftdichtheitsebene. Der umgangssprachlich als „Blower-

Door-Test“ bezeichnete Test wird oft – nicht nur von Planern und Handwerkern, sondern auch von Bauherren – leider immer noch als Geißel der KfW gesehen und ist für alle eher ein notwendiges Übel, um Fördervoraussetzungen zu erfüllen. Dabei handelt es sich nüchtern betrachtet um nichts anderes als um die Prüfung der Luftdichtheitsebene, die vorher geplant wurde und gerade aus Sicht des Wärme- und Feuchteschutzes und der damit verbundenen Schadensfreiheit und Behaglichkeit ein unabdingbares Glied in der Kette des gesamten Systems darstellt. Kurzum: Egal ob bei der baubegleitenden oder nach Fertigstellung des Gebäudes stattfindenden Prüfung geht es allein um die Bewertung der Luftdichtheit, die wesentlich über den Erfolg der Ausführung auf Basis des bauphysikalischen Konzeptes entscheidet!

Das Fenster als Baustein der modernen Gebäudehülle: Eine große Herausforderung

Es soll gut Wärme dämmen, aber möglichst schlanke Geometrien haben, es soll gut Schall dämmen, aber zugleich nicht zu massiv wirken, es soll luftdicht sein, aber zugleich auch Luft hindurch lassen. Völlig richtig, an das Fenster werden komplexe Anforderungen wie an kein anderes Bauteil gestellt. Natürlich müssen z.B. Wände auch vorgenannte Anforderungen erfüllen, was allerdings durch nichttransparente, oftmals 40 – 50 cm starke Bauteilaufbauten eher leicht zu erreichen ist.

Nun zu den Fakten. Das Fenster muss luftundurchlässig im Sinne der anerkannten Regeln sein. Dies bedeutet, dass es eben nicht 100-prozentig luftdicht sein muss (und auch nicht kann), sondern nur so weit, dass es im Kontext des bauphysikalischen Gebäudekonzeptes funktioniert. Im Zuge der Systemprüfung wird die Luftdurchlässigkeit geprüft. Das Ergebnis zeigt dem Planer, Ausführenden und letztendlich auch dem Nutzer, welche Luftdichtheitsklasse das geplante Fenster erreicht hat. Es ist somit bei jedem Fenster mit Luftdurchgängen, auch Infiltrationen genannt, zu rechnen. Ob diese, z.B. aus Sicht der Behaglichkeit oder eines möglichen Kondensatanfalls kritisch sind, kann durch eine qualitative bzw. quantitative Prüfung mittels Differenzdruck bewertet werden. Ein Beispiel: Die üblichen konstruktions- bzw. systembedingten Quetschungen der raumseitigen Überschlagnichtung im Eck- und Scherenlagerbereich provozieren natürlich Luftein- und -austritte in den Falzbereich des Fensters. Ob diese jedoch kritisch sind, ist immer im Einzelfall hinsichtlich der möglichen Auswirkungen zu bewerten. In einem Fall ist lediglich mit einem natürlichen Druckausgleich und damit verbundenen – wenn auch meist geringen – Energiekosten zu rechnen, im anderen Fall reichen die Leckstellen aus, damit der Falzbereich als schwächstes Glied in der Konstruktion zu viel Feuchte aus dem Raum bekommt und überdurchschnittlich viel Kondensat anfällt. In der Regel zeigt das Fenster das Problem, da es als Ventil die Überdruckspitzen aus der Nutzung in Zusammenhang mit einem nicht funktionierendem Lüftungskonzept zu kompensieren versucht.

Diese Luftein- und/oder -austritte sind im Luftdichtheitskonzept und im Lüftungskonzept zu berücksichtigen. Neben der Luftdichtheit der Gebäudehülle spielt auch die Lüftung des Gebäudes eine zentrale Rolle. Die immer wieder gestellte Frage: „Brauche ich eine

Lüftungsanlage oder nicht?“ oder der Satz „In meiner alten Wohnung musste ich auch nicht lüften“ sind leider immer noch präsent und stellen Planer und Ausführende oft vor Herausforderungen. Aber auch hier hilft uns eine objektive Betrachtung des physikalischen Prinzips: Die Gebäudehülle wird einschließlich moderner Fensterkonstruktionen immer luftdichter, was aus Sicht der Behaglichkeit, der Energieeinsparung, der Schadensvermeidung, etc. genau richtig ist. Jedoch muss das Nutzungskonzept aufgrund der immer weiter sinkenden Infiltrationsrate angepasst werden. Und dies ist immer eine individuelle Betrachtung: Während der eine Nutzer mit zwei- bis dreimaligem Öffnen der Fenster keine Probleme mit zu hoher Raumluftfeuchte oder Überdruck im Falzbereich der Fenster hat, reichen beim anderen Nutzer auch deutlich höhere Fensteröffnungszyklen nicht aus. Dies ist jedoch vor allem den individuellen Gegebenheiten geschuldet: Offene oder geschlossene Bauweise, Belegungsdichte, Koch-, Dusch- und Badegewohnheiten, Aquarien und Haustiere etc. sind die entscheidenden Faktoren und meist nicht – die Einhaltung der normativen Anforderungen an die Luftdichtheit des Fensters vorausgesetzt – ein oft kleiner Luftdurchgang in den Falzbereich.

Das individuelle Lüftungskonzept ist also genauso wichtig, wie das Luftdichtheitskonzept. Die Feuchteabfuhr durch Lüftung also genauso wie die Luftdichtheit durch Dichtungen und Klebebänder. Sollte eine freie Lüftung durch Fenster, vielleicht aus beruflichen Gründen, nicht möglich sein, unterstützt uns die Industrie mit individuell anpassbaren Lüftungssystemen; angefangen von einfachen mechanischen Systemen bis zu komplexen vom Handy aus regelbaren „All-In-Systemen“. Wichtig ist nur, dass das jeweilige System zum Nutzer und zum Objekt passt. Dabei kann auch ein einfaches Konzept, z.B. durch die Integration eines Abluftventilators im Bad oder WC ins Lüftungskonzept schon kritische Überdrücke im Fensterbereich kompensieren. Natürlich nur, wenn auch hier ganzheitlich gedacht wird: Wenn im Bad durch einen Ventilator Luft aus der Wohnung abgeführt wird, muss natürlich auch frische Luft in die Wohnung nachströmen können. In der Praxis würde das bedeuten, dass die gesamte Kette, nämlich Zuluftöffnung in der Gebäudehülle – Überströmungsöffnungen im Zimmertürbereich – Abluftventilator – betrachtet werden muss; auch im Zusammenhang mit der regelmäßigen und erforderlichen Laufzeit der Ventilatoren, die auch aus bau- und raumakustischer Sicht fachgerecht geplant werden muss.



6) **Unterschnitt an der Innentür zum Bad als Überströmöffnung – besser: ein Gitter im oberen Bereich der Tür**

Fazit

Neue Fenster dämmen gut und sind luftdichter als ältere Fensterkonstruktionen – jedoch nicht 100 % luftdicht. Das müssen sie auch nicht sein. Die Anforderungen an Fenster und Türen sind hinsichtlich der Luftdichtheit individuell zu planen und auch hinsichtlich der Lüftungsmöglichkeiten zukünftiger Nutzer abzustimmen. Luftdichtheits- und Lüftungskonzept sind hier untrennbar mit dem geplanten Fenstersystem abzustimmen. Dann klappt es auch mit der Feuchte im Falz.

Dipl.-Ing. (FH) Ralf Spiekers [in Zusammenarbeit mit Benjamin Standecker]

Gewerbespezifische Informationstransferstelle*

**) Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.*

Erschienen in: Der Bauschaden April/Mai 2023