

SCHWERPUNKTTHEMA

Schäden durch mangelhafte Luftdichtheit oder mangelhafte Belüftung von Gebäuden¹¹

.1 Notwendige Luftdichtheit

Bis zum Beginn der siebziger Jahre waren an die Luftdichtheit der Gebäudehülle keine definierten Anforderungen gestellt. Unbehagliche, zugige Wohnbedingungen - insbesondere im Bereich der Fenster - und Beheizungsschwierigkeiten an windigen Tagen waren daher häufig. So wurden in vor 1970 errichteten Gebäuden bereits bei mittleren Windgeschwindigkeiten Luftwechselraten von acht- bis zehnfach pro Stunde gemessen und es wurde ermittelt, dass bei derartigen Windverhältnissen eine Vervielfachung des Heizenergiebedarfs eintrat. Bei Überdruck im Innenraum und hoher winterlicher Innenluftfeuchte (z.B. durch Klimatisierung) haben Luftundichtigkeiten besonders in zweischaligen Dach- und Wandkonstruktionen zu sehr erheblichen Tauwasserschäden im Bauteilquerschnitt geführt.

Der Luftdurchgang durch die wesentlichste Leckstelle wurde mit der Begrenzung der

Lippendichtungen die Regel.

Bei hohem Wärmeschutzniveau der Außenhülle verursachen auch die sonst noch in der Gebäudehülle verbleibenden Luftlecks bedeutende Wärmeverluste. Dies betrifft besonders mit plattenförmigen Elementen verkleidete Skelettkonstruktionen (z.B. Holzständerkonstruktionen, ausgebaute Dachstühle usw.), wenn nicht auf die Luftdichtheit durch sorgfältige Ausführung von Luftdichtheitschichten geachtet wird. Messungen zeigen, daß ein 5 mm breiter Spalt in 140 mm dicken Dämmplatten bei 30 Pa Druckdifferenz den Wärmeverlust im Vergleich zur ungestörten Fläche verfünffzehnfacht.

Deshalb wurden im Zuge der Erhöhung der Anforderungen an die Wärmedämmung der Gebäudehülle durch die 3. Wärmeschutzverordnung im Jahre 1995 in DIN 4108-6 (Vornorm) erstmals für die gesamte Gebäudehülle Luftdichtheitsrichtwerte festgelegt, die als Luftwechselrate bei 50 Pa Druckdifferenz quantifiziert werden. So gilt ein

1990 in internationalen Regelwerken (ISO 9972) Messverfahren zur Überprüfung dieser Grenzwerte beschrieben und in einem weiteren Beiblatt zur DIN 4108 werden bis Ende

¹¹ Bearbeiter: AlBau - Aachener Institut für Bauschadensforschung u. angewandte Bauphysik, gem. GmbH, Aachen

1995 die konstruktiven Regeln zur Erzielung weitgehend luftdichter Bauteile dargestellt. Es liegt damit ein Instrumentarium vor, Gebäude mit hoher Luftdichtheit praxisnah zu planen, zu realisieren und zur Qualitätskontrolle bzw. im Streitfall zu beurteilen (im Anhang C des Berichtes werden Konstruktionsempfehlungen zur Ausführung luftdichter Bauteile gegeben).

	Luftwechselrate	Norm
Grenzwerte für die Luftdichtheit von Neubauten mit natürlicher Lüftung	$n_{L50} \leq 3,0/h$	DIN 4108 Beiblatt 1 (Entwurf)
für EFH	$2,0 \leq n_{L50} \leq 4,5/h$	SIA 180 (1988), Schweizer Norm
für MFH	$2,5 \leq n_{L50} \leq 3,5/h$	SIA 180 (1988), Schweizer Norm
für die Hüllfläche	$q_{50,max} \leq 3,0 [m^3/(m^2h)]$	SS 02 1551 (1989), schwedische Norm
Grenzwerte für die Luftdichtheit von Gebäuden mit raumlufttechnischen Anlagen	$n_{L50} \leq 1,0/h$	DIN 4108 Beiblatt 1 (Entwurf) SIA 180 (1988), Schweizer Norm
mit Abluftanlagen	$2,0 \leq n_{L50} \leq 3,0/h$	SIA 180 (1988), Schweizer Norm
Richtwerte / Empfehlungen für die Luftdichtheit von Gebäuden		
EFH		
sehr dicht	$1,0 \leq n_{L50} \leq 3,0/h$	EN 832 (Entwurf 11/94)
mittel dicht	$3,0 \leq n_{L50} \leq 8,0/h$	DIN 4108 Teil 6 (Vormorm 4/95)
wenig dicht	$8,0 \leq n_{L50} \leq 20,0/h$	
MFH		
sehr dicht	$0,5 \leq n_{L50} \leq 2,0/h$	EN 832 (Entwurf 11/94)
mittel dicht	$2,0 \leq n_{L50} \leq 4,0/h$	DIN 4108 Teil 6 (Vormorm 4/95)
wenig dicht	$4,0 \leq n_{L50} \leq 10,0/h$	
Mindestluftwechsel in Wohnungen bzw. Daueraufenthaltsräumen	$n_{Lmin} = 0,5/h$	EN 832 (Entwurf 11/94) DIN 4701 Teil 1 (3/83)
Planmäßige Außenluftdurchlässe für Wohnungen mit Fenstern mit umlaufender Dichtung		
bei Querlüftung	90 - 190 [m ³ /h]	DIN 1946 Teil 6 (9/94)
bei Schachtlüftung	30 - 70 [m ³ /h]	
bei mechanischer Entlüftung	15 - 110 [m ³ /h]	

Abb. .1 Grenz- und Richtwerte für Luftdichtheit und Mindestluftwechsel in europäischen Normen

.2 Notwendiger Luftwechsel

In luftdichten Aufenthaltsräumen eingeschlossene Luft verändert durch die Atmung der Nutzer, durch Nutzungsvorgänge, Geräte und Emissionen der Ausstattung / Bauteile ihre Zusammensetzung. Im Hinblick auf die Bauschadensproblematik ist dabei die Zunahme der Wasserdampfkonzentration, im Hinblick auf die Hygiene vor allem die Zunahme der Kohlendioxidkonzentration von besonderem Interesse. Aus hygienischen Gründen und zur Vermeidung von Schäden ist daher eine Lüftung erforderlich.

.2.1 Luftfeuchtigkeit

Der Mensch befeuchtet durch die Atmung und durch Wohnaktivitäten wie Duschen, Kochen, Wäschetrocknen die Innenraumluft. Ebenso erhöhen Zimmerpflanzen und ggf. auch Neubaufeuchte den Wasserdampfgehalt der Raumluft. So lange durch erhebliche Undichtigkeiten der Gebäudehülle ohne das besondere Zutun der Bewohner hohe Luftwechselraten die Regel waren, kam es trotz dieser Feuchteproduktion nicht zu Schäden. Insbesondere bei älteren Gebäuden mit Mindestwärmeschutz nach DIN 4108 ist es nach Austausch der alten, fugenundichten Fenster durch solche mit hoher Dichtheit in großem Umfang zu Schimmelpilzproblemen auf Innenoberflächen der Außenbauteile gekommen, da die verminderte Luftwechselrate zu sehr hohen relativen Luftfeuchten oder sogar Tauwasser an den kalten Bauteiloberflächen im Winterhalbjahr führte (siehe dazu

.2.2 CO₂-Konzentration und Schadstoffe

Um die CO₂-Konzentration der Atemluft nicht über den empfohlenen Grenzwert von 0,07 Vol.-% ansteigen zu lassen, müssen einem Raum pro Person stündlich mindestens 30 m³ Außenluft zugeführt werden. Auch die Konzentration von Gerüchen und sonstigen von Baustoffen und Ausstattungsgegenständen emittierten Schadstoffen machen einen Luftwechsel erforderlich.

.3 Maßnahmen zur Schadensvermeidung

.3.1 Sicherstellung des notwendigen Luftwechsels

Der notwendige Luftwechsel ist grundsätzlich von einer Vielzahl von Parametern - so z.B. der Raumbelagung, dem Raumvolumen, dem Umfang der Emissionen sowie der Qualität und dem absoluten Feuchtegehalt der Außenluft - abhängig. Luftwechselraten von 0,5 bis 0,8-fach pro Stunde sind bei durchschnittlichen Situationen meist erforderlich. Die zur Zeit zu beobachtenden Probleme ergeben sich letztlich aus dem Sachverhalt, dass den schrittweise erhöhten, klar definierten Anforderungen und konstruktiven Maßnahmen zur Erzielung einer hohen Luftdichtheit der Gebäudehülle nicht entsprechend klare Anforderungen und baukonstruktiv notwendige Vorrichtungen zur Sicherstellung einer ausreichenden Luftwechselrate zur Seite gestellt wurden: Entweder wird weiterhin erwartet, dass der notwendige Luftwechsel alleine durch vom Nutzer abhängige Fensterlüftung erfolgt oder es wird - z.B. bei innenliegenden Bädern und Küchen - bei mechanischen Abluftanlagen ebenfalls vorausgesetzt, dass ein Nachströmen der Zuluft über nicht besonders geplante Undichtigkeiten der Gebäudehülle sichergestellt ist. Bei reiner Fensterlüftung entsteht dabei das Problem, dass entweder zu wenig gelüftet wird

und damit die oben beschriebenen Schäden sowie hygienische Probleme zu befürchten sind, oder andererseits bei der verbreiteten dauernden Kippstellung der Fenster viel zu hohe Luftwechselraten von bis zu 3-fach pro Stunde entstehen, die wesentlich zu hohe Wärmeverluste zur Folge haben.

Da der Luftdurchgang durch nicht genau dimensionierte zufällige Leckstellen je nach Luftdruckbedingungen oder unterschiedlichen Luftwechselbedürfnissen zu klein oder zu groß ausfallen kann, ist für die Zukunft nicht die Rücknahme der Anforderungen an die Luftdichtheit der Gebäudehülle, sondern die gezielte Planung einer bewohnerunabhängig geregelten Grundlüftung anzustreben.

.3.2 Wärmeverluste beim notwendigen Luftwechsel - Wärmerückgewinnung

Untersuchungen an Niedrigenergiehäusern zeigen, dass selbst bei einer auf das Notwendige begrenzten geregelten Lüftung die Wärmeverluste über die abgeführte Luft die sonstigen Transmissionswärmeverluste durch die Gebäudehülle übersteigen. Weitere Anstrengungen zur Verminderung des Heizenergiebedarfs erfordern daher nicht nur einen geregelten, mechanischen Luftwechsel, sondern auch eine Rückgewinnung der Wärme aus der Abluft. Dies erfolgt nach den bisherigen Untersuchungen am effektivsten durch Wärmetauscher. Die Entwicklung und Bereitstellung von einfach zu installierenden, wartungsarmen, möglichst geräuschlosen, kostengünstigen Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, die einen hohen Wirkungsgrad haben (günstiges Verhältnis der zum Betrieb benötigten Energie zur rückgewonnenen Energie) ist eine wesentliche Aufgabe der kommenden Jahre, um schadensfreie, hygienische Wohnbedingungen mit niedrigem Energiebedarf zu realisieren.