

## Herstellung der Luftdichtheit im Holztafelbau

### 1. VORWORT

Im industrialisierten Holztafel-Fertigbau liegen gegenüber dem handwerklichen, in der Regel gewerketrennenden, Bauablauf abweichende Voraussetzungen zur Sicherstellung der Anforderungen an eine Gebäudehülle vor.

Die Zusammenführung der unterschiedlichen Gewerke in die Verantwortung des Fertighausherstellers minimiert die im konventionellen Baubereich vorhandenen Schnittstellen. Dies erlaubt, ebenso wie die lange Erfahrung, die umfassende Gütesicherung und der hohe Vorfertigungsgrad der Fertigbauweise, die branchenspezifische bzw. eigene Entwicklung zuverlässiger Konstruktionen, welche derzeit in den Regelwerken nur ungenügend Berücksichtigung finden.

Die Fertighausindustrie entwickelt hochwertige Techniken, unabhängig von Markteinflüssen, mit dem Ziel einer optimalen ganzheitlichen und überwachten Qualität.

### 2. ANWENDUNGSBEREICH

Dieses Regelwerk gilt für den industrialisierten Fertighausbau in Holzgroßtafelbauweise. Es gilt für Firmen, welche sowohl der bauaufsichtlich vorgeschriebenen Werksüberwachung wie auch der Baustellenüberwachung durch die Qualitätsgemeinschaft Deutscher Fertigbau (QDF) unterliegen.

### 3. EINLEITUNG

Eine ausreichende Luftdichtheit der Gebäudehülle ist insbesondere unter energetischen Gesichtspunkten von Bedeutung. Die derzeit am Markt vorhandenen Regelwerke, insbesondere die DIN 4108 – 7, ist zur universellen Anwendung aller Bauweisen, insbesondere der konventionellen und handwerklichen Bauweise, erarbeitet.

Die in dieser Bauweise gegebene Gewerketrennung macht für den koordinierenden Architekten bzw. Bauleiter Regelungen im Schnittstellenbereich und zu konstruktiven Grundlagen nötig, um ein ausreichend luftdichtes Werk zu erreichen.

Eine derartige Schnittstellenproblematik ist im industrialisierten Fertigungsbau in Holzgroßtafelbauweise in der Regel nicht gegeben, da die Gesamtverantwortung zur Erreichung des Anforderungsniveaus beim Hersteller bzw. Auftragnehmer liegt.

Die langjährige Erfahrung mit dieser Bauweise sowie die konzertierte Weiterentwicklung notwendiger Technologien unter dem Aspekt der qualitativen und wirtschaftlichen Optimierung erfordern eigenständige Regelungen.

Durch die mehrstufige Überwachung wird das Qualitätsziel der jeweiligen Techniken überprüft. Dies geschieht durch die Überprüfung der Konzepte, die Überwachung im Herstellerwerk sowie der Baustelle durch die jeweilige Überwachungsstelle und wird zusätzlich durch regelmäßige Luftdichtemessungen ergänzt.

### 4. BEGRIFFE

#### **Diffusion:**

In der kalten Jahreszeit ist an beheizten Gebäudeaußenbauteilen ein von innen nach außen gerichtetes Dampfdruckgefälle vorhanden. Es wandern Wassermoleküle von innen nach außen durch das Bauteil.

In Abhängigkeit vom äußeren Diffusionswiderstand ist eine raumseitig abgestimmte Bauteilschicht mit ausreichender dampfbremsender Wirkung nötig.

Der erforderliche Nachweis wird in der Regel auf Grundlage des Glaserverfahrens bzw. DIN 4108 – 3 geführt, ggf. auch mit zweidimensionalen Rechenverfahren.

#### **Luftdichte:**

Hierunter wird der Austausch der warmen Innenraumluft mit kalter Außenluft verstanden.

Um zu verhindern, dass warme Innenluft über die Gebäudehülle in unzulässigem Maße entweicht und Kaltluft eintritt, muss die Gebäudehülle ausreichend luftdicht ausgebildet sein.

Die Grenzen der Leckluftmenge sind in der EnEV bzw. DIN 4108 – 7 geregelt. Der Grenzwert ist am fertig gestellten Objekt auf Grundlage der DIN EN 13829, zu ermitteln.

**Winddichte:**

Winddichte wird häufig mit Luftdichte verwechselt.

Die Winddichte ist derzeit normativ nicht geregelt, allgemein anerkannte Regeln der Technik gibt es derzeit dazu nicht.

Unter Winddichte wird derzeit die Minimierung der Durchströmung einzelner Bauteilschichten, insbesondere die Durch- bzw. Unterströmung der Wärmedämmung mit kalter Außenluft verstanden, welche die berechnete Wärmedämmung in ihrer Wirkung beeinträchtigen kann.

**5. LUFTDICHTHEIT UND ENERGIEVERBRAUCH**

Die Forderung nach einer ausreichend luftdichten Gebäudehülle hat mit dem Ziel der Energieeinsparung an Bedeutung gewonnen. Sie dient vorrangig dem Ziel der Verringerung der Lüftungswärmeverluste.

Gleichzeitig mit der Forderung nach luftdichten Gebäudehüllen gewinnt die Forderung nach einem ausreichenden Mindestluftwechsel zur Aufrechterhaltung der Hygiene und Wohngesundheit an Bedeutung.

Als hygienischer Mindestluftwechsel wird eine Luftwechselrate von etwa 0,4 (zwischen 0,3 und 0,5 h<sup>-1</sup>) von Bauhygienikern als angemessen bzw. nötig gesehen.

Solange der natürliche, also der erforderliche Mindestluftwechsel bei Gebäuden mit Fensterlüftung höher ist als die Leckluftmenge ist in der Regel kein höherer Heizenergieaufwand gegeben.

Der bei 50 Pa Druckdifferenz mit einer Blower-Door gemessene Luftwechsel, der so genannte  $n_{50}$  -Wert steht, je nach Windanströmung, in folgendem Verhältnis zum natürlichen Luftwechsel  $n_z$  (Nährungswerte):

- Geschützte Lage:  $n_z = n_{50} \times 0,04$
- Halbfreie Lage:  $n_z = n_{50} \times 0,07$
- Freie Lage:  $n_z = n_{50} \times 0,10$

Diese Werte beruhen auf schwedische Untersuchungen, die die Abhängigkeit realer Luftwechselzahlen von der Windgeschwindigkeit unterschiedlich dichter Gebäude ermittelt haben.

Daraus folgt, dass bei einem Gebäude ohne Lüftungsanlage in freier Lage bei Erreichen des Grenzwertes der Luftdichtheit mit  $n_{50} = 3,0 \text{ h}^{-1}$  der daraus resultierende natürliche Luftwechsel nur etwa  $0,3 \text{ h}^{-1}$  erreicht und somit im unteren Bereich des hygienischen Mindestluftwechsels liegt. Bei Gebäuden in geschützter Lage mit  $n_z = 0,12 \text{ h}^{-1}$  weit unter dem hygienischen Mindestluftwechsel.

Je nach Lage des Gebäudes liegt somit, selbst bei geringer Überschreitung des  $n_{50}$  -Wertes, kein erhöhter Heizenergieverbrauch vor.

Für Gebäude mit Lüftungsanlagen sehen die EnEV und die DIN 4108 – 7 einen maximalen  $n_{50}$  -Wert von  $1,5 \text{ h}^{-1}$  vor.

Verfügt das Gebäude über eine Lüftungsanlage mit Luftwärmetauscher ist die Einhaltung und soweit möglich eine deutliche Unterschreitung sinnvoll, um die notwendige Frischluftzufuhr zur Vorerwärmung über den Wärmetauscher zu leiten.

Ist eine kontrollierte Belüftung vorgesehen, bei welcher die Zuluft nicht über Luftwärmetauscher erfolgt sondern über Frischluftventile in das Gebäude eingeleitet wird, ist die Einhaltung des Grenzwertes  $n_{50} = 1,5 \text{ h}^{-1}$  ausreichend, auch geringe Überschreitungen dieses Wertes führen nicht zu einer nennenswerten Erhöhung des Heizenergieverbrauches, da es energetisch ohne Bedeutung ist, ob die Außenluft über Ventile oder Leckagen in das Gebäude nachströmt.

## 6. SICHERSTELLUNG AUSREICHENDER LUFTDICHTHEIT

### 6.1. Erforderliche Konzepte

Soweit durch einen industriellen Hersteller ein schlüsselfertiges Gebäude errichtet wird, ist die objektbezogene Planung der Luftdichte entbehrlich. Die Verantwortung für die Einhaltung der Grenzwerte gemäß EnEV oder Vertrag obliegt ausschließlich dem ausführenden Hersteller in Zusammenarbeit mit den für ihn tätigen Subunternehmern.

Dem Auftraggeber ist bei Bedarf mitzuteilen, welche Bauteilschichten für die Luftdichte vorgesehen sind, damit dies bei späteren Veränderungen an den Außenbauteilen berücksichtigt werden kann.

Die internen Konzepte der Hersteller zur Sicherstellung der Luftdichte werden im Zuge der mehrstufigen Überwachung durch die jeweilige Zertifizierungsstelle und der QDF überwacht.

Bei Teilausbauhäusern, an welchen Leistungen im Bereich der Außenbauteile im Verantwortungsbereich des Auftraggebers vertraglich vorgesehen sind, ist dem Auftraggeber mitzuteilen, welche Materialien bzw. Bauteilschichten für die Einhaltung der Luftdichte vorgesehen sind.

Bei Ausbauhäusern, bei welchen die raumseitige Bekleidung der Außenbauteile in Eigenleistung durch den Auftraggeber vorgesehen sind, ist dem Auftraggeber entweder eine Ausbauleitung zur Verfügung zu stellen mit entsprechenden Verweisen auf die Anforderung an die Luftdichte, sofern die bauseitigen Leistungen nicht gemäß Vertrag durch den Auftragnehmer/Bauleiter überwacht werden.

Die grundsätzliche Verantwortung für eine ausreichende Luftdichte liegt in diesem Fall jedoch beim Auftraggeber bzw. von ihm beauftragten weiteren Unternehmern, Architekten bzw. Bauleitern.

## **6.2. Materialien für Luftdichtheitsschichten im Holzbau**

Zur Herstellung der Luftdichtheitsschicht im Holzbau sind folgende Materialien geeignet:

- Luftdichtheitsbahnen z. B. aus Kunststoff, Elastomeren, Bitumen und Papier sowie Kombinationen.
- Plattenmaterialien wie Gipswerkstoffplatten, Faserzementplatten, harte Holzwerkstoffplatten sowie geeignete Putzträgerplatten, sofern erforderlich, mit Putzbeschichtung.
- Bleche, sofern in der Fläche fugenlos bzw. mit gedichteten Fugen.
- Andere Materialien, sofern ihre Eignung nachgewiesen ist.

Zur Herstellung von Fugen und Anschlüssen sind folgende Materialien geeignet:

- Plastische / elastische Dichtstoffe gem. DIN 52460 bzw. mit Eignungsnachweis.
- Streichfähige Dichtstoffe mit Eignungsnachweis, zum Beispiel nach DIN 18195.
- Dichtschnüre, Dichtbänder und Dichtungsprofile.
- Systemkonforme Spachtelmasse für die Fugen der jeweiligen Plattenmaterialien (z. B. bei Gipswerkstoffplatten).
- Spezielle Klebebänder für die Luftdichtung. Hierbei ist allerdings die derzeit noch ungenügende Dauerhaftigkeit der Klebebänder zu beachten.
- Montageschäume, sofern ihre Dauerhaftigkeit nachgewiesen ist, wie z. B. bei speziellen zugelassenen Brandschutzschäumen.
- Wärmedämmverbundsysteme mit bauaufsichtlicher Zulassung.

## **7. AUSFÜHRUNGSHINWEISE**

### **7.1. Installationsebenen bzw. Vorwandinstallationen.**

Gebäude in Holztafelbauweise stellen ein vernetztes Hohlkörpersystem dar. Aus diesem Grund ist mit einer Installationsebene bzw. Vorwandinstallation, insbesondere im industrialisierten Holzbau, das Problem der Luftdichte nicht generell zu lösen. Vielmehr wird damit das Problem der Luftdichte lediglich in eine andere, später nicht mehr kontrollierbare bzw. zur Nachbesserung und evtl. Reparatur zugängliche Ebene verlagert.

Die raumseitig zugänglichen Ebenen sind somit für die Erfüllung der langfristigen Luftdichte in der Regel geeigneter.

Auch von außen kontrollierbare Luftdichtheitsschichten wie z. B. Wärmedämmverbundsysteme sind, abhängig vom Gesamtkonzept, geeignet.

### **7.2. Installationsdurchdringungen**

Im Bereich von Rohrleitungsdurchdringungen durch die Luftdichteschicht sind Abdichtungen mit geeigneten Manschetten, Dichtstoffen und Dichtschnüren bzw. Profilen sowie geeigneten Schäumen und evtl. Kombinationen der genannten Materialien für Fugen (siehe 6.2.) bei Plattenwerkstoffen möglich.

Sofern die luftdichte Ebene eine Folie bzw. Dichtungsbahn ist, sind darauf abgestimmte Manschetten bzw. Klebebänder zu verwenden.

Durchdringt die Elektroinstallation die zur Luftdichtung vorgesehenen Plattenmaterialien, sind geeignete luftdichte Hohlwand Dosen bzw. Einbaugeschäfte zu verwenden.

### **7.3. Sonstige Durchdringungen**

Durchdringen Balken oder Träger bzw. ähnliche Bauteile die Luftdichtebene, sind in dem Forschungsvorhaben „Konstruktionskatalog und Empfehlungen zur Verbesserung der Luftdichtheit im Holzbau“ (E 99 / 11) aus 2001 geeignete Maßnahmen beschrieben.

Bei Fenstern und Außentüren beinhaltet die Fenstereinbaurichtlinie des Bundesverbandes Deutscher Fertigbau (BDF) entsprechend geeignete und bewährte Empfehlungen.

Bei abweichenden Ausführungen ist die Eignung nachzuweisen, z. B. durch ein Sachverständigengutachten oder eine Prüfung / Messung.

## **8. BEURTEILUNG VON LECKAGEN**

### **8.1. Allgemeines**

Der Nachweis der Dichtheit ist nach Fertigstellung aller die Luftdichtheit tangierenden Arbeiten zu führen.

Beim Vorhandensein von planmäßigen Öffnungen, welche den erforderlichen Luftwechsel dienen (z. B. Lüftungsanlagen) sind diese zur Beurteilung der Gebäudehülle zu verschließen.

Die Messung stellt keine geschuldete Haupt- oder Nebenleistung dar, sofern vertraglich nichts vereinbart.

Wird durch die Messung die Einhaltung des Grenzwertes gem. EnEV nachgewiesen, wird der Nachweis der ausreichenden Gebrauchstauglichkeit zur Luftdichtung erbracht.

Wird durch verschiedene Leckagen der Grenzwert überschritten, so liegt die Hauptverantwortung beim Verursacher der einflussreichsten Leckage. Diese kann im Zuge der Messung bestimmt werden oder ggf. nach dem Forschungsvorhaben „in situ Quantifizierung von Leckagen bei Gebäuden in Holzbauart“ (AIF Forschungsvorhaben Nr. 12611 N, Mai 2003).

## 8.2. Zugluft / beeinträchtigte Wohnqualität.

Starke Luftströmungen können unter Umständen zu einer Beeinträchtigung der Wohnqualität führen. Aus diesem Grund ist die Strömungsgeschwindigkeit der Luft im Bereich einer Leckage zu begrenzen.

Dabei ist zu beachten, dass selbst bei einer Windgeschwindigkeit von 10,0 m pro Sekunde und einem gemessenen  $n_{50}$  -Wert von  $3,0 \text{ h}^{-1}$  die Luftwechselrate etwa nur  $1,2 \text{ h}^{-1}$  beträgt.

Wird also die Luftgeschwindigkeit im Bereich der Leckage innen bei 50 Pa Druckdifferenz gemessen, liegt eine sehr große Sicherheit vor.

Eine Beeinträchtigung der Wohnqualität liegt keinesfalls vor, wenn die gemessene Luftgeschwindigkeit, gemessen in 50 cm Abstand von der Leckage, bei 50 Pa Druckdifferenz unter 0,2 m / Sekunde liegt.

## 8.3. Kondensatrisiko

Werden Dampfbremsschichten oder Papier zur Luftdichtung verwendet, dürfen diese keine Fehlstellen aufweisen und müssen im Stoß- und Anschlussbereich verklebt oder auf andere Art, z. B. durch Aufwickeln oder mittels Presslatten oder ähnlichem gedichtet werden.

Handelt es sich bei einer derartigen Folie / Papier lediglich um die Dampfbremse, so kann diese, sofern die Beplankung darüber ausreichend luftdicht ist, auch erhebliche Fehlstellen aufweisen, da der Dampfdruck im Gefach „expandieren“ kann. Lineare Fehlstellenbreiten bei Dampfbremsen bis zu 5 cm führen allgemein nicht zu einer unzulässigen Kondensatbildung.

Im Zweifelsfall ist die Fehlstelle rechnerisch durch ein 2-dimensionales Rechenverfahren für die jeweilige Baueilschichtung nachzuweisen. Dampfbremsschichten benötigen somit keine Stoßverklebungen. Der Sachverhalt der Diffusion hat mit der Luftdichtheit nichts zu tun.

Liegen Leckagen der Luftdichtungsschicht vor, so stellen auch diese in der Regel kein Tauwasserrisiko dar wie durch das Forschungsvorhaben „Abschätzung des Risikopotentials infolge konvektivem Feuchtetransport“ (AIF Forschungsvorhaben Nr. 12764 aus 2002) untersucht.

Danach sind gerade durch das Bauteil hindurchlaufende Spalten als unkritisch zu sehen und von ihnen geht kein Kondensatrisiko aus.

Spalten mit einer Umlenkung im Bauteilquerschnitt auf der Innenseite gelten ebenfalls als unkritisch.

Lediglich Leckagen mit einer Umlenkung der Leckluftströmung auf der Außenseite des Bauteils beinhalten ein Kondensatrisiko. Allerdings ist auch eine derartige Leckage nicht besonders kritisch, sofern die äußeren Bauteilschichten weitgehend diffusionsoffen und kapilaraktiv sind.

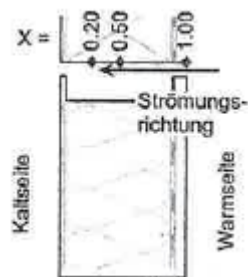
Insbesondere bei vollgedämmten Konstruktionen und Konstruktionen mit einer relativ dicken äußeren Dämmung ist nach den theoretischen Erkenntnissen und den praktischen Erfahrungen kein Kondensatrisiko gegeben. Sofern erforderlich können Feuchtemessungen zum Ende der Tauperiode praxisgerecht Aufschluss über eine evtl. vorhandene unzulässige Feuchteerhöhung geben.

### **Bewertung unterschiedlicher Leckagetypen**

(Quelle: Abschlußbericht AiF 12764 von Dr.-Ing. A. Geißler, Univ.-Prof. Dr. Ing. G. Hauser)

#### **Spalt mit Hohlraum**

Gering gefährdet



#### **Spalt**

Mehr gefährdet

#### **Spalt mit Umlenkung außen**

Sehr gefährdet

#### **Spalt mit Umlenkung mittig**

Geringste Gefährdung

Bundesverband Deutscher Fertigung e.V.  
Flutgraben 2  
53604 Bad Honnef  
[www.bdf-ev.de](http://www.bdf-ev.de)  
[info@bdf-ev.de](mailto:info@bdf-ev.de)