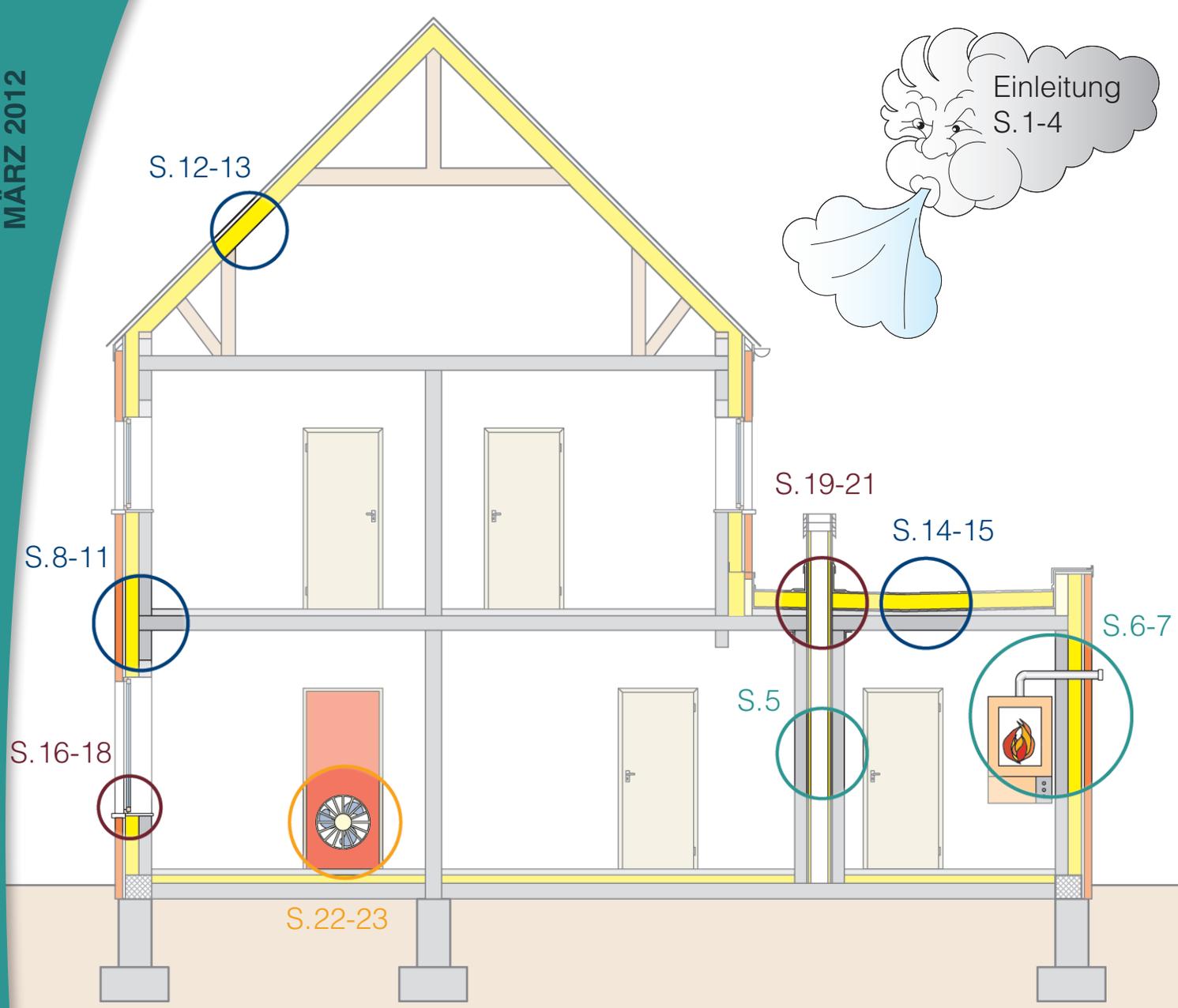




Sonderausgabe: **Luftdichtheit**



- 1 Luftdichtheit von Gebäuden: eine große Herausforderung für alle Gewerke
- 5 Steuerung der Belüftung von Technik- und Aufzugsschächten
- 6 Technische Anlagen und Luftdichtheit von Gebäuden
- 8 Erreichen einer angemessenen Luftdichtheit: bereits im Rohbaustadium zu berücksichtigende Punkte
- 10 Holzskelettkonstruktion und Luftdichtheit
- 12 Luftdichtheit von Satteldächern: die Details machen den Unterschied
- 14 Sicherstellen der Dichtheit im Bereich der Flachdächer
- 16 Leistungsklassen der Luftdichtheit von Außenschreinerarbeiten
- 18 Anbringung von Schreinerarbeiten: Lösungsbeispiele
- 19 Handhabung der Durchbrüche der luftdichten Sperre
- 22 Kontrolle der Luftdichtheit
- 24 Bloß nichts überstürzen!

Luftdichtheit von Gebäuden: eine große Herausforderung für alle Gewerke

Die regionalen Verordnungen über die Energieleistungen von Gebäuden (PEB) verschärfen sich mit nicht nachlassender Schnelligkeit. Neben einer gründlichen Wärmedämmung der Gebäudehülle und der Anwendung von leistungsfähigen technischen Anlagen (z.B. Belüftungssysteme) wird eine gute Luftdichtheit kurzerhand unausweichlich: diese kann nämlich die Energieleistung eines Gebäudes um bis zu 15 % steigern. Wenngleich in Anlehnung an die Passivhäuser bereits sehr luftdichte Häuser realisiert werden, so müssen diese Prinzipien jedoch für die Gesamtheit der Neubauten verallgemeinert werden.

Eine solche Veränderung bleibt nicht ohne Folgen für die Bauunternehmer und jegliche Fachkräfte des Sektors, denn sie müssen ihre Art und Weise des Entwurfs, der Koordinierung und Durchführung der Arbeiten anpassen.

Wenn auch die Luftdichtheit von Gebäuden eine seit mehreren Jahren bekannte Problematik darstellt, so gibt es bis zum heutigen Tag in unserem Land kein gesondertes Dokument, das genau aufführen würde, wie sie zu konzipieren und umzusetzen ist. Und das mit gutem Grund, denn es ist unmöglich, sie zum Zeitpunkt des Entwurfs zu berechnen. Sie muss nach Abschluss der Bauarbeiten in einem Stadium, in dem es oftmals sehr schwierig ist, größere Veränderungen vorzunehmen, gemessen werden. Außerdem ist es, wenn sich die Ergebnisse als unzulänglich erweisen sollten, besonders kompliziert festzustellen, wer die Verantwortung dafür trägt. Es beginnen folglich häufig endlose Diskussionen zwischen den unterschiedlichen Beteiligten um zu ermitteln, in welchem Stadium die Luftlecks aufgetreten sind...

Es existieren allerdings eine bestimmte Anzahl an Empfehlungen für den Entwurf, die Umsetzung und Koordinierung der Arbeiten, mit denen – sofern sie befolgt werden – deutlich höhere Leistungen als die heute noch häufig gegebenen erreicht werden können. Ziel dieses themenbezogenen WTB-Kontakts ist es, diese Empfehlungen zusammenzuführen, die praktisch alle Bauunternehmer betreffen. Diese Texte werden gleichzeitig den Auftakt für eine künftige Technische Information und eine Datenbank von baulichen Details bilden.

GLEICHZEITIG ABDICHTEN UND BELÜFTEN... EIN WIDERSPRUCH?

Die auf eine mangelhafte Dichtheit zurückzuführenden Luftlecks sind sporadisch, unkontrollierbar und im Innern des Gebäudes ungleichmäßig verteilt. In bestimmten Bereichen haben sie eine übermäßige Lüftererneuerung zur Folge, die sie manchmal ‚unbeheizbar‘ machen. Andererseits kommt es dagegen häufig vor, dass andere Bereiche im gleichen Gebäude sehr luftdicht sind, was sich in einer unzureichenden Lüftererneuerung widerspiegelt. Ein im Allgemeinen wenig luftdichtes Gebäude bietet folglich keinesfalls eine Gewähr dafür, dass die Luft in allen Räumen von guter Qualität ist.

Die Systeme der hygienischen Belüftung werden so konzipiert und eingebaut, dass die Qualität der Innenluft in allen Räumen gewährleistet wird und dabei die sich daraus ergebende energetische Belastung eingeschränkt wird. Sie bieten den Bewohnern außerdem Möglichkeiten zur Kontrolle. Wie die übrigen gebäudetechnischen Anlagen erfordern diese Systeme eine korrekte und regelmäßige Instandhaltung.

Wie man sieht: Gebäude luftdicht zu machen und sie gleichzeitig kontrolliert zu belüften, sind zwei einander ergänzende und keinesfalls im Widerspruch zueinander stehende Forderungen.



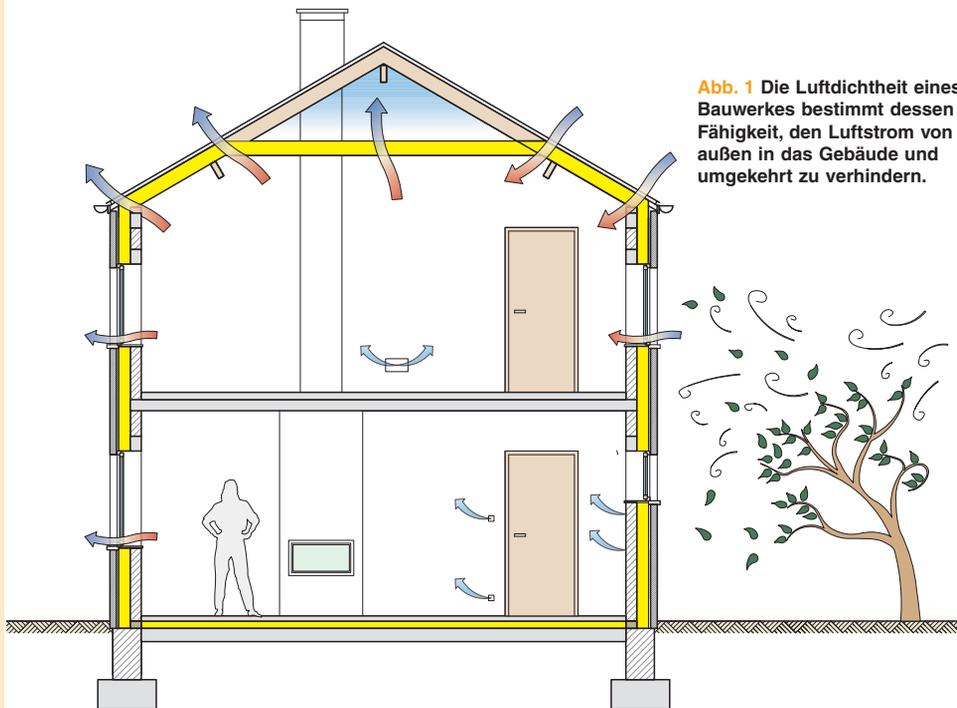


Abb. 1 Die Luftdichtheit eines Bauwerkes bestimmt dessen Fähigkeit, den Luftstrom von außen in das Gebäude und umgekehrt zu verhindern.

1 LUFTDICHTHEIT, EINFACH EINE FRAGE VON VERORDNUNGEN?

Neben dem rein vorschriftsbezogenen Aspekt und den damit verbundenen Energieeinsparungen kann eine gute Luftdichtheit dazu beitragen, Probleme mit der internen Kondensation im Innern von Wänden zu vermeiden, sie kann allerdings auch in starkem Maße den Grad des thermischen und akustischen Komforts eines Gebäudes beeinflussen.

Mängel bei der Luftdichtheit können die Ausbildung von interner Kondensation begünstigen. In dem Beispiel der Abbildung 2, das eine Dachschräge veranschaulicht, tritt die Konvektion dort auf, wo die Fugen nicht abgedichtet wurden, das heißt zwischen den Bahnen der Luftsperrschicht bzw. zwischen diesen und den Pfetten. Dadurch kann warme und feuchte Innenluft durch die Wand strömen und an der Innenseite des kalten Unterdaches kondensieren und somit eine Gefahr darstellen, den Dämmstoff zu beschädigen.

Die Luftdichtheit eines Bauwerkes bestimmt dessen Fähigkeit, den Luftstrom von außen in das Gebäude und umgekehrt zu verhindern (siehe Abbildung 1). Sie wird mit Hilfe des Leckdurchsatzes (\dot{V}) berechnet, der die Gebäudehülle bei einem bestimmten Druckunterschied zwischen Außen- und Innenseite des Gebäudes passiert. In Belgien wird die Luftdichtheit im Allgemeinen für einen Druckunterschied von 50 Pa ausgedrückt.

Folgende Größen werden häufig zum Ausdruck der Luftdichtheit verwendet:

- \dot{V}_{50} : der Leckdurchsatz durch die Gebäudehülle [m^3/h]

- n_{50} : die Luftwechselzahl [vol/h] (Leckdurchsatz im Verhältnis zum Innenvolumen des Gebäudes)
- \dot{v}_{50} : die Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle [$m^3/(h \cdot m^2)$] (Leckdurchsatz im Verhältnis zur Fläche der Gebäudehülle).

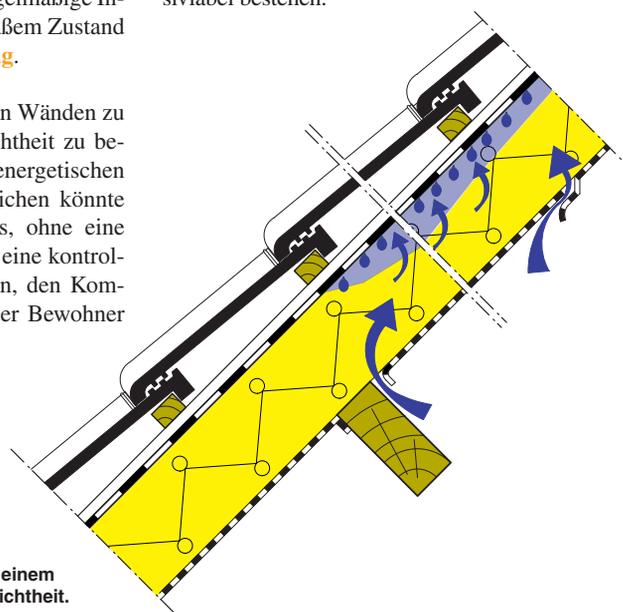
2 EIN UNTRENNBARES TRIO

Die Luftdichtheit der Gebäudehülle gehört zu einer globalen Strategie, die darauf abzielt, ein komfortables und energiesparsames Gebäude zu realisieren. Die drei Achsen dieser Strategie umfassen:

- die **Luftdichtheit** der Gebäudehülle
- eine ausreichend dicke und korrekt angebrachte **Wärmedämmung**
- eine kontrollierte und durch regelmäßige Instandhaltung in ordnungsgemäßem Zustand gehaltene **hygienische Lüftung**.

Die Dicke der Dämmstoffe an den Wänden zu erhöhen, ohne dabei die Luftdichtheit zu berücksichtigen, ist nämlich vom energetischen Standpunkt aus Unsinn. Desgleichen könnte die Abdichtung eines Gebäudes, ohne eine Erneuerung mit Frischluft durch eine kontrollierte Belüftung zu gewährleisten, den Komfort und sogar die Gesundheit der Bewohner gefährden.

Abb. 2 Gefahr der Kondensation in einem Dach im Fall von mangelnder Luftdichtheit.



Die drei vorstehend genannten Punkte sind folglich untrennbar miteinander verbunden.

Da die Anwendung dieses Prinzips bei Neubauten bereits gut bekannt ist, ist es von grundlegender Bedeutung, es auch im Fall der Sanierung vorhandener Gebäude anzuwenden.

3 PEB-VERORDNUNGEN UND LUFTDICHTHEIT

Die Verordnungen entwickeln sich immer schneller. Die Neufassung der europäischen PEB-Richtlinie schreibt unseren drei Regionen vor, die notwendigen Maßnahmen zu ergreifen, um den Energieverbrauch bei Neubauten gegen 2020 auf nahezu Null zu senken (*). Die Erklärung der wallonischen Regionalpolitik legt fest, dass sämtliche Neubauten ab 2017 Passivhäuser oder ähnliches sein müssen; in der Hauptstadtregion Brüssel muss das bereits ab 2015 der Fall sein. Flandern wiederum schreibt ab 2014 ein maximales Primärenergieniveau von E60 vor. Bei diesem Maß an Ehrgeiz ist die Luftdichtheit, ob die Forderung nun eindeutig ist oder nicht, ein absolut unausweichlicher Posten.

In den gegenwärtigen Verordnungen ist noch keine direkte Forderung für die Luftdichtheit enthalten, sie berücksichtigen diese allerdings bei der Berechnung des Primärenergieverbrauchs, indem die Verluste durch Infiltration (kalte Luft, die in das Gebäude dringt und die erwärmt werden muss) und durch Exfiltration (warme Luft, die das Gebäude verlässt und ersetzt werden muss) beurteilt werden. Diese Verluste sind von den mit der hygienischen Lüftung verbundenen Verlusten zu unterscheiden.

Die auf der folgenden Seite dargestellte Tabelle zeigt die Hauptunterschiede, die heute zwischen den PEB-Verordnungen und dem Passivlabel bestehen.

(*) „La construction ‚très basse énergie‘: 10 ans pour une révolution profonde“, D. Van Orshoven und P. D’Herdt, [Les Dossiers du CSTC 2011/3.15](#).

Vergleich zwischen den PEB-Verordnungen und dem Passivlabel.

PEB-Verordnungen	Passivlabel
Verbindlicher Charakter	Freiwilliges Verfahren: vom Auftraggeber gefordertes Label
Die Anforderung der Luftdichtheit wird ausgedrückt in \dot{v}_{50} mit der Einheit $\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$	Die Anforderung der Luftdichtheit wird ausgedrückt in n_{50} mit der Einheit vol/h
Heutzutage keine eindeutige Anforderung. Allerdings gestattet eine Messung, die bessere Ergebnisse als der Standardwert ($12 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$) nachweist, eine Verbesserung des E-Niveaus (10 bis 15 Punkte)	Eine eindeutige Anforderung: $n_{50} \leq 0,6 \text{ vol/h}$
Berechnung mit Hilfe von PEB-Software	Berechnung mit Hilfe der PHPP-Software (Passivhäuser)

Eine im Rahmen des Projektes ‚Construire avec l’énergie‘ in der Region Wallonien durchgeführte Sensitivitätsanalyse zeigt, dass mit dem Erreichen einer Luftdurchlässigkeit \dot{v}_{50} von $2 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ (je nach Konfiguration) 10 bis 15 E-Punkte im Vergleich zu dem im Falle des Nichtvorhandenseins eines Infiltrationsversuchs verwendeten Standardwert gewonnen werden. Der sich daraus ergebende tatsächliche energetische (und wirtschaftliche) Gewinn liegt in der Größenordnung von 10 %.

Gegenwärtig weisen Wohnungen, die ohne besondere Beachtung der Luftdichtheit errichtet wurden, allgemein eine \dot{v}_{50} zwischen 6 und $12 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ auf. **Durch eine vernünftige Gestaltung und eine sorgfältige Umsetzung kann man ein Ziel zwischen 2 und $6 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ erreichen. Über $2 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ hinaus ist echtes Fachwissen sowohl auf der Ebene der Gestaltung als auch auf der Ebene der Ausführung notwendig:** sämtliche Bauknoten müssen einer angemessenen Untersuchung unterzogen werden, und eine Sensibilisierung sämtlicher beteiligten Gewerke ist unabdingbar. Eine im Verlauf der Bauarbeiten durchgeführte Druckprüfung (Orientierungsprüfung) stellt auch eine wertvolle Hilfe (siehe Artikel S. 22) dar.

4 WIE KANN MAN NUN HÖHERE LUFTDICHTHEITSWERTE ERREICHEN?

4.1 DER ENTWURF, WESENTLICHE VORARBEIT

Der Planer kann vertraglich eine Abdichtungs-

leistung fordern und gleichzeitig die Mittel für deren Umsetzung vorschreiben. Er muss die Machbarkeit des von ihm Vorgeschriebenen sicherstellen und die kritischen Punkte mittels einer vorhergehenden sorgfältigen Untersuchung minimieren. Überdies muss er die Dichtungsmaterialien und -produkte gut auswählen und eine wirksame Kommunikation zwischen den verschiedenen Gewerken gewährleisten. Und schließlich könnte eine Orientierungsprüfung der Dichtheit des Gebäudes im Verlauf der Ausführung und vor der endgültigen Messung zur Korrektur bestimmter Ausführungspunkte beitragen. Diese Arbeiten erweisen sich häufig als arbeitsaufwändig und/oder kostspielig. Bestimmte Abdichtungsmängel, die sich in unzugänglich gewordenen Bereichen befinden (z.B. Dampfsperre eines Daches bei bereits angebrachter Innenverkleidung) oder die auf den Entwurf zurückzuführen sind (z.B. Einbau der Garage in das geschützte Volumen), können nicht mehr korrigiert werden. Folglich ist es unabdingbar, diese vorwegzunehmen.

4.1.1 BESTIMMUNG DES ABZUDICHTENDEN VOLUMENS

Der Planer legt die Räume, die zu dem wärmedämmten und geheizten Volumen gehören, sowie die Positionierung der luftdichten Sperre fest. Bei diesem letzten Punkt geht es nicht nur darum, die Grenze zwischen dem geschützten Volumen und der Außenseite (oder einem benachbarten Volumen) anzugeben, sondern auch, die Dichtheit in der Wand genau

anzuordnen (siehe Abbildung 4, S. 4). Die Positionierung der Luftsperrre in der Wand kann nämlich die Herstellung der Durchgängigkeit im Bereich der Bauknoten beträchtlich beeinflussen. Der Bauunternehmer kann eine Änderung der Position der Sperre vorschlagen, wenn dies für seine Ausführung, die Kosten oder das Ergebnis günstig ist.

4.1.2 POSITIONIERUNG DER TECHNISCHEN ANLAGEN

Durchbrüche durch die Luftsperrre sind potenzielle Leckquellen und müssen auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Für die Vermeidung solcher Durchbrüche sind Auswahl und Positionierung der technischen Anlagen entscheidend.

Räume, die aus Gründen des Brandschutzes oder der Luftqualität eine ständige Belüftung erfordern (Aufzugsschächte, Technikschränke, Garage, Heizraum usw.) und die deshalb der Luftdichtheit abträglich sind, sind aus dem geschützten (beheizten und wärmedämmten) Volumen herauszunehmen oder erfordern geeignete Lösungen (siehe Artikel S. 5). Zum Beispiel müssen Heizräume, in denen sich eine Heizung mit offenem Verbrennungskreislauf befindet (Typ B), belüftet werden. Folglich ist entweder eine Heizung mit geschlossenem Verbrennungskreislauf (Typ C) zu bevorzugen oder der Heizraum nach außerhalb des geschützten Volumens zu verlagern (siehe Artikel S. 6).

Was die Leitungen (Belüftung, Heizung, Elektrik, Telekommunikation, Sanitär, Gas usw.) betrifft, so machen bestimmte Anordnungen wie zum Beispiel Wanddurchführungen von Kabeln – obgleich Wanddurchbrüche durch Kabelschutzrohre oder Manschetten verfüllt werden können (siehe Artikel S. 19) –, ein sorgfältiges Arbeiten praktisch unmöglich. Folglich ist es gleich beim Entwurf wichtig, den Ort für die Durchführung von Leitungen zu bestimmen, der eine gute Ausführung begünstigt. Dazu müssen die für den Einbau von Manschetten verantwortlichen Gewerke über die Beschaffenheit der Luftsperrre informiert werden, um einen korrekten und durchgehenden Anschluss zwischen Manschette und Luftsperrre sicherzu-

GETRENNTE FUNKTIONEN

Luftsperrre

Die Luftsperrre (oder der Luftschirm) verhindert, dass die Außenluft in das Gebäude eindringt und die Innenluft herausströmt. Die Luftsperrre wird auf der warmen Seite des Dämmstoffs angebracht. Eine Dampfsperre ist luftdicht und kann demzufolge diese Funktion erfüllen.

Unterdach

Das Unterdach wird außen angebracht, d.h. an der kalten Seite des Dämmstoffs. Es fungiert als Regen- und Windschutz und erfüllt nicht die Funktion der Luftabdichtung.



Abb. 3 Feststellen von Leckagen, wenn in dem Gebäude während einer Druckprüfung ein Unterdach herrscht.

stellen und deren Durchgängigkeit dabei aufrechtzuerhalten. Dieser Aspekt unterstreicht die Notwendigkeit einer guten Kommunikation zwischen den verschiedenen Beteiligten.

Die in die Wände eingebauten Ausrüstungen (Stromkabel, Strahler, Wasserrohre usw.) müssen Gegenstand einer vorhergehenden Studie sein, in der deren Positionierung und die Auswahl der Technologien bestimmt werden (siehe Artikel S. 8 zum Einsatz von Elektrodosen und den Artikel auf S. 10 über den Einsatz von Vorsatzwänden).

4.1.3 AUSWAHL DER BESCHAFFENHEIT DER LUFTSPERRE

Der Planer wählt die für die Herstellung der Luftdichtheit der durchgehenden Wände geeigneten Materialien aus; dabei kann es sich um Folgendes handeln:

- Dampfspermembran (für Holzkonstruktionen und Dachstühle)
- Putz (bei Wänden aus Mauerwerk)
- Platten (bei Holzkonstruktionen)
- vor Ort gegossenen Beton
- industriemäßig hergestellte Systeme.

Es ist unabdingbar, die Verbindungsstellen zwischen den Platten oder Bahnen abzudichten. Die Auswahl der Außenschreinerarbeiten muss ebenfalls in Übereinstimmung mit dem gewünschten Leistungsniveau erfolgen (siehe Artikel S. 16).

4.1.4 UNTERSUCHUNG DER AUSFÜHRUNGSDetails

Der Planer wird so früh wie möglich die für die Luftdichtheit ‚riskanten‘ Details (Verbindungsstelle zwischen den Schreinerarbeiten und der Wand, Wandsockel, Verbindungsstelle

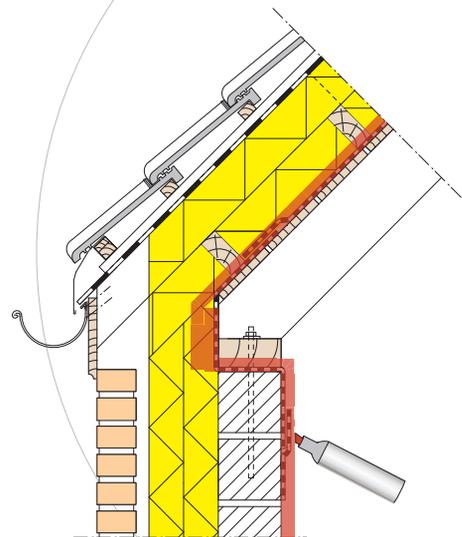
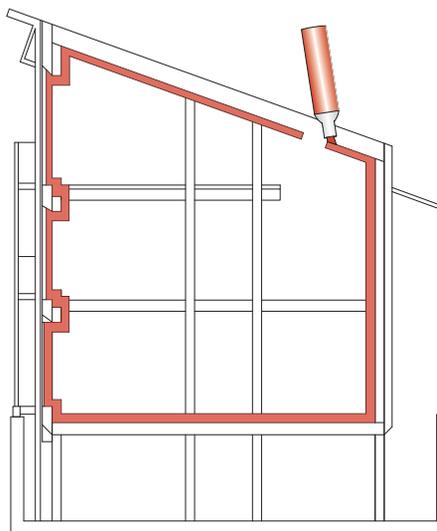


Abb. 4 Prinzip- und Detailschema zur Darstellung der Luftsperrschicht (rote Linie).

zwischen der Dampfsperre und der Giebelwand usw.) ermitteln. Ab der Angebotsanforderung wird er die Lösungen vollständig und ausführlich vorstellen (wobei er sich eventuell auf Referenzunterlagen stützt, in denen erprobte Standardlösungen vorgeschlagen werden), indem er die an der Abdichtung beteiligten Elemente besonders herausstellt. Es ist wichtig, dass diese Informationen auch den betroffenen Personen auf der Baustelle mitgeteilt werden.

4.1.5 KOMMUNIKATION UND PLANUNG

Die Realisierung von nach energetischen Gesichtspunkten leistungsstarken Gebäuden bringt strenge Vorschriften in Bezug auf die Luftdichtheit mit sich und hat umfangreiche Veränderungen an den gegenwärtigen Bauverfahren zur Folge.

Der Verantwortliche für die Koordinierung der Arbeiten spielt in dieser Hinsicht eine entscheidende Rolle: ihm obliegt es, sämtliche an der Realisierung des Bauwerkes beteiligten Personen über die Bedeutung der Luftdichtheit in Kenntnis zu setzen. Bestimmte Details (siehe Artikel S. 10, S. 12 und S. 18) erfordern es, die Abfolge der einzelnen Aufgaben zu ändern, die von dem Verantwortlichen für die Koordinierung der Arbeiten untersucht und in die Planung integriert werden muss.

4.2 LUFTDICHT BAUEN, DIE LOGISCHE FOLGE

Nach Fertigstellung eines an die angestrebten Leistungen angepassten Entwurfs geht es an die Umsetzung. Neben der Luftdichtheit der durchgehenden Teile, die bei den ‚schweren‘ Konstruktionen allgemein durch den Innen-

Abb. 5 Detail, das eine geeignete Koordinierung erfordert. Die Bahnen werden vor der Fortsetzung der Montage des Dachstuhls über die Pfetten gelegt. Sie werden danach mit der Dampfsperre verbunden, um die Durchgängigkeit der Luftsperrschicht über die gesamte Dachschräge sicherzustellen.

putz und bei den ‚leichten‘ Konstruktionen durch die speziellen Membranen gewährleistet wird, erfordert die Realisierung der Details äußerste Sorgfalt. In diesem Zusammenhang erweist sich die Koordinierung der Arbeiten als äußerst entscheidend. Sie muss nämlich nicht nur die Herstellung der Luftabdichtung möglich machen (z.B. Verputzen neben den Technischächten), sondern auch verhindern, dass Gewerke die Arbeit derjenigen beschädigen, die vorher daran gearbeitet haben. Die Luftdichtheit geht folglich alle etwas an und zweifellos können Ärgernisse durch einen ständigen Dialog vermieden werden.

Die folgenden Artikel befassen sich mit der Ausführung der Abdichtung und widmen sich insbesondere den Details, die eine spezielle Koordinierung erfordern. Folgende Aspekte werden behandelt:

- die sogenannten schweren Konstruktionen: **Mauerwerke und Betonwände** → Seite 8
- leichte **Holzskelettwände** → Seite 10
- **Satteldächer** → Seite 12
- **Flachdächer** → Seite 14
- **Schreinerarbeiten** und ihre Verbindung mit dem Rohbau → Seite 16
- die Steuerung der **Durchbrüche** → Seite 19.

4.3 DIE KONTROLLE DER ERGEBNISSE UND DIE ZWISCHENMESSUNGEN

Ist das Ende der Bauarbeiten erreicht, wird es Zeit, die tatsächlich erzielte Luftdichtheit zu messen. Verbesserungen können dann meistens nur noch schwerlich vorgenommen werden, so dass dringend dazu geraten wird, die Durchführung einer oder mehrerer Orientierungsprüfungen einzuplanen. Letztgenannte müssen nicht unbedingt nach den Vorschriften der Norm durchgeführt werden, sie müssen es allerdings gestatten, Lecks aufzuspüren, solange ein Eingreifen noch möglich ist, und einen ersten Überblick über die Gebäudeleistung zu geben (siehe Artikel S. 22). ■

Die durch die PEB-Verordnungen vorgeschriebenen baulichen Weiterentwicklungen können auf mit den gesetzlichen Vorschriften auf dem Gebiet des Brandschutzes verbundene Hindernisse stoßen. Dieser Artikel beschäftigt sich mit der Notwendigkeit, je nach den verschiedenen Vorschriften eine natürliche Belüftung der Technik- und Aufzugsschächte vorzusehen. Nun sind diese Forderungen mit dem Erreichen höherer Leistungen in Bezug auf die Luftdichtheit leider nicht vereinbar.

Steuerung der Belüftung von Technik- und Aufzugsschächten



Drei Lösungen, um Luftdichtheit, Lüftung und Brandschutz von Technischächten in Einklang zu bringen (mittlere Gebäude).

Diese Forderung besteht für die Gebäude, die dem königlichen Erlass unterliegen, in dem die Grundnormen auf dem Gebiet des Brandschutzes festgelegt werden (Bürogebäude, Wohngebäude, öffentliche Gebäude usw.), jedoch nicht für Einfamilienhäuser, die nicht zum Geltungsbereich des Erlasses gehören. Die dieser Auflage zugrundeliegenden Zielsetzungen sind:

- in normalen Situationen: eine **ausreichende Belüftung** der Aufzugskabine für das Wohlbefinden der Benutzer zu gewährleisten
- bei Brand: eine **ausreichende Ableitung** von Rauch und Wärme zu gewährleisten.

Während es bei Einfamilienhäusern besser ist, die Technischächte im Innern des geschützten Volumens einzubauen, müssten die Technik- und Aufzugsschächte bei dieser Auflage unterliegenden Gebäuden aus dem abzudichtenden Volumen ‚hinausverlagert‘ werden. Die natürliche Belüftung der Schächte wäre dann mit einer leistungsfähigen Luftabdichtung des Gebäudes nicht mehr unvereinbar. Diese Lösung kann sich allerdings sowohl in technischer Hinsicht als auch bei Entwurf und Realisierung als schwierig erweisen. Die zahlreichen Durchquerungen des Schachts durch technische Anlagen, die Revisionsklappen sowie die Aufzugstüren, sofern diese die Grenze zum beheizten Raum bilden, müssen alle luftdicht sein. Dennoch sind andere Lösungen möglich, bei denen gleichzeitig das Ziel des Brandschutzes und das Ziel einer leistungsfähigen Luftabdichtung eingehalten werden.

TECHNISCHÄCHTE

Um zu vermeiden, die Technikkanäle belüften (siehe Abbildung A) und demzufolge eine Öffnung vorsehen zu müssen, die 10 % des horizontalen Gesamtquerschnitts des Schachts entspricht und mindestens 400 cm² aufweist, schlägt der die Grundnormen der Vorbeugung festsetzende königliche Erlass vor:

- entweder den Schacht **in Schotts aufzuteilen**, indem dort der Fußboden verlängert wird und eine feuerfeste Verschlussvorrichtung im Bereich einer jeden Durchquerung einer Leitung oder Kanalisation angebracht wird (siehe Abbildung B)
- oder **die Schachtöffnung mit horizontalen Abschirmungen** aus feuerfestem Material **zu unterteilen** (A1, gemäß der Norm NBN EN 13501-1), die den gesamten freien Raum zwischen den Rohrleitungen einnehmen und bei niedrigen und mittleren Gebäuden eine Feuerfestigkeit von EI 30 (Rf ½ h) bzw. bei hohen Gebäuden von EI 60 (Rf 1 h) aufweisen. In der Praxis bedeutet das, den Raum zwischen den Rohrleitungen und dem Schacht mit Hilfe von Mörtel und/oder Steinwolle abzudichten (siehe Abbildung C).

Gemäß den Normen NBN D 51-003 und -006 ist, wenn Gasleitungen durch den Technischschat verlaufen, eine Öffnung von 150 cm² vorzusehen:

- nach außen zum höchsten Punkt des Schachts, wenn keine Schotts vorhanden sind

- nach innen auf jeder Etage, wenn Schotts im Schacht vorhanden sind.

Diese Forderung gilt nicht, wenn das Zusammenfügen von Leitungen durch Schweißen (Stahl) oder durch Hartlöten (Kupfer) erfolgte.

Im Fall eines Schachts, der Rauchgasabzugskanäle enthält, müssen letztgenannte in einer separaten ‚Abteilung‘ im Innern des Schachts verlaufen. Die beiden Schachtschotts müssen durch eine obere und untere Lüftung getrennt belüftet werden (siehe Norm NBN B 61-002 und Normenüberarbeitungsprojekt NBN B 61-001). Folglich sollte dieser Schacht außerhalb des geschützten Volumens angebracht werden.

AUFZUGSSCHÄCHTE

Eine Lösung, mit der der Forderung nach einer natürlichen Belüftung der Aufzugsschächte mit einem Mindestquerschnitt von 1 oder 4 % der horizontalen Fläche des Schachtes (siehe königlicher Erlass) nachgekommen werden kann, besteht darin, die Lüftungsöffnung mit motorbetriebenen Klappen auszustatten. Diese öffnen sich im Fall des Lüftungsbedarfs zum Wohlbefinden der Benutzer, im Brandfall oder im Fall einer Störung der Stromversorgung automatisch. Außerdem ist eine manuelle Öffnung für die Feuerwehr vorzusehen. Heutzutage erfordert diese Lösung einen Antrag auf Abweichung von dem königlichen Erlass. ■

Immer mehr technische Anlagen werden in unsere Gebäude eingebaut, ob es sich nun um Anlagen für Wasserversorgung, Abwasser, Warmwasser, Gasversorgung, Stromversorgung, Telekommunikation, Heizung, Lüftung, Kühlung usw. handelt. Der vorliegende Artikel schlägt eine Reihe von Lösungen vor, damit diese Anlagen die Dichtheit der Gebäudehülle nicht beeinträchtigen.

Technische Anlagen und Luftdichtheit von Gebäuden

Rohre, Leitungen und Kabel so weit wie möglich in das geschützte Volumen des Gebäudes einzubauen, ist ein guter Reflex. Häufig wird es allerdings erforderlich sein, eine bestimmte Anzahl an Rohren und Leitungen in Räumen unterzubringen, die nicht zu diesem Volumen gehören (Dachboden, Keller, Belüftungshohlraum usw.). In Folge dessen besteht ein tatsächliches Risiko, die Dichtungssperre zu durchstoßen, was der Luftdichtheit des Gebäudes abträglich sein kann.

Es muss ebenfalls die Tatsache berücksichtigt werden, dass bestimmte Geräte (Heizungen, Öfen, Gasherde usw.) für eine optimale Funktionsweise eine direkte Versorgung mit Frischluft erfordern. Solche nicht verschließbaren Öffnungen gestatten es in dem vorliegenden Fall nicht, eine gute Gesamtluftdichtheit der Gebäudehülle zu erreichen.

Wenn das Gebäude hohen Anforderungen an die Luftdichtheit genügen muss, dürfen folgende Aspekte nicht aus den Augen verloren werden:

- die Positionierung der Bestandteile der technischen Anlagen (Rohre, Leitungen usw.), um das Durchstoßen der luftdichten Sperre so weit wie möglich zu vermeiden
- die Notwendigkeit, Spezialvorrichtungen zu installieren, um die Luftdichtheit am Ort der Durchbrüche zu gewährleisten
- die Berücksichtigung der Leistungen in Bezug auf die Luftdichtheit bei der Auswahl der Anlagenbestandteile.

HEIZUNGSANLAGEN

Die Wärmeerzeugung zum Beheizen der Gebäude und/oder zur Erwärmung von Brauchwarmwasser erfolgt sehr häufig mittels fossiler Brennstoffe (Erdgas, Schweröl, Holz, Kohle usw.). Es sind zwei Arten von Wärmeerzeugern (Heizkessel) zu unterscheiden: die Geräte mit offener Brennkammer und die Geräte mit geschlossener Brennkammer. Im ersten Fall entnimmt der Wärmeerzeuger die notwendige Verbrennungsluft dem Raum, in dem er sich befindet, wobei die Verbrennungsprodukte über einen vertikalen Abzugskanal

(Schornstein) abgeleitet werden. Im zweiten Fall erfolgen die Entnahme der Verbrennungsluft und die Ableitung der Verbrennungsgase über einen dichten Kreislauf direkt von bzw. nach außen.

Die ordnungsgemäße Funktionsweise der Heizkessel bzw. der **Einzelheizgeräten mit offener Brennkammer** erfordert folglich eine ausreichende Zufuhr an Verbrennungsluft in dem Raum, in dem sie sich befinden. Konkret hat dies das Vorhandensein einer nicht verschließbaren, direkt nach außen gehenden Öffnung im unteren Bereich des Aufstellungsraums zur Folge (siehe Abbildung 1), deren Querschnitt von dem Gerätetyp und der Heizleistung abhängig ist. Im Fall einer Gasheizung mit atmosphärischem Brenner mit Strömungssicherung (Heizung vom Typ B1) ist nach den Normen NBN B 61-001, B 61-002 und D 51-003 je kW Leistung eine Öffnung von 6 cm² (d.h. 120 cm² bei einer Heizung von 20 kW) vorzusehen. Im Fall einer Holzheizung ist dagegen eine Öffnung von 30 cm² je kW (d.h. 600 cm² bei einer Leistung von 20 kW) vorzusehen.

Der Anschluss eines Gerätes vom Typ B1 an einen Schornstein ist mit einem Ansaugstutzen für Verbrennungsluft, aber auch mit einem zusätzlichen Abzug für die Umgebungsluft ausgestattet, der die Dichtheitssperre noch ein weiteres Mal durchstößt.

Die weiter oben aufgeführten Normen schreiben ebenfalls vor, den Aufstellungsraum des Wärmeerzeugers mit einer Oberlüftung auszustatten, um eine unerwünschte Erhöhung der Temperatur in Folge thermischer Verluste des Heizkessels und seiner Anlagen (Leitungen, Ventile, Austausch器等.) zu vermeiden. Diese Belüftung erfolgt im Allgemeinen auf natürliche Weise über eine nicht verschließbare Öffnung nach draußen, die im oberen Bereich des Raumes angebracht ist (siehe Abbildung 1). Bei einigen Wärmeerzeugern kann allerdings auf mechanische Ableitung zurückgegriffen werden.

Es ist offensichtlich, dass der Einbau von Wärmeerzeugern mit offener Brennkammer einen



Abb. 1 Belüftung des Einbauraumes.

Einfluss auf die angemessene Dichtheit der Gebäudehülle hat. Deshalb wird empfohlen, solche Heizkessel vorzugsweise außerhalb des geschützten Volumens anzubringen.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass Einzelheizgeräte mit einem nicht dichten Verbrennungskreislauf (Öfen, Kamineinsätze, Kamine usw.), die an einen Schornstein angeschlossen werden und sich in einem Wohnraum in dem geschützten Volumen befinden, vergleichbaren Vorschriften über die Verbrennungsluftzufuhr und den Schornsteinzug entsprechen müssen. Diese Forderungen sind strikt einzuhalten, um eine ordnungsgemäße Verbrennung sicherzustellen und Probleme mit der Luftverschmutzung im Innern und die Gefahren einer CO-Vergiftung zu vermeiden.

Im Allgemeinen besteht die sicherste Lösung darin, sich für **Anlagen mit geschlossener Brennkammer** (Typ C) zu entscheiden, die die Verbrennungsluft von außen ansaugen, ohne dass auf nicht verschließbare Öffnungen in den Wänden des Aufstellungsraums zurückgegriffen werden muss. Eine zusätzliche Oberlüftung des Raumes erweist sich jedoch manchmal als

notwendig. Diese kann einfach mit Hilfe des obligatorischen Gebäudelüftungssystems erfolgen. Außerdem besteht der große Vorteil der Geräte von Typ C darin, eine Vielzahl an Möglichkeiten der Anbringung in den Räumen des Gebäudes zu bieten (siehe Abbildung 2).

GASGERÄTE VON TYP A

Neben den gerade von uns beschriebenen Wärmeerzeugern gibt es Gasgeräte mit offener Brennkammer (Geräte vom Typ A gemäß Norm NBN D 51-003), die nicht an einen Schornstein angeschlossen werden. Es handelt sich zum Beispiel um Warmwasserbereiter für Entnahmestellen an bestimmten Orten (Arbeitsplatte, Bad), Waschmaschinen, Wäschetrockner, Kühlschränke usw. Für diese Geräte ist eine Luftzufuhr sowie eine Lüftungsöffnung im oberen Bereich des Raumes, in dem sie angebracht bzw. aufgestellt werden, vorzusehen. Um die Luftdichtheit der Gebäudehülle nicht zu beschädigen, wird dazu geraten, sie außerhalb des geschützten Volumens zu platzieren.

Diese Empfehlung ist im Fall von Gasherden (Geräte vom Typ A), die aus praktischen Gründen immer in dem geschützten Volumen aufgestellt werden, schwer einzuhalten. Eine Luftzufuhröffnung ist demzufolge prinzipiell erforderlich. Um die ordnungsgemäße Funktionsweise der Belüftungsanlage der Küche zu gewährleisten, ist das Vorhandensein einer solchen Öffnung beim Entwurf zu berücksichtigen.

Anmerkung: die Verwendung von mobilen Heizgeräten (die mit Flüssigpetroleum oder handelsüblichem Butan betrieben werden) erfordert ebenfalls eine ständige Luftzufuhr. Von solchen Geräten wird abgeraten, wenn die ordnungsgemäße Luftdichtheit des Gebäudes bewahrt werden soll.

ERDGASZÄHLER UND -DRUCKREGELSTATIONEN

Die Vorschriften bezüglich der Belüftung gelten auch für die Räume oder Schränke im Innern des Gebäudes, die Erdgaszähler und/oder -druckregelstationen enthalten. Hochleistungsanlagen (Gasennendurchsatz > 100 m³/h) unterliegen den in der Norm NBN D 51-001 enthaltenen Anforderungen. Da letztgenannte wenig ausführlich sind, hat die ARGB genauere Vorschriften guter Praxis erstellt, die nachstehend zusammengefasst werden.

Der Gaszähler muss in einem trockenen Raum, der mindestens durch eine im oberen Bereich befindliche, nicht verschließbare natürliche Belüftung belüftet wird, angebracht werden. Der Mindestquerschnitt dieser Öffnung beträgt 150 cm² bei einem Gasdurchsatz von < 100 m³/h und bei einem größeren Durchsatz 500 cm².

Um die Luftdichtheit der Gebäudehülle nicht zu beeinträchtigen, wird dringend empfohlen, die Standorte für Gaszähler und -druckregelstationen außerhalb des geschützten Volumens zu positionieren.

MECHANISCHE BELÜFTUNGSSYSTEME UND ANDERE ROHR- UND LEITUNGSNETZE

Im Fall eines mechanischen Belüftungssystems sollte das gesamte Leitungsnetz vorzugsweise in dem geschützten Volumen verlegt werden. Des Weiteren ist darauf zu achten, dass die Wände der Gebäudehülle nur durch

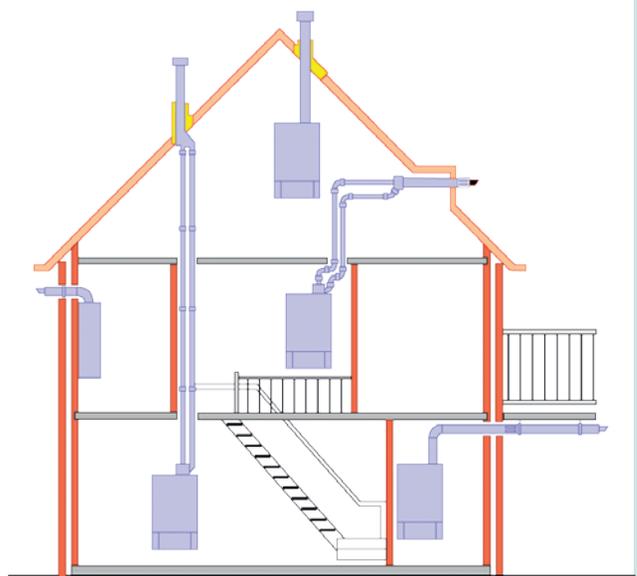


Abb. 2 Beispiele für mögliche Anordnungen von Geräten mit geschlossener Brennkammer (Typ C).

die Frischluftversorgungsleitung und die Abluftleitung durchbrochen werden.

Die übrigen Versorgungsnetze (Wasserleitungen, Gasleitungen, Telekommunikationskabel usw.) unterliegen ebenfalls der goldenen Regel, die darin besteht, jeglichen unnützen Durchbruch der Dichtheitssperre zu vermeiden und in dem geschützten Volumen ausreichend Schächte, Hohlräume und Technikräume vorzusehen, die diese Leitungen aufnehmen können.

SCHLUSSBEMERKUNG

Es ist zu überprüfen, dass die oben angeführten technischen Anlagen das Kriterium der empfohlenen Positionierung in Bezug zu dem geschützten Volumen einhalten, um so zu vermeiden, dass die Luftdichtheit der Gebäudehülle beeinträchtigt wird. Dieses Kriterium wird in der nachstehenden Tabelle in Form einiger einfacher Prinzipien dargestellt. ■

Empfohlene Position der technischen Anlagen in Bezug zu dem geschützten Volumen.

Technische Anlage	Empfohlene Positionierung in Bezug zu dem geschützten Volumen
Zentral- oder Einzelheizung mit Wärmeerzeugern mit dichtem Verbrennungskreislauf	Im Innern des geschützten Volumens, sofern ihre Leistung unter 70 kW liegt
Zentral- oder Einzelheizung mit Wärmeerzeugern mit offenem Verbrennungskreislauf	Außerhalb des geschützten Volumens. Durchbrüche sind durch Aufstellung der Kollektoren in dem geschützten Volumen zu beschränken
Von dem Heizkessel unabhängige Speicherung und Erzeugung von Warmwasser	<ul style="list-style-type: none"> Bei Geräten mit offenem Verbrennungskreislauf: außerhalb des geschützten Volumens. Durchbrüche sind zu beschränken, indem die Kollektoren im geschützten Volumen angebracht werden Bei Geräten mit geschlossenem Verbrennungskreislauf und Elektroheizungen: im Innern des geschützten Volumens
Erdgaszähler und -druckregelstation	Außerhalb des geschützten Volumens
Mechanische Belüftungsanlage	Idealerweise im Innern des geschützten Volumens. Aus Platzgründen wird sie häufig in einem unbeheizten Raum angebracht. Dann ist die Anzahl an Durchbrüchen zu beschränken
Stromzähler	Im Innern oder außerhalb des geschützten Volumens. Ungeachtet von seiner Position, bleibt die Anzahl an vorzunehmenden Durchbrüchen unverändert
Schalttafel und Haushaltstechnikgeräte	Im Innern des geschützten Volumens

Die Luftdichtheit spielt im Stadium des Rohbaus und während des gesamten Bauprozesses eine große Rolle. Der vorliegende Artikel bezieht sich auf die Luftdichtheit bei durchgehenden Wänden und Fußböden. Die Schwierigkeit besteht darin, die Durchgängigkeit dieser Dichtheit an deren Verbindungsstellen zu gewährleisten. In diesem Zusammenhang werden wir am Artikelende den Bauknoten ‚Fußboden zu ebener Erde/Fassade‘ veranschaulichen.

Erreichen einer angemessenen Luftdichtheit: bereits im Rohbaustadium zu berücksichtigende Punkte

1 LUFTDICHTHEIT IM DURCHGEHENDEN TEIL DER WAND

Die Luftdichtheit der Mauerwerke wird allgemein durch einen herkömmlichen Innenputz gewährleistet, der meistens auf einer Gipsbasis beruht. Mit bloß verputzten Mauerwerken (ohne Berücksichtigung der Beschaffenheit der Mauersteine oder -blöcke) ist es nämlich nicht möglich, hohe Abdichtungsleistungen zu erzielen. Außerdem bietet die Anbringung von Putz von vornherein eine bessere Dichtheit als das Streichen des nackten Mauerwerks, da eine gestrichene Wand 10 bis 20 Mal durchlässiger als eine verputzte Wand ist.

Möchte man ein sichtbares Mauerwerk erhalten, kann die Dichtheit durch Zementieren der Hohlraumseite des tragenden Mauerwerks erreicht werden. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass die Haken an zahlreichen Stellen die Dichtungssperre durchstoßen werden, die anschließend für eventuelle Reparaturarbeiten (z.B. Abdichten von Rissen) nicht mehr zugänglich sein wird. Außerdem kann eine an der Hohlraumseite des tragenden Mauerwerks durchgeführte Abdichtung die Realisierung von dichten Verbindungsstellen zu den Schreinerarbeiten und dem Wandsockel erschweren. Eine solche Ausführung wird folglich nicht empfohlen, wenn man eine leistungsstarke Luftdichtheit erreichen möchte.

Bei Vorhandensein einer Vorsatzwand ist vorher das Mauerwerk abzudichten, da letztgenanntes nach der Anbringung der Vorsatzwand nicht mehr zugänglich sein wird.

2 PUNKTE, DIE EINE BESONDERE BEACHTUNG ERFORDERN

Es ist besser, die Schalttafel in dem geschützten Volumen anzubringen, um Luftlecks über elektrische Leitungen zu vermeiden (siehe Artikel S. 6). Außerdem wird empfohlen zu vermeiden, Steckdosen, Schalter und Leitungsdurchführungen in Außenmauern anzubringen,



Abb. 1 Luftdichte Dosen.

da diese an diesen Stellen die luftdichte Sperre durchstoßen können. Entscheidet man sich trotzdem für die Anbringung einer Steckdose oder eines Schalters in einer Außenwand bzw. der Schalttafel außerhalb des geschützten Volumens, kann man eine **Dose** verwenden, die eine bessere Luftdichtheit aufweist (siehe Abbildung 1). Es ist allerdings darauf zu achten, dass die Luftabdichtung zwischen dem Putz und der Dose hergestellt wird.

Wenn die Leitungen an einer Wand des Außenmauerwerks angebracht werden müssen, ist es wünschenswert, diese Flächen, die hinterher nicht mehr leicht zugänglich sind, vorher zu verputzen (siehe Abbildung 2).

Befindet sich eine Innentür in einer Zwischenwand in der Nähe der Fassade (siehe Abbildung 3, S. 9), ist darauf zu achten, dass die in der Türöffnung befindliche Seite des Mauerwerks dicht ist. Eine diesbezügliche Lösung besteht darin, dort einen Innenputz anzubringen. Die Maße der Türöffnung müssen die Dicke dieses Putzes berücksichtigen.

Der Putz im Bereich der Verbindungsstelle zwischen Wand und Boden muss eingeklebt

und anschließend mit Hilfe einer flexiblen Fuge abgedichtet werden (siehe Abbildung 1 von Artikel S. 14).

3 LUFTDICHTHEIT IM DURCHGEHENDEN BEREICH DES FUSSBODENS

Die Luftdichtheit im durchgehenden Bereich des Fußbodens wird im Prinzip durch eine vor



Abb. 2 Vorzugsweise ist die luftdichte Sperre vor der Anbringung der Leitungen entlang der gemauerten Außenwand auszuführen.

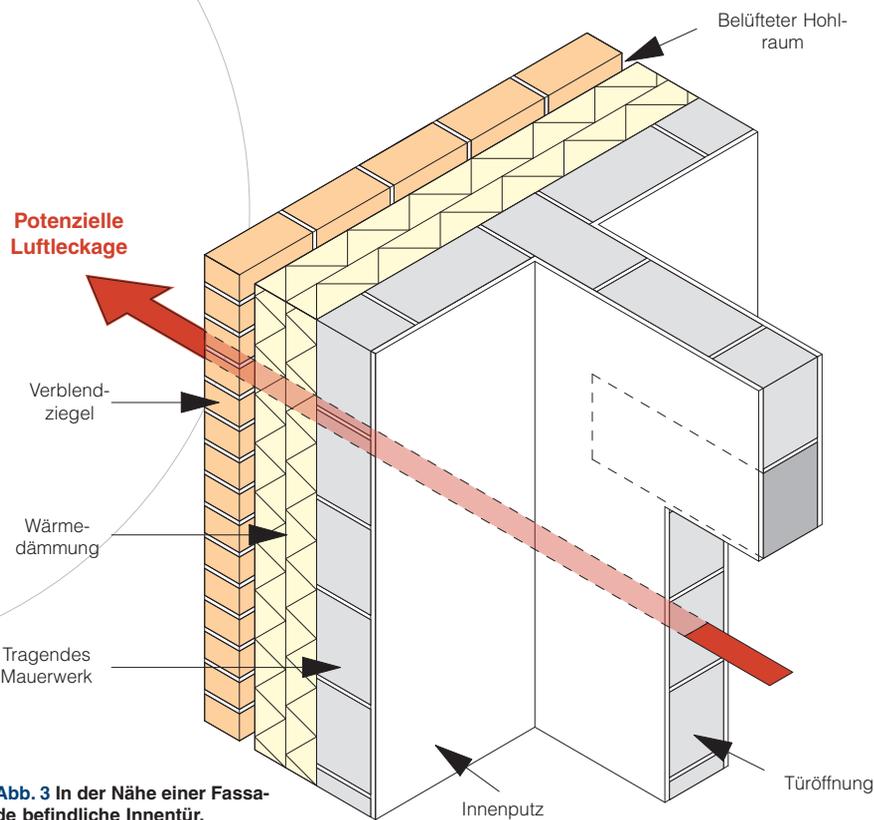


Abb. 3 In der Nähe einer Fassade befindliche Innentür.

Ort vergossene Betonplatte gewährleistet. In diesem Fall ist allerdings dem Anschluss zwischen letztgenannter und den Fassaden besondere Beachtung zu schenken (siehe § 4).

Das Vorhandensein von Arbeitsfugen im Fußboden kann ebenfalls zu Leckagen führen. Um dieses Problem zu beseitigen, kann eine luftdichte Membran, die mit einer Möglichkeit zur Bewegung ausgestattet ist, im Bereich dieser Fugen auf den Untergrund geklebt werden. Zu diesem Zweck werden allgemein Dichtungsmembranen aus Elastomeren verwendet.

Ogbleich vorgefertigte Betonfußböden allgemein über eine ausreichende Eigenluftdichtheit verfügen, sollte man sich bemühen, einen dichten Oberflächenabschluss der Verbindungsstellen zwischen diesen Elementen herzustellen. Diese Arbeit erfolgt meistens mit Hilfe eines Betons der zweiten Phase, den man zum Füllen der Verbindungsstellen oder zur

Ausführung einer Druckschicht verwendet. Überdies ist darauf zu achten, dass die Enden der Vertiefungen des rauen Mauerwerks bei der Anbringung dieser Schicht abgedichtet werden (siehe Abbildung 1 von Artikel S. 14).

Um auf der Ebene einer Etage einen dichten Anschluss zwischen dem Fußboden und der Wand herzustellen, ist der Innenputz auf dem Fußboden anzubringen oder eine luftdichte Membran zu verlegen, die die Verbindung zwischen den beiden Elementen bildet. Den Abschluss bildet die Anbringung des Estrichs und des Fußbodenbelags. Selbstverständlich können die für Anwendungen im Erdgeschoss entwickelten Lösungen ebenfalls für Anwendungen auf der Etage eingesetzt werden.

4 BAUKNOTEN „FUßBODEN ZU EBENER ERDE/FASSADE“

Um einen dichten Anschluss zwischen dem

Fußboden zu ebener Erde und der Fassade herzustellen, kann man speziell zu diesem Zweck konzipierte **Verbindungsstreifen** verwenden, die auf der einen Seite mit Bewehrungsgittern und auf der anderen Seite mit einer luftdichten Membran versehen sind.

Diese Verbindungsstreifen werden mit der Membranseite auf den tragenden Fußboden aus Beton geklebt, bevor Wärmedämmung und Estrich angebracht werden. Um eine gute Haftung zwischen der Membran und dem Untergrund aus Beton zu erreichen, muss unbedingt darauf geachtet werden, dass der Fußboden trocken und frei von Staub und Fett ist. Eine ununterbrochene Linie aus Kleber stellt die Verbindung zwischen dem Fußboden und der Membran sicher und erfordert den Einsatz von Kittkleber in ausreichender Menge. Der Verbindungsstreifen wird dann in Richtung Wand umgeschlagen und das Bewehrungsgitter wird in den Innenputz abgesenkt.

Es ist ebenfalls möglich, eine Membran zu verwenden, die sowohl auf den Fußboden als auch auf den Innenputz geklebt wird. Die Grundprinzipien der Konzeption des Wandsockels müssen natürlich eingehalten werden, um Probleme mit der Feuchtigkeit zu vermeiden (siehe Abbildung 4).

Werden die Leitungen in der Außenwand verlegt, kann die Durchgängigkeit der luftdichten Sperre im Bereich des Fußbodens entweder durch Verlegen der Leitungen in einer Füllschicht, durch Vorsehen einer an der entsprechenden Stelle befindlichen Mörtelbrücke oder durch Durchqueren der Membran und gleichzeitige Herstellung eines dichten Anschlusses zur Leitung sichergestellt werden. ■

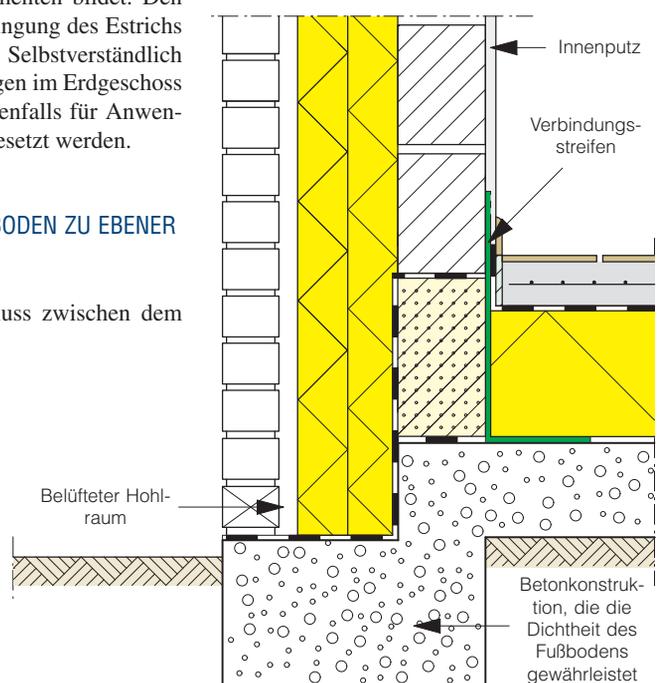


Abb. 4 Grundprinzip der Konzeption des Wandsockels.

KOORDINIERUNG DER ARBEITEN

Das Erreichen hoher Leistungen in Bezug auf die Luftdichtheit erfordert es häufig, bestimmte bauliche Gewohnheiten und die Reihenfolge, in der verschiedene Aufgaben aufeinander folgen müssen, anzupassen. Die Koordinierung der Arbeiten und die Information der unterschiedlichen Beteiligten erhalten folglich eine zunehmende Bedeutung. Das ist zum Beispiel der Fall beim Verputzen der Wände der Technischächte. Diese Aufgabe soll nämlich nicht nur in den vertraglichen Unterlagen vorgesehen sein, sondern sie muss ebenfalls vor der Verlegung der Leitungen berücksichtigt werden, was gewöhnlich nicht der Fall ist. Eine ganze Reihe von Aufgaben ist folglich nochmals zu überdenken, wenn ein hohes Maß an Luftdichtheit angestrebt wird.

Dieser Artikel beschäftigt sich gründlicher mit der Luftdichtheit der Außenwände einer Holzskelettkonstruktion. In diesem Zusammenhang spielen zum Zwecke der Verstärkung der Konstruktion eingesetzte Holzplatten eine nicht zu vernachlässigende Rolle. Außerdem ist in ausreichendem Maße auf einen dichten Oberflächenabschluss eventueller Verbindungsstellen und Durchbrüche zu achten, ohne dabei den korrekten Anschluss zu den übrigen Bestandteilen des Bauwerkes aus den Augen zu verlieren.

Holzskelettkonstruktion und Luftdichtheit

LUFTDICHTHEIT DER HOLZPLATTEN

Die Luftdichtheit einer Holzskelettwand wird allgemein mit Hilfe der Platten hergestellt, die die Versteifung der Konstruktion sicherstellen. OSB-Platten, Spanplatten oder zementgebundene Holzfaserverplatten werden gegenwärtig am häufigsten eingesetzt. Um die bestmögliche Auswahl zu treffen, wird empfohlen, sich beim Hersteller über die Luftdichtheit der unterschiedlichen Plattentypen zu informieren. Diejenigen, deren Luftdurchlässigkeit $0,1 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ bei einem Druckunterschied von 50 Pa nicht überschreitet, werden als ausreichend dicht betrachtet.

Die Luftdichtheit der Platten hängt vom Herstellungsprozess ab und kann in großem Maße schwanken. In den vergangenen Jahren hat es sich gezeigt, dass eine auf verschiedenen Baustellen zum Einsatz gekommene Partie von OSB-Platten eine unzureichende Dichtheit aufwies. Wenn der Hersteller deren Dichtheit nicht garantieren kann, ist die Anbringung einer zusätzlichen Dichtungssperre einzuplanen, vor allem dann, wenn das Gebäude sehr hohen Anforderungen in Bezug auf die Luftdichtheit unterliegt. Führt man an diesem Gebäudetyp eine Druckprüfung durch und lassen die Ergebnisse eine schlechte Dichtheit der Platten vermuten (z.B. wenn der angestrebte Dichtungsgrad nicht erreicht wird, obgleich die Details korrekt ausgeführt wurden), kann eine



Abb. 1 Die Verbindungsstellen und Durchführungen in der Innenverkleidung aus Holzplatten werden mit Hilfe von Klebebändern abgedichtet.

Überprüfung durchgeführt werden, indem ein Stück einer luftdichten Membran auf einen Teil der Außenwand geklebt wird. Wölbt sich diese Membran einige Minuten nach Herstellung des Unterdrucks in dem Gebäude, kann man zu dem Schluss kommen, dass die Leistungen der Platten in Bezug auf die Dichtheit nicht erreicht werden.

DICHTER OBERFLÄCHENABSCHLUSS EVENTUELLER VERBINDUNGSSTELLEN UND DURCHBRÜCHE

Die Verbindungsstellen zwischen den Platten müssen abgedichtet werden. Das erfolgt im Allgemeinen mit Klebebändern (siehe Abbildung 1). Bei der Auswahl des Klebebands ist es wichtig, die Beschaffenheit des Untergrunds zu berücksichtigen (Holz, Beton usw.). Außerdem ist für die Ausführung einer haltbaren Verklebung eine trockene und staubfreie Fläche unabdingbar. Die Dichtheit im Bereich eventueller Durchbrüche kann durch solche Vorrichtungen wie zum Beispiel vorgefertigte Manschetten gewährleistet werden (siehe Artikel S. 19).

Um Durchquerungen von Leitungen zu vermeiden, wird empfohlen, einen Leitungshohlraum herzustellen, dessen Breite nicht weniger als 50 mm betragen darf, um ausreichend Platz für die Verlegung von Steckdosen zu bieten. Dieser Raum kann ebenfalls eine zusätzliche Wärmedämmung enthalten, was eine positive Wirkung auf die Schalldämmung haben kann.

ANSCHLÜSSE AN ANDERE BESTANDTEILE DER KONSTRUKTION

Eine gute Abdichtung erfordert, auch auf den korrekten Anschluss zwischen den Holzskelettwänden und den anderen Gebäudeelementen zu achten.



Abb. 2 Anschluss zwischen einer Holzskelettwand und einer Betonplatte mit Hilfe einer synthetischen Membran.

Um einen dichten Anschluss zwischen einer Holzskelettwand und einer Betonplatte zu gewährleisten, werden meistens synthetische Membranen (siehe Abbildung 2) verwendet, die einerseits an den Holzplatten durch Aufkleben oder mit Hilfe von Kitt und andererseits auf der Betonplatte mittels einer durchgehenden Kittfuge befestigt werden. Die eventuellen Perforierungen dieser Membrane (insbesondere durch Leitungen) müssen (z.B. mit Hilfe von entsprechenden Klebebändern) abgedichtet werden.

ANMERKUNG

Bei den herkömmlichen Massivholzkonstruktionen sind die Holzwände allgemein nicht ausreichend luftdicht, weshalb dann eine zusätzliche luftdichte Sperre vorzusehen ist. Vorgefertigte Platten aus Massivholz weisen dagegen gewöhnlich eine ausreichende Dichtheit auf, unter der Bedingung, dass sie aus durch Verkleben (geklebtes Massivholz) zusammengefügte Platten bestehen. Die Verbindungen zwischen diesen Elementen müssen ausreichend abgedichtet sein.

Der luftdichte Anschluss zwischen der Holzskelettwand und einem Etagenfußboden aus Holz wird häufig mit Hilfe einer vorverlegten Membran durchgeführt, die vor der Anbringung des Fußbodens (siehe Abbildung 3, links) angebracht wird. Diese Membran wird anschließend umgeklappt und auf die Innenplatte oder die luftdichte Barriere geklebt. Befindet sich die Fußbodenkonstruktion zwischen den senkrechten Wänden (siehe Abbildung 3, rechts) und übernimmt der Fußbodenbelag die Funktion der luftdichten Sperre, ist eine vorverlegte Membran nicht unbedingt erforderlich, sofern die Verbindungen zwischen den Platten abgedichtet wurden.

Es ist ebenfalls auf die Luftdichtheit im Bereich der Verbindungsstelle zwischen den Fassaden und den Innenwänden zu achten. Die Durchgängigkeit dieses Anschlusses kann einerseits durch das Verlegen einer vorverlegten Membran, die dann an die Dichtungssperre der durchgehenden Teile angeschlossen wird (siehe Abbildung 4, links) oder andererseits durch die Durchgängigkeit der Innenverkleidung der Fassaden realisiert werden. Die Verbindungsstellen zwischen diesen Platten müssen vor der Anbringung der Innenwände abgedichtet werden (siehe Abbildung 4, rechts).

ANSCHLUSS DER BESTANDTEILE VON AUßENSCHREINERARBEITEN UND DÄCHERN

Der Anschluss zwischen der Holzskelettwand und den Bestandteilen von Außenschreinerarbeiten und Dächern erfolgt nach den in dem Artikel auf S. 12 beschriebenen Prinzipien. Die Dichtungssperre zwischen geeigneten Dächern wird häufig mittels Klebebändern an den Wandplatten der Holzkonstruktion befestigt.

Die korrekte Anbringung der Fenster in der Holzskelettwand kann auch durch das Vorhandensein von vorher in die Holzplatten eingebauten Multiplexrahmen im Balken gewährleistet werden. Man kann allerdings andere Verfahren wie das Verfüllen der Verbindungsstelle zwischen Fensterprofilen und Wänden mittels Klebebändern oder einem dauerelastischem PUR-Schaum ins Auge fassen. ■

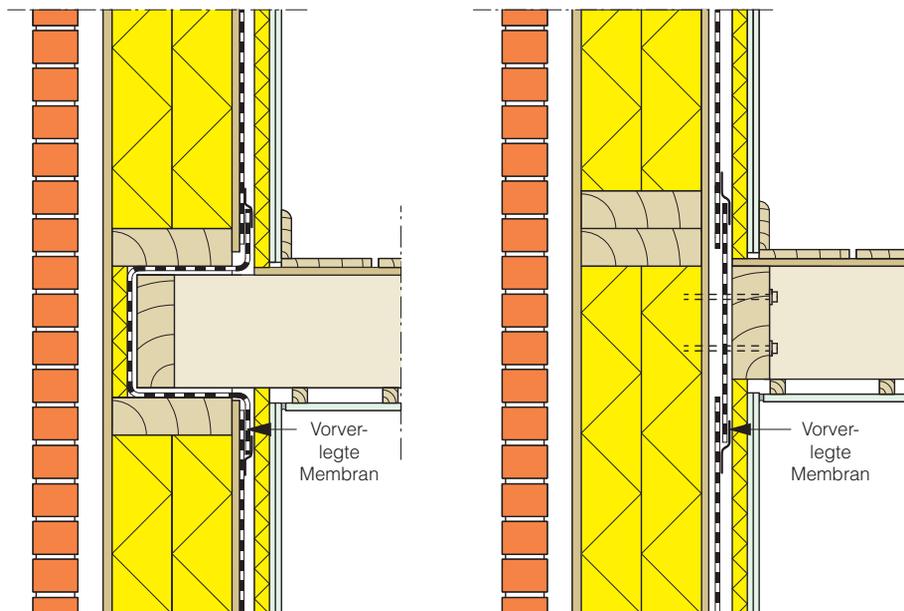


Abb. 3 Anschluss zwischen einer Holzskelettwand und einem Etagenfußboden aus Holz.



Abb. 4 Dichter Anschluss zwischen einer Innenwand und einer Außenwand mit einer Membran (links) und einer durchgehenden Verkleidung aus Platten (rechts).

LUFTDICHTER SPERRE ODER WINDSCHUTZ?

An der Außenseite der Isolierschicht sollte eine Membran angebracht werden, um unabhängig von der Art der Ausführung der luftdichten Sperre einen Schutz vor Feuchtigkeit und von außen kommenden Luftströmungen zu bieten. Diese Erscheinungen können nämlich den Wärmewiderstand der Dämmschicht in starkem Maße mindern. Die an der Außenseite der Holzskelettwand befindliche Schutzvorrichtung erfüllt stets die Funktion eines Windschutzes. Eine luftdichte Sperre wird hingegen häufiger an der Innenseite der Dämmschicht vorgesehen (warme Seite).

Um jegliche Verwirrung zu vermeiden, behalten wir uns den Begriff der ‚luftdichten Sperre‘ für die Schichten aus Materialien vor, die den Luftstrom (Luftlecks) von der Außenseite des Gebäudes nach innen oder umgekehrt einschränken. Ein ‚Windschutz‘ dagegen hat im Wesentlichen das Ziel, die Außenluftströme in der oder um die wärmeisolierende Schicht herum (und die sich daraus ableitenden Wärmeverluste) zu beschränken. Es handelt sich folglich um zwei unterschiedliche Funktionen.

Die Luftdichtheit von Satteldächern sicherzustellen, ist besonders wichtig, da sie auf Grund ihrer Funktion und ihrer Lage an der Spitze des Gebäudes sehr anfällig für die Probleme mit der Feuchtigkeit sind (z.B. durch Luftaustritt von innen) (siehe [Infomerblatt 12](#)). Der Projektplaner und der Bauunternehmer müssen deshalb in Absprache mit den anderen beteiligten Partnern die notwendigen Maßnahmen ergreifen, um einen zufriedenstellenden Grad der Luftabdichtung zu erreichen. Dazu muss nicht nur eine sorgfältige Konzeption und Ausführung in dem durchgehenden Bereich sichergestellt werden, sondern auch den Anschlussdetails jegliche notwendige Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Die Luftdichtheit von Satteldächern: die Details machen den Unterschied

BEDEUTUNG EINER GUTEN KONZEPTION

Bei Satteldächern wird die Luftsperr im Allgemeinen von einer zu diesem Zweck bestimmten Membran oder Folie gebildet, die häufig die Funktion einer Dampfsperre ausübt. In den meisten Fällen wird sie folglich an der Innenseite (das heißt an der warmen Seite) der Dämmschicht angebracht. Mit der alleinigen Anbringung einer luftdichten Sperre (wie in Abbildung 1 veranschaulicht) ist es jedoch nicht getan. So müssen, ungeachtet dessen, ob es sich nun um einen Neubau oder ein saniertes Gebäude handelt, auch die Anschlussdetails abgedichtet werden.

Besondere Aufmerksamkeit muss den folgenden Stellen gelten:

- dem Anschluss zwischen der Dachfläche und den benachbarten Elementen der Konstruktion (Fassaden, sonstige Dachneigungen, Flachdach, Fußboden usw.)
- der Durchgängigkeit der Luftsperr im Bereich der Dachstuhl Elemente (Pfetten, Dachbinder, Firstpfetten, Traufpfetten usw.)
- den Durchführungen von verschiedenen

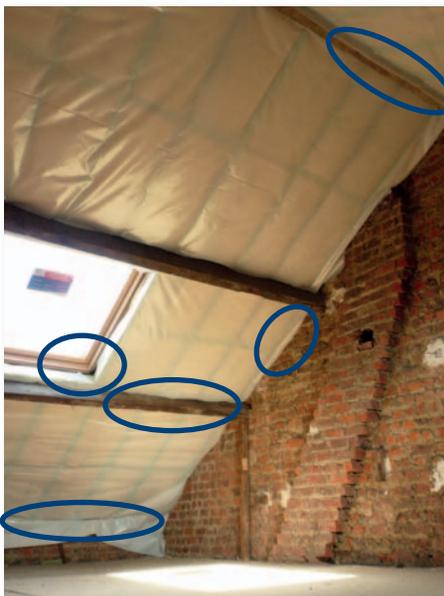


Abb. 1 Unzureichende Luftdichtheit des Daches in einem Reihenhaus auf Grund einer schlechten Ausführung der Anschlüsse.

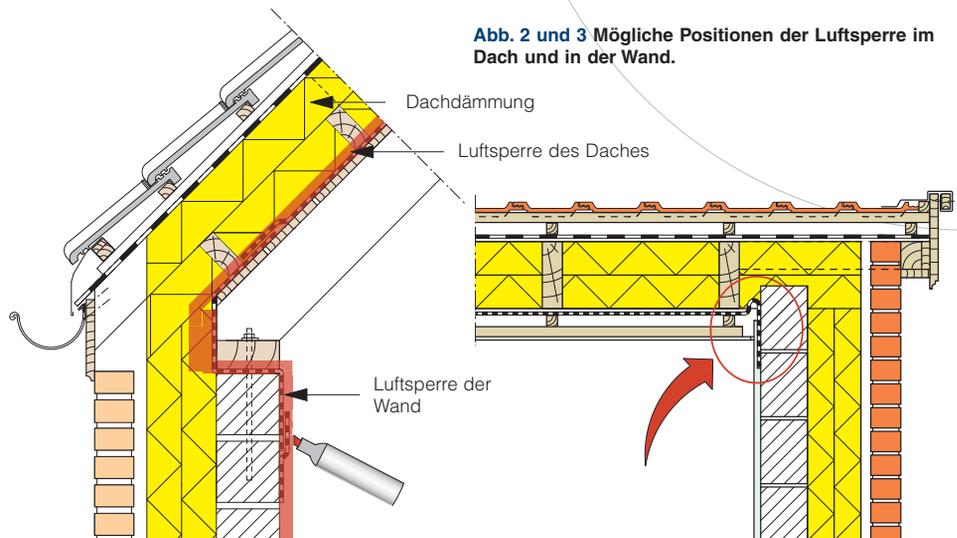


Abb. 2 und 3 Mögliche Positionen der Luftsperr im Dach und in der Wand.

- Lüftungsleitungen, Schornsteinen und Rohrleitungen
- der Verbindungsstelle zu den Dachfenstern
- dem Anschluss an die Bodenfalltür (wenn sich die Luftsperr im Bereich des Fußbodens befindet).

In den [Dossiers du CSTC 2005/4.10](#) und [2007/3.9](#) wird beschrieben, wie die Luftdichtheit bestimmter Anschlussdetails herzustellen ist. Was die Herstellung der Luftdichtheit der Durchbrüche des geneigten Daches betrifft, so möchten wir die Aufmerksamkeit des Lesers auf den Artikel auf S. 19 lenken.

ANSCHLÜSSE AN DIE FASSADE

Es ist darauf zu achten, die Anzahl an Anschlüssen und deren Komplexität durch Auswahl geeigneter Dachstuhlelemente (Pfetten oder Dachbinder) auf ein Mindestmaß zu begrenzen und dort die Luftsperr des Daches in angemessener Art und Weise anzubringen, ohne dabei die Lage der Luftsperr in den benachbarten Wänden aus dem Blick zu verlieren (siehe Abbildungen 2 und 3). Deshalb muss diese Sperre bereits bei der Entwurfsphase und der Stabilitätsuntersuchung berücksichtigt werden.

Es ist anzumerken, dass eine Wärmedämmung

mit dem Sarkingverfahren die Herstellung einer durchgehenden luftdichten Schicht auf dem gesamten Dach gestattet; allerdings sind noch Lösungen für die am Rand befindlichen Verbindungsstellen zu finden. Mit anderen Worten: eine luftdichte Konstruktion erfordert einen angemessenen Entwurf, der es dem Bauunternehmer gestattet, die Anschlussdetails pragmatisch und wirksam auszuführen.

ANSCHLUSS AN DIE FIRSTPFETTE UND PFETTEN

Wir betrachten eine entlang der Dachflächen über die Firstpfette verlegte Dämmschicht, wie sie gewöhnlich bei einem aus Pfetten bestehenden Dachstuhl anzutreffen ist (siehe Abbildung 4, S. 13). Die Luftsperr muss sich in diesem Fall durchgehend über dieses Anschlussdetail erstrecken. Es reicht folglich nicht aus, sie an der Firstpfette anzutackern, sondern man muss die Verbindungsstellen zwischen der Folie und dem Holz auch verkleben. Angesichts des schwierigen Zugangs zu dieser Stelle (vor allem wenn die Neigung sehr steil ist), ist die Verbindungsstelle in der Praxis nicht immer einfach zu realisieren. So kann es passieren, dass sich das Klebeband, das den luftdichten Anschluss gewährleisten soll, nach einer bestimmten Zeit ablöst, da es nicht genügend komprimiert wurde.

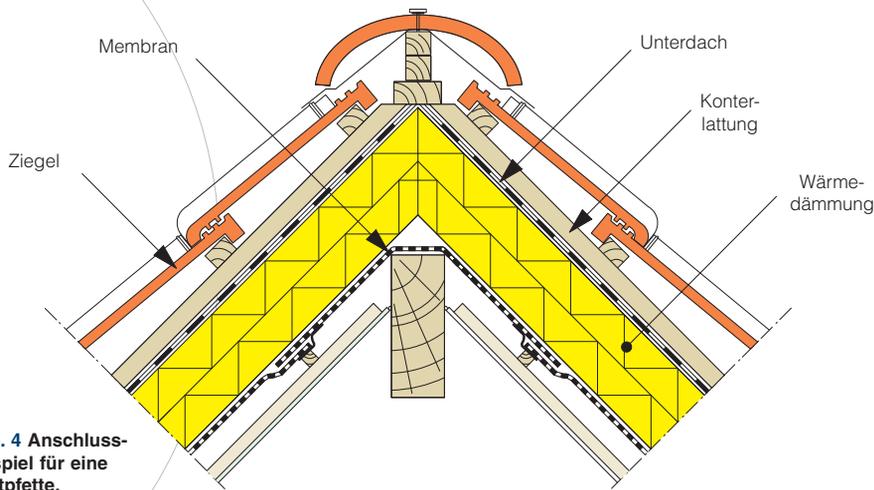


Abb. 4 Anschlussbeispiel für eine Firstpfette.

Demzufolge ist es wirksamer, eine vorverlegte Membran zwischen der Firstpfette und den Sparren zu verlegen und sie später an die Luftbarriere des Daches anzuschließen (siehe Abbildung 4). Dieses Prinzip kann sowohl für die Firstpfetten als auch die übrigen Pfetten angewandt werden. Es ist allerdings darauf zu achten, dass die vorverlegte Membran eine ausreichende Breite aufweist, die ihren korrekten Anschluss an die Luftsperr der Dachfläche gestattet. Eine transparente vorverlegte Membran kann sich als zweckdienlich erweisen, denn durch sie sind am Dachstuhl eventuell angebrachte Markierungen ersichtlich. Es ist ebenfalls wichtig, die Vereinbarkeit der eingesetzten Materialien zu berücksichtigen.

ANSCHLUSS ZWISCHEN EINER DACHFLÄCHE UND EINER INNENWAND

Holzskelettwände und Wände aus Mauerwerk, die porös und von Natur aus luftdurchlässig sind, enthalten Hohlräume, die Luftbewegungen begünstigen können. Deshalb wird empfohlen, von dem Zimmermann entweder eine vorverlegte Membran auf den Innenwänden anbringen zu lassen oder, im Fall von nicht tragenden Zwischenwänden, die Innenwände

erst nach der Anbringung einer Luftsperr auf der gesamten Oberfläche der Dachflächen auszuführen (siehe Abbildungen 6 und 7). Dieses Prinzip wird sowohl bei Skelettwänden als auch massiven Wänden angewandt.

An der Stelle des Anschlusses zwischen der Luftsperr des Daches und den benachbarten Elementen (z.B. Wände) wird die Herstellung einer Falte empfohlen, mit der eventuelle Spannungsbewegungen der Konstruktion ausgeglichen werden können, ohne die Verklebung der in der Nähe befindlichen Anschlüsse zu gefährden (siehe Abbildung 3, S. 12).

NUTZWERT DES LEITUNGSHOHLRAUMS

Geneigte Dächer werden an der Unterseite häufig mit Hilfe von Platten abgeschlossen (z.B. Gipskartonplatten), die im Allgemeinen auf eine tragende Unterkonstruktion geschraubt werden. Der Breite des Leitungshohlraums und der Auswahl des Befestigungssystems kommt hier eine große Bedeutung zu, denn sie müssen die Gefahren des Durchstoßens der Luftsperr, selbst wenn letztgenannte in Bewegung gerät, vermeiden. Das Durchstoßen der Luftsperr an einer Stelle für den Einbau

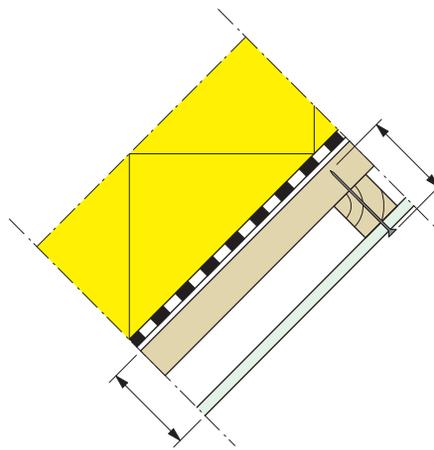


Abb. 5 Technikhohlraum in einem geneigten Dach. Das Befestigungssystem muss so konzipiert werden, dass ein Durchstoßen der luftdichten Sperre vermieden wird, selbst wenn sich diese unter Windeinwirkung bewegt.

von Leuchtstrahlern ist nicht zulässig, da ihre Wirksamkeit (und die der Dämmschicht) dadurch beträchtlich vermindert wird. ■

KOORDINIERUNG DER ARBEITEN

Diese Arbeiten erfordern eine ausgezeichnete Koordination zwischen den verschiedenen Gewerken. So muss der Zimmermann vor der Anbringung des Unterdaches die vorverlegte Membran auf den Pfetten und der Innenwand anbringen, und muss der Dachdecker das Dach in der Nähe der Innenwände isolieren, da diese Bereiche im Anschluss nicht mehr zugänglich sein werden. Was den Maurer bzw. Erbauer der Holzskelettwand betrifft, so muss dieser gewährleisten, dass die Innenwand nicht zu hoch in den Dachkomplex ragt und dass die Oberseite dieser Zwischenwand keine scharfen (abgeschrägten) Kanten aufweist.



Abb. 6 Anschluss zwischen einer Innenwand und einer Firstpfette. Die Durchgängigkeit der luftdichten Sperre wird durch eine vorverlegte Membran gewährleistet.

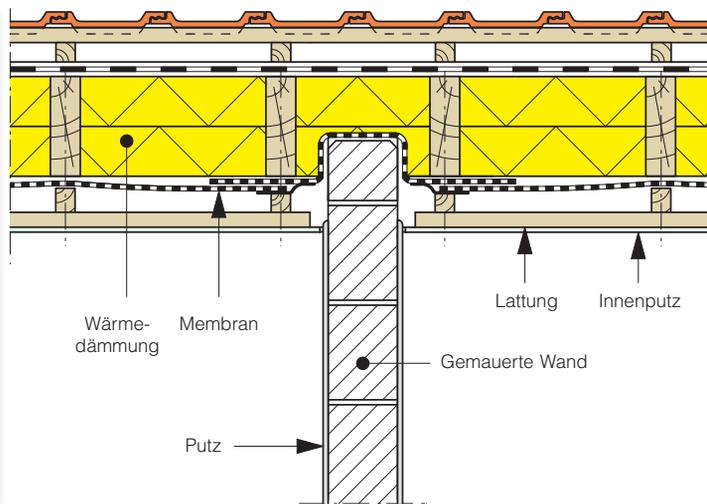


Abb. 7 Anschluss zwischen einer Innenwand und einer Dachfläche. Die Durchgängigkeit der luftdichten Sperre wird durch eine vorverlegte Membran gewährleistet.

Im Prinzip kann die Luftdichtheit durchgehender Teile eines Flachdaches auf drei verschiedene Arten hergestellt werden: mit Hilfe einer luftundurchlässigen Dachplatte, einer Dampfsperre oder der Dachabdichtung. Damit die Gebäudehülle luftdicht ist, muss darauf geachtet werden, die Durchgängigkeit der Luftdichtheit von Flachdach und Außenwänden sicherzustellen. Diese werden im Allgemeinen durch den Innenputz oder eine entlang der Wandinnenseite aufgebrachte, luftdichte Membran abgedichtet.

Sicherstellen der Dichtheit im Bereich der Flachdächer

LUFTDICHTHEIT VON DACHPLATTEN AUS BETON

Ist die Dachplatte aus Beton, sorgt sie selbst für die Luftdichtheit des Flachdaches. Die Durchgängigkeit der Dichtung wird in diesem Fall durch die dichte Verbindungsstelle zwischen der (verputzten) Betondecke und der Abdichtung der senkrechten Wände gewährleistet (siehe Abbildung 1).

Es ist darauf zu achten, dass diese Dichtung an keinem Punkt unterbrochen wird, weshalb sich zu vergewissern ist, dass die Luftdichtheit der tragenden Decke nicht durch Elektrokabel beeinträchtigt wird. Es ist zu vermeiden, dass sie die gesamte Dicke der tragenden Decke durchquert, indem sie zum Beispiel auf Fertig- oder Hohlkörperplatten verlegt und dann mit einem Beton der zweiten Phase verschlossen werden (siehe Artikel S. 8).

LUFTDICHTHEIT LEICHTER DACHPLATTEN

Im Fall leichter Dachplatten wie solchen aus Holz oder profiliertem Stahlblech, wird in den durchgehenden Bereichen mit der Unterkonstruktion keine ausreichende Luftdichtheit erreicht. In diesem Fall wird es sich als notwendig erweisen, einen luftdichten Anschluss zwischen der Dampfsperre und der Luftabdichtung der Wände herzustellen.

Die Dampfsperre muss deshalb vollkommen durchgängig und im Bereich sämtlicher dieser Unterbrechungen (Ränder, Abläufe usw.) dicht abgeschlossen sein. Hat das Gebäude strenge Anforderungen an die Luftdichtheit zu erfüllen, muss ihr Durchstoßen durch mechanische Befestigungsvorrichtungen vermieden werden. Handelt es sich um ein mechanisch zu befestigendes Dachsystem, bei dem keine Dampfsperre zu berücksichtigen ist, muss die Durchgängigkeit der Luftabdichtung im Bereich der wasserdichten Membran sichergestellt werden.

Um die Durchgängigkeit der Luftabdichtung des Flachdaches und der Wände zu gewährleisten, muss folglich die Verbindung der über bzw. unter der tragenden Dachplatte befindlichen luftdichten Sperren sichergestellt werden.

Was die aus profiliertem Stahlblech bestehenden Dachplatten betrifft, so ist die Einhaltung dieses Prinzips nicht immer möglich.

Im Fall einer Dachplatte aus Holz ist während der Errichtung eine Anschlussmembran vorzu-

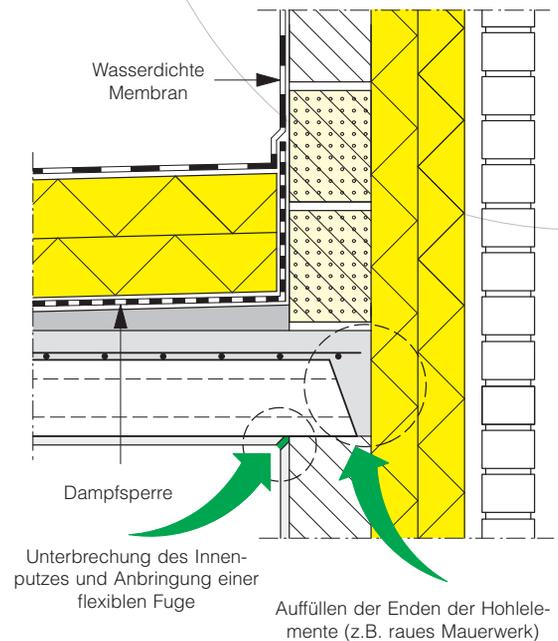


Abb. 1 Durchgängigkeit der Luftdichtheit von Dachplatten aus Beton.

sehen, die mit den beiden luftdichten Sperren (der der Wand und der des Daches) verbunden wird (siehe Abbildungen 2, 3, 4 und 5).

Eine zweite Lösung, an der ebenfalls eine Anschlussmembran beteiligt ist, besteht darin, die Balken nicht in Richtung der Stützweite



Abb. 2 und 3 Verlegung einer Membran im Fall von Balken auf Mauerwerk (die Abstandshalter aus Holz, die die Balken trennen, können eventuell durch Mauerwerk ersetzt werden).

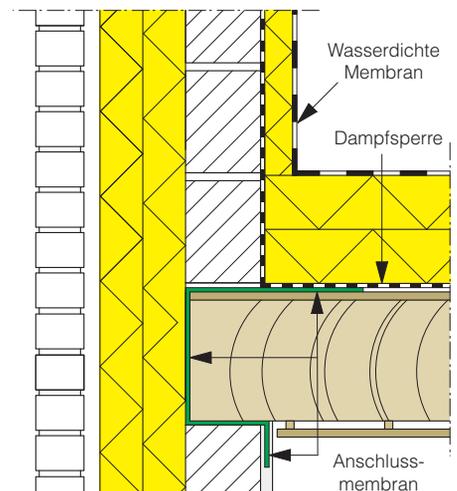


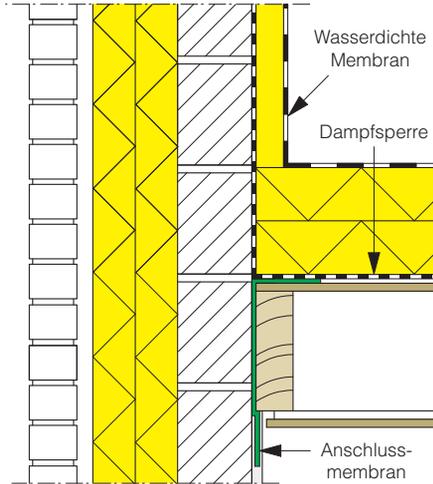


Abb. 4 und 5 Verlegung einer Anschlussmembran im Fall von entlang der Wand verlegten Balken (ohne Verankerung).

an den Außenwänden anzubringen, sondern sie mit Hilfe von Schuhen an den tragenden Außenwänden zu befestigen (siehe Abbildungen 6 und 7).

Diese Vorgehensweisen erfordern eine zusätzliche Koordinierung zwischen den betroffenen Bauunternehmern, denn während der Ausführung des Dachstuhl ist eine ausreichend breite Anschlussmembran vorzusehen, die die Durchgängigkeit zwischen den luftdichten Sperren des Daches und der Fassaden sicherstellt.

Eine weitere Lösung besteht darin, eine zusätzliche luftdichte Sperre (im Allgemeinen aus Kunststoffmaterial) unter der leichten tragenden Decke vorzusehen (siehe Abbildung 8). Mit diesem Verfahren dürfte die Koordinierung zum Zeitpunkt des Anschlusses dieser Sperre an die der Außenwände erleichtert werden. Diese Sperre wird, da sie nicht mehr von der Dachplatte geschützt wird, sehr viel empfindlicher gegenüber Beschädigungen



oder Durchstoßen sein. Aus diesem Grund ist es von Vorteil, zwischen dieser und der Deckenverkleidung einen Leitungshohlraum vorzusehen.

Angesichts dessen, dass an der Innenseite eine vollkommene luftdichte Sperre hergestellt wurde, sollte man in diesem Fall im Prinzip

die Wärmedämmung des Flachdachs zwischen den Balken anbringen können. Ist die luftdichte Sperre ausreichend dampfundurchlässig, besteht praktischerweise keinerlei Gefahr einer internen Kondensation in der Dachkonstruktion mehr.

Eine solche Konstruktion wird auch als ‚Kompaktdach‘ bezeichnet. Angesichts der mit seinem Entwurf verbundenen speziellen Vorbedingungen ist dieser Dachtyp in der Praxis nicht immer realisierbar. Außerdem wird er durch die Technische Information Nr. 215 gegenwärtig nicht zugelassen. Wir werden uns mit diesem Thema ausführlicher in einer kommenden Ausgabe des WTB-Kontakt beschäftigen.

Der Vollständigkeit halber weisen wir darauf hin, dass es ebenfalls möglich ist, die luftdichte Sperre der Fassade an der Außenseite anzubringen. Dazu muss auf der Seite des Hohlraums des tragenden Mauerwerks ein Putz auf Zementbasis angebracht werden, an den im Anschluss die luftdichte Sperre des Flachdachs angeschlossen wird. Hat das Gebäude strenge Anforderungen an die Luftdichtheit zu erfüllen, ist diese Lösung jedoch nicht immer ausreichend (siehe Artikel S. 8). ■

KOORDINIERUNG DER ARBEITEN

Während die Koordinierung der Arbeiten im Fall schwerer Konstruktionen in Bezug auf die gegenwärtigen Gegebenheiten nicht grundlegend geändert werden muss, so ist das bei einem Rückgriff auf sogenannte leichte Dachkonstruktionen (aus Holz oder Stahl) ganz anders. Die Verlegung von vorverlegten Membranen, mit denen die Schichten angeschlossen werden, die die Luftdichtheit des Daches und der senkrechten Wände gewährleisten, muss nämlich bereits im Stadium des Entwurfs berücksichtigt werden. Sie müssen entweder während der Herstellung der Dachkonstruktion verlegt werden, oder während der Errichtung des tragenden Mauerwerks, wenn letztgenanntes die Attika bildet (siehe Abbildung 3, S. 14). Die Koordinierung zwischen dem Maurer, dem Zimmermann, der für die Dichtheit verantwortlichen Firma und dem mit dem Einbau des Membranendes in den Innenputz beauftragten Innenputzer muss dementsprechend angepasst werden.

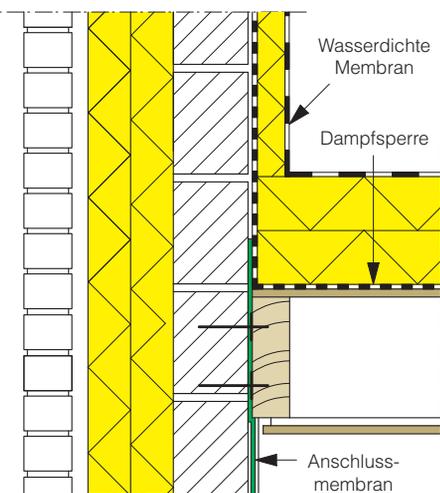


Abb. 6 und 7 Verankerung der Balken in den tragenden Wänden mit Hilfe von Schuhen.

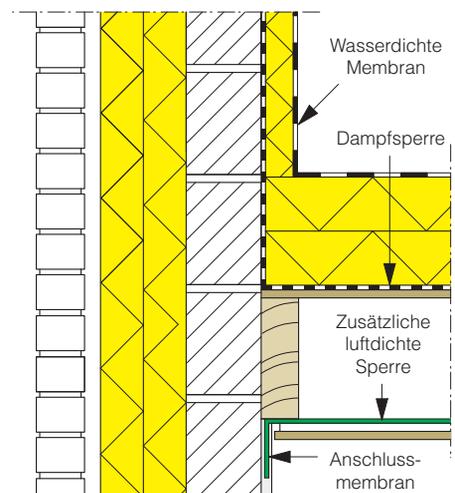
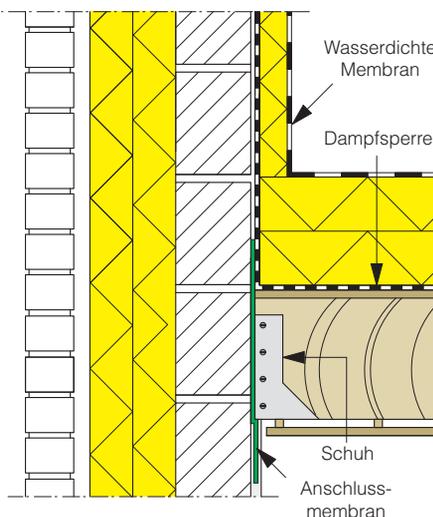


Abb. 8 Andere Lösung unter Einsatz einer zusätzlichen luftdichten Sperre entlang der Innenseite.

Außenschreinerarbeiten können einen großen Einfluss auf die Luftdichtheit des Gebäudes haben. Im Gegensatz zu den übrigen Bauelementen kann die diesen Bestandteilen innewohnende Leistung im Laboratorium bestimmt werden, vor allem im Rahmen der CE-Kennzeichnung. Diese Charakterisierung ermöglicht es, Außenschreinerarbeiten ganz besonders auf der Grundlage dieser Leistung auszuwählen. Allerdings bietet der Bereich der besten Leistungsklasse in diesem aktuellen Klassifizierungssystem nur unvollständige Informationen, die weiter verfeinert werden müssten, um eine angemessene Auswahl zu gestatten.

Leistungsklassen der Luftdichtheit von Außenschreinerarbeiten

Tabelle 1 Klassifizierung der Fenster in Abhängigkeit von ihrer Luftdurchlässigkeit bei einem Druck von 100 Pa.

Klasse	Referenzluftdurchlässigkeit bei 100 Pa je Flächeneinheit [m ³ /(h.m ²)]	Höchstprüfdruck [Pa]	Referenzluftdurchlässigkeit bei 100 Pa je Längeneinheit der Fuge [m ³ /(h.m)]
0	Keine Prüfung ausgeführt		
1	50	150	12,5
2	27	300	6,75
3	9	600	2,25
4	3	600	0,75

Die Luftdurchlässigkeit von Türen und Fenstern wird nach der Norm NBN EN 1026 bestimmt. Der bei einem Druck von 100 Pa je Längeneinheit der Fugen oder Flächeneinheit registrierte Luftdurchsatz gestattet die Klassifizierung der Fenster nach der Norm NBN EN 12207 von 0 bis 4 (siehe Tabelle 1).

Es ist festzustellen, dass die große Mehrheit der Rahmen **die Klasse 4, d.h. die beste Klasse für die CE-Kennzeichnung** der Fenster und Türen erreicht. Die Analyse der letzten 300 im WTB durchgeführten Prüfungen zeigt, dass 87 % der geprüften Rahmen ungeachtet von der Beschaffenheit des Rahmens der Klasse 4 entsprechen (siehe Grafik S. 17). In dieser besonders großen Klasse werden gegenwärtig

Schreinerarbeiten mit ganz unterschiedlichen Leistungen erfasst. So weisen die besten Schreinerarbeiten in Klasse 4 5 bis 8 Mal weniger große Leckdurchsätze als die mindestleistungsstarken der gleichen Klasse auf.

Eine **Unterteilung der Klasse 4** scheint deshalb sehr wünschenswert, damit Planer und Tischler Schreinerarbeiten auswählen können, die den gewünschten Leistungen in Bezug auf die Luftdichtheit am besten entsprechen. Der in der Grafik auf der folgenden Seite veranschaulichte Vorschlag einer Unterteilung in die Klassen 5 und 6 wurde von dem *Comité européen de normalisation* (CEN) nicht für gültig erklärt und folglich noch nicht in die Norm NBN EN 12207 aufgenommen.

DIE GEGENWÄRTIGEN LEISTUNGEN VON AUßENSCHREINERARBEITEN

Die Leistungen der letzten 300 im Laboratorium in Bezug auf die Luftdichtheit geprüften Elemente sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Die einfachen Fensterflügel und Drehkippflügel weisen im Vergleich zu den übrigen Arten von Schreinerarbeiten allgemein bessere Leistungen auf. Man findet diese Rahmen in dem besseren Teil der Klasse 4. Schiebeflügel weisen schlechtere Leistungen als Drehkippflügel auf, trotzdem finden wir nahezu 80 % der geprüften Schiebefensterahmen in der Klasse 4.

Tabelle 2 Statistische Verteilung der Leistung in Bezug auf die Luftdichtheit der letzten 300 im Laboratorium geprüften Elemente.

Klasse	Drehkippflügel und einfache Flügel	Doppelfensterflügel	Schiebefenster (alle Typen)	Zusammengefügte Elemente
2 (Höchstdurchsatz bei 50 Pa: 17 m ³ /(h.m ²))	0 %	1,5 %	0 %	0 %
3 (Höchstdurchsatz bei 50 Pa : 5,67 m ³ /(h.m ²))	8,0 %	7,6 %	18,4 %	6,8 %
4 (Höchstdurchsatz bei 50 Pa : 1,89 m ³ /(h.m ²))	26,1 %	40,9 %	34,2 %	49,2 %
5 (Höchstdurchsatz bei 50 Pa : 0,76 m ³ /(h.m ²))	27,3 %	24,2 %	36,8 %	27,1 %
6 (Höchstdurchsatz bei 50 Pa : 0,38 m ³ /(h.m ²))	38,6 %	25,8 %	10,5 %	16,9 %

Die Leistungen in Bezug auf die Luftdichtheit dürfen nicht auf eine Reihe von materialabhängigen Kriterien beschränkt werden. Es sind nämlich im Wesentlichen die Qualität der Verbindung, die Präzision des Entwurfs und die Auswahl der Materialien, die einen Einfluss auf die Gesamtluftdichtheit des Rahmens haben.

In der Praxis ist auf die ordnungsgemäße Durchführung der folgenden Punkte zu achten:

- die Durchgängigkeit der Fugen
- die Kompression der Fugen
- die Einstellung der Beschläge
- die Maße der Anschläge
- die Qualität der Verbindungen (Klebestellen, Schweißnähte usw.)
- die Qualität des Kitts
- die Steifigkeit der Profile
- die Einhaltung der Maße (Diagonalen, korrektes Spiel zwischen Fensterflügel und Blendrahmen, Einhaltung der Maße der Profile, Fensterleisten usw.)
- die Maßstabilität der Holz-, PVC- und Aluminiumprofile
- die Anzahl an Schließpunkten
- die korrekte Dimensionierung der Aufhängungspunkte usw.

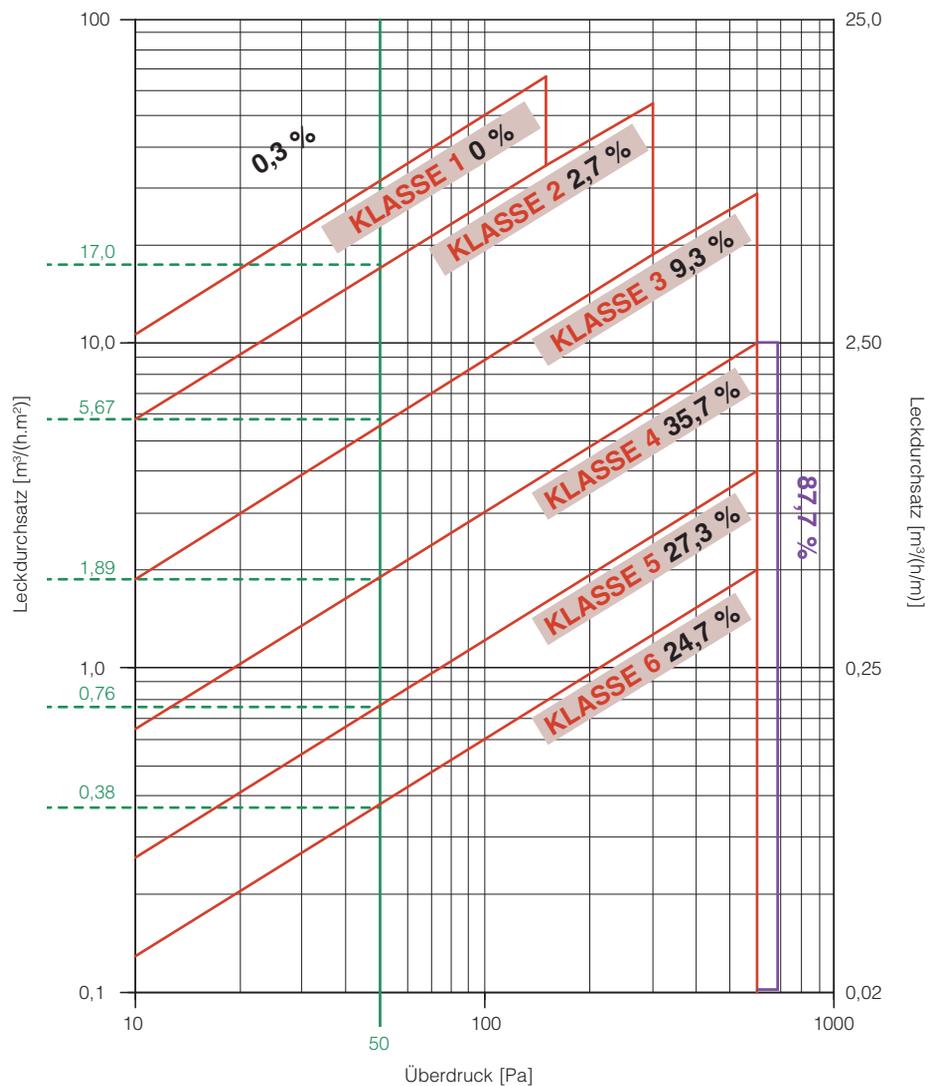
Das Hinzufügen zusätzlicher Fugen (Mehrfachanschlag) kann die Luftdichtheit erhöhen. Da jedoch die Bedienkräfte der Flügel auf 100 N beschränkt sind, erfolgt die Erhöhung der Anzahl der Anschläge auf Kosten der Kompression der Fugen.

Die NBN B 25-002-1 legt ihrerseits die belgischen Anforderungen fest. Bei den meisten Anwendungen ist mindestens die Klasse 3 erforderlich. Im Fall eines Bauwerks mit einer hohen Energieleistung ist es jedoch notwendig, Fenster einzusetzen, die der Klasse 4 oder darüber entsprechen (und bei 100 Pa vorzugsweise Leckdurchsätze unter $1,2 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$) aufweisen.

AUSWIRKUNG AUF DIE LUFTDICHTHEIT VON GEBÄUDEN

Unter Berücksichtigung der Geometrie von mehr als 5.600 Gebäuden ist festzustellen, dass die Lecks durch Außenschreinerarbeiten einen umfangreichen Teil des n_{50} -Wertes (Luftwechselzahl bei 50 Pa) ausmachen können. In der nebenstehenden Tabelle wird der Leckdurchsatz (bei den analysierten Gebäuden) in Abhängigkeit von der Luftdichtheitsklasse der Fenster statistisch dargestellt.

Nimmt man zum Beispiel ein Gebäude mit einer hohen Leistung in Bezug auf die Luftdichtheit ($n_{50} = 1$), so sind bei der Hälfte der Gebäude die Rahmen der Klasse 4 Ursprung von mehr als 15 % der Lecks und bei einem von 10 Fällen von mehr als 20 %, ohne die



Verteilung der 300 geprüften Schreinerarbeiten nach Leistungsklasse und Vorschlag einer Unterteilung der Klasse 4.

Tabelle 3 Auf die Schreinerarbeiten zurückzuführender Teil des n_{50} -Wertes in Abhängigkeit von der Luftdurchlässigkeitsklasse der Fenster.

Statistische Analyse (Perzentil)	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5	Klasse 6
Minimum	0,04	0,01	0,01	0,00
10 %	0,27	0,09	0,04	0,02
20 %	0,32	0,11	0,04	0,02
30 %	0,35	0,12	0,05	0,02
40 %	0,38	0,13	0,05	0,03
Durchschnitt	0,44	0,15	0,06	0,03
60 %	0,45	0,15	0,06	0,03
70 %	0,49	0,16	0,07	0,03
80 %	0,54	0,18	0,07	0,04
90 %	0,63	0,21	0,08	0,04
Maximum	1,76	0,59	0,23	0,12

Verluste durch die Abdichtung zum Rohbau zu berücksichtigen.

Werden dagegen Fensterrahmen ausgewählt, die bessere Leistungen – z.B. die der Klas-

se 6 – aufweisen, stellten die Lecks durch die Fenster durchschnittlich nur 3 % des Durchsatzes, der zulässig ist um einen n_{50} -Wert von 1 zu erreichen, dar. ■

Im Verlauf der letzten Jahre haben die Weiterentwicklung und die Diversifizierung der Bauverfahren sowie die Erhöhung der Bedürfnisse und Anforderungen in Sachen der Energieleistung zu wichtigen technologischen Umwälzungen auf dem Gebiet der Anbringung von Türen und Fenstern geführt. So muss das Abdichten der Außenschreinerarbeiten im Rohbau gestatten, die Durchgängigkeit der von den Fensterrahmen und der luftdichten Sperre der Fassaden erbrachten Leistungen sicherzustellen. Zahlreiche Dichtheitsprüfungen zeigen nun aber, dass die Verbindungsstellen Rahmen/Innenputz häufig der Ort umfangreicher Verluste sind.

Anbringung von Schreinerarbeiten: Lösungsbeispiele

Die leistungsfähigsten Lösungen bestehen darin Kasten zu verwenden, Dichtungsmembranen anzubringen oder komprimierbare Fugen auszuführen. Sie erfordern allerdings eine besondere Aufmerksamkeit bei der Umsetzung und der Koordinierung der Arbeiten.

In dem in Abbildung 1 veranschaulichten Beispiel zeigen wir die Verwendung von luftdichten Membranen, die über der Umrandung des Rahmens und unter der Fensterbank angebracht werden. Diese Membran wird von dem Zimmermann vor der Anbringung des Rahmens an diesem befestigt. Die Verbindung zwischen Membran und Rahmen erfolgt mit Hilfe eines Klebers oder einer Fuge und einer Drucklatte. Die Membran darf nicht in ihrem losen Teil von den Befestigungslaschen der Schreinerarbeiten an dem Rohbau durchstoßen werden.

Die Membranen werden entweder, bevor sie verputzt werden, direkt auf den Rohbau geklebt oder mit dem Innenputz der Fensteröffnung umhüllt. Weist die Fensteröffnung starke Unebenheiten auf, muss sie auszementiert werden, um ein gutes Haftvermögen zu gewährleisten und das Auftreten von lokalen Leckverlusten zu vermeiden, wenn die Membran auf die an dem Rohbau befindliche Kleberschicht gedrückt wird.

Das Ankleben der Membran an den Rohbau wird vom Zimmermann ausgeführt. Handelt es sich dagegen um eine mit einem Gitter ausgestützte Membran, so wird ihr Herumklappen vom Innenputzer durchgeführt. Ungeachtet der Methode kann sich die Verwendung eines Verankerungsgitters oder einer Stützplatte für das Haftvermögen der Deckschicht als unerlässlich erweisen. Die Membran darf nicht beschädigt werden und die Verbindungen in den Ecken müssen mit der größten Sorgfalt ausgeführt werden.

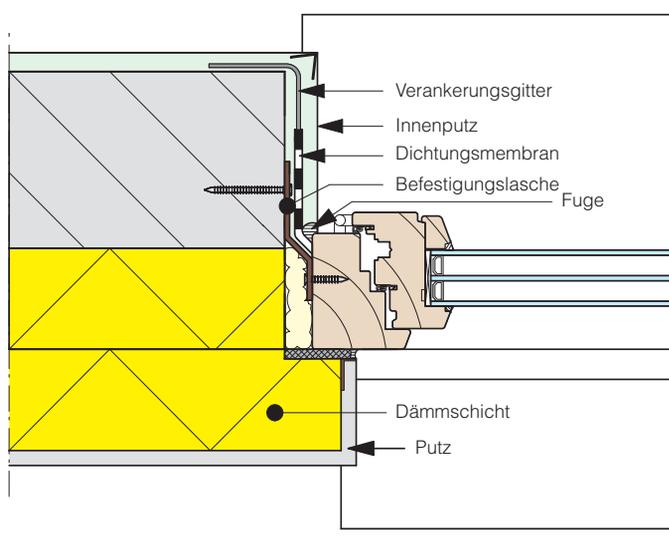


Abb. 1 An der Umrandung des Rahmens verlegte luftdichte Membran.

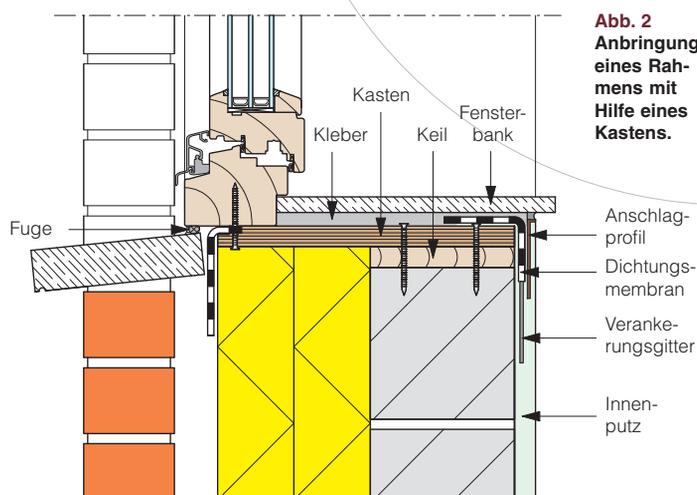


Abb. 2 Anbringung eines Rahmens mit Hilfe eines Kastens.

Eine weitere Lösung könnte darin bestehen, einen Teil- oder Komplettkasten zu verwenden (siehe Abbildung 2). In diesem Fall wird vor der mechanischen Befestigung eine durchgehende Fuge oder ein Schaumkleber auf der gesamten Grenzfläche zwischen Blendrahmen und Kasten angebracht. Die für die Ausführung dieses Kastens verwendeten Platten müssen eine ausreichende Luftdichtheit aufweisen (in diesem Beispiel handelt es sich um Sperrholzplatten von 22 mm der Qualität 2 oder darüber). Der Rahmen und sein Kasten werden im Rohbau befestigt. Es ist wichtig, die Luftdichtheit der Grenzfläche zwischen Kasten und Rohbau sicherzustellen. Das Einspritzen eines Schaumstoffs garantiert keine vollständige Dichtheit, eine ergänzende Membran muss an der Innenseite angebracht und anschließend verputzt werden.

Der Entwurf der Fensteröffnung muss entsprechend angepasst werden. Durch die Verwendung des Kastens müssen nämlich größere Anschlagmaße als üblich veranschlagt werden. Es muss eine Mindestbreite von 6 cm vorgesehen werden. In bestimmten Situationen kann sie bis zu 10 cm betragen. Der Entwurf und die Koordinierung der Gewerke erweisen sich einmal mehr als wesentlich.

Der Einsatz vieler verschiedener Produkte erfordert die Kenntnis dieser Elemente (Verwendung von geschlossenzelligen Produkten, begrenzte Maßstabilität, Reiß- und Kriechfestigkeit, Haltbarkeit usw.) und die Beherrschung ihrer Kombination mit den übrigen Schreinerarbeiten, Rohbauelementen und Deckschichten.

Diese Ausführungstechnologien sowie die Eigenschaften der Materialien werden ausführlich in der Neufassung der Technischen Information Nr. 188 beschrieben, die sich der Anbringung von Außenschreinerarbeiten widmet. Diese Neufassung wird durch eine vom WTB seit September 2011 geführte Vornormenforschung über die Durchgängigkeit der Abdichtungsleistungen von Außenschreinerarbeiten unterstützt. ■

Technische Anlagen (Wasser, Gas, Strom, Heizung, Belüftung) erfordern ein Durchstoßen der Luftdichtungssperre. Selbst wenn man die Anzahl an Durchbrüchen durch sorgfältige Auswahl der Technologien und deren Standort in Bezug zu dem geschützten Volumen beschränkt, stellt jeder von ihnen eine potenzielle Leckquelle dar, die eingehend untersucht werden muss, um die für ihre ordnungsgemäße Ausführung notwendigen Umsetzungsphasen zu koordinieren. Wie sollen sie nun gehandhabt werden?

Handhabung der Durchbrüche der luftdichten Sperre

1 IN DER ENTWURFSPHASE ZU ÄNDERNDE GEWOHNHEITEN

Der Planer legt genau Ort und Maße der Durchführungen von Leitungen im Bereich der Abdichtung fest, was eine vorherige Abstimmung mit dem Installateur sowie die Dimensionierung der Anlagen mit sich bringt. Diese Aufgabe, die noch viel zu häufig der alleinigen Einschätzung des Installateurs überlassen wird, zwingt ihn dazu, die Durchführungen immer kompakter und in der Architektur immer unauffälliger zu machen, welche diesen in den meisten Fällen keinen besonderen Platz vorbehalten hat. Eine solche Gewohnheit hat öfters ein Gewirr an in einem schwer zugänglichen Raum eingeschlossenen Leitungen zur Folge, was natürlich die praktische Realisierung und spätere Eingriffe kompliziert macht und von vornherein die ordnungsgemäße Umsetzung sowie die Haltbarkeit der Luftabdichtung gefährdet.

Dann bestimmt der Planer die Art der Durchführungen, ihren genauen Standort in den Plänen sowie die zu deren Abdichtung ausgewählte Lösung.

Bestimmte Hersteller von Zubehör zum luftdichten Abdichten bieten vorgeformte Manschetten mit Schürze an, die manchmal selbstklebend und sowohl für kleine Durch-

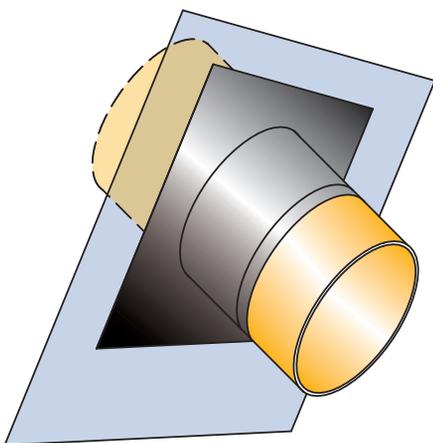


Abb. 1 Anbringung einer vorgeformten Manschette, die mit der luftdichten Membran eine durchgehende Schicht bildet.

messer (Elektrokabel) als auch größere Durchmesser (Heizungsleitungen, Abwasserleitungen und Belüftungsleitungen (siehe Abbildungen 1 und 6, S. 21)) geeignet sind.

Die Verwendung solcher Manschetten erleichtert die Durchführung und minimiert die Leckgefahr, insofern um die Leitung herum ausreichend Platz vorhanden ist, die Manschette und ihre Schürze an die Beschaffenheit der Kontaktfläche angepasst sind und sie zum geeigneten Zeitpunkt angebracht werden.

Die Hersteller bieten auch Klebebänder an, die für die Gewährleistung der Luftdichtheit der Anschlüsse ausgelegt sind. Diese Klebebänder besitzen eine große Klebkraft und sind mehr oder weniger flexibel und dehnbar, um sich komplexen Formen anzupassen. Für eine optimale Funktion müssen sie aber korrekt auf einem geeigneten Untergrund angebracht werden (siehe § 3). Aus Gründen der Vollständigkeit muss darauf hingewiesen werden, dass flüssige Dichtungsmittel, mit denen Armaturen umhüllt werden und die mit dem Pinsel oder der Pistole aufgetragen werden, auf dem Markt aufgetaucht sind (siehe Abbildung 2). Diese Technik erleichtert die Herstellung bestimmter Anschlüsse mit komplizierter Form und/oder schwierigem Zugang.

Zum Abschluss des ordnungsgemäßen Entwurfs ist die Vereinbarkeit des Zubehörs, das man einsetzen möchte, mit den übrigen Materialien der Dichtungssperre zu prüfen (z.B. Vereinbarkeit Manschette/Gipsputz). In diesem Stadium kann es angebracht sein, die Beschaffenheit der verschiedenen ausgewählten Materialien im Lastenheft und in den Detailplänen genau aufzuführen, damit der Bauunternehmer in Kenntnis der Sachlage einen Preis oder ein gleichwertiges Produkt vorschlagen kann.



Abb. 2 Aufbringung eines flüssigen Dichtungsmittels.

2 BEI DER PLANUNG ZU ÄNDERNDE GEWOHNHEITEN

Um eine dichte Durchführung herzustellen, ist das luftdichte Zubehör an die die Dichtheit der durchbrochenen Wand gewährleistende Schicht anzuschließen. Dieser Anschluss setzt eine Planung voraus und erfordert eine gute Koordination der Beteiligten.

Im Fall von verputztem Mauerwerk kann es im Innenputz, der im Allgemeinen die Dichtheit gewährleistet, um die Leitungen herum in Folge ihrer Bewegungen und insbesondere in der Nähe von Leitungen, die der Ausdehnung unterworfen sind (Heizungs-, Kühl- und Warmbrauchwasserleitungen) zur Rissbildung kommen. Demzufolge müssen Maßnahmen ergriffen werden, die Dehnbewegungen der Leitungen zulassen und gleichzeitig eine dauerhafte Luftdichtheit des Durchbruchs sicherstellen.

Die Verlegung von vorverlegten Schutzrohren bei der Herstellung des Rohbaus kann eine Lösung sein. Sie werden an den vorgesehenen Stellen angebracht und ragen aus der Wand heraus, so dass sie mit dem Innenputz korrekt abgeschlossen werden können. Mit einer von dem Verleger der Leitung angebrachten flexi-

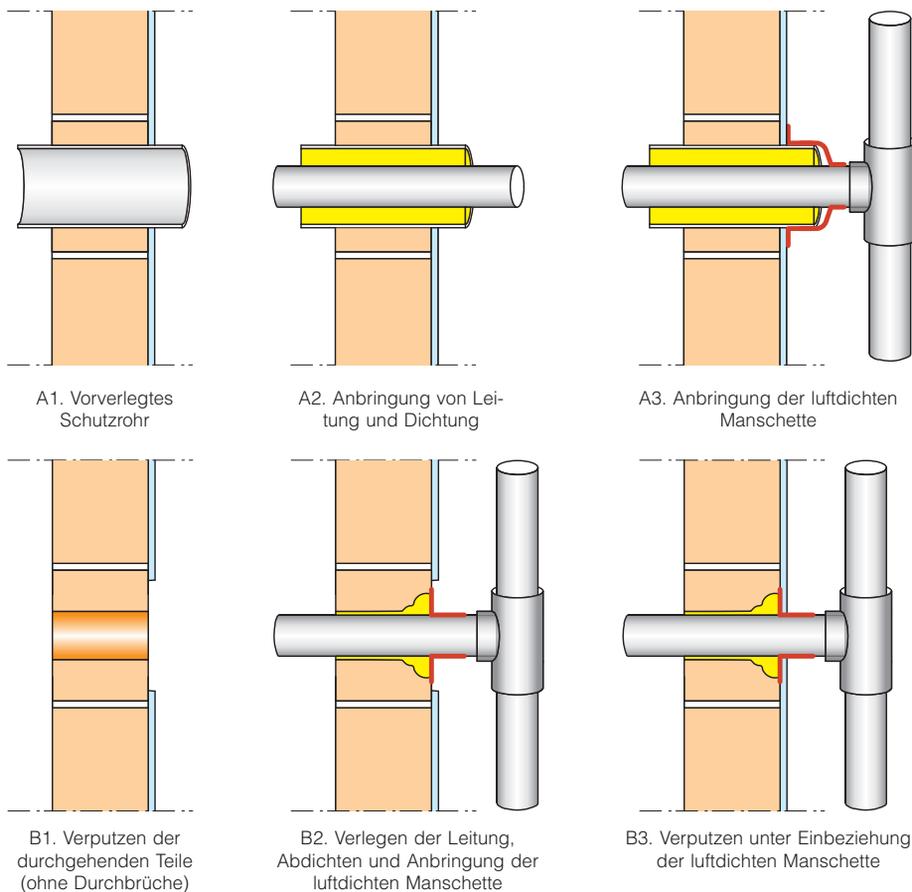


Abb. 3 Lösungen zur Herstellung von luftdichten Durchführungen in Putzmauerwerk mit oder ohne Schutzrohr.

blen Manschette wird der luftdichte Abschluss zwischen der Leitung und dem Schutzrohr gewährleistet, wobei gleichzeitig Dehnungsbewegungen zugelassen werden (siehe Abbildung 3, Reihe A). Im Fall von Bewegungen mit geringem Ausmaß kann die Manschette durch eine weiche Kittfuge ersetzt werden.

Werden solche Schutzrohre nicht verwendet, müssen die Putz- und Montagearbeiten der Leitungen in mehreren Etappen ausgeführt werden (siehe Abbildung 3, Reihe B). Die erste Etappe (B1) besteht darin, einen Putz in den Bereichen anzubringen, die später durch

die Verlegung der Leitungen nicht mehr zugänglich sein werden. In den folgenden Etappen werden die Leitungen und die luftdichten Manschetten (B2) verlegt, dann wird der Putz um die Leitungen herum abgeschlossen (B3).

Im Fall einer Holzskelettkonstruktion wird die Luftdichtheit im Allgemeinen durch die innere Aussteifungsplatte oder die Dampfsperre hergestellt (siehe Artikel S. 10). Auch in diesem Rahmen ist es aber möglich, auf flexible Manschetten zurückzugreifen, die dicht auf die luftdichte Sperre geklebt werden (siehe Abbildung 4). Diese müssen bei der Verlegung der Leitungen angebracht werden. Im Fall einer Vorsatzwand wird empfohlen, an den Stellen der Durchführungen eine Zugangsklappe vorzusehen, um spätere Eingriffe (Kontrolle der Verluste und Reparaturen) zu ermöglichen.



Abb. 4 Innen auf die OSB-Platte geklebte Manschette.

3 WÄHREND DER AUSFÜHRUNG ZU ÄNDERNDE GEWOHNHEITEN

Die Erfahrung zeigt, dass durch das Abdichten der Ränder der Durchführungen mit Hilfe von Polyurethanschaum (siehe Abbildung 5) nicht immer eine vollständige Abdichtung erreicht wird. Das Leitungsgewirr verhindert nämlich häufig das Einspritzen des Schaums in die kleinsten Winkel, so dass dessen Ausdehnung nicht genügt, um alle Zwischenräume

abzudichten. Deshalb ist die Anbringung von Schutzrohren mit einem dem Leitungsdurchmesser angepassten Durchmesser sowie die sorgfältige Abdichtung der Leitungsdurchführungen angebracht. Das Abdichten der Wände aus Beton oder Mauerwerk kann mit Hilfe von EPDM-Manschetten geschehen, die zum Beispiel mit einem Kontaktkleber auf den Untergrund geklebt werden.

Eine sorgfältige Ausführung schreibt die Einhaltung einiger einfacher Regeln vor:

- Verwendung vorgeformter und an den Durchmesser der durchgeführten Leitungen angepasster Manschetten um die Herstellung der Anschlüsse zu vereinfachen und zu verschnellen (siehe Abbildung 6, S. 21); andernfalls sollte man sich für entsprechende Produkte entscheiden, die für die Sicherstellung der Luftdichtheit vorgesehen sind (Klebebänder)
- zum Erreichen eines guten Haftvermögens des luftdichten Zubehörs bzw. der Klebebänder sind die Klebeflächen von jeglichen Spuren von Fett, Staub, Sägemehl, Mörtel, Kleber oder Putz zu befreien
- Positionierung des luftdichten Zubehörs, um Leitungsbewegungen ohne Ablösen oder Reißen der Membran oder der luftdichten Schicht zuzulassen
- Anschließen des Zubehörs an die luftdichte Sperre, wobei die Ausbildung von Falten zu vermeiden ist. Der kleinste Knick in der Membran, der Schürze der Manschette oder dem Klebeband zeigt sich nämlich häufig in einem Leck, das durch Aufbringung von zusätzlichen Klebebandschichten nicht immer behoben werden kann
- bei der Durchführung der Anschlüsse mit Klebebändern, ist deren radiale Anbringung zu bevorzugen (siehe Abbildung 7, S. 21) und ist das Verlegen von tangential zur Leitung verlaufenden Streifen (siehe Abbildung 8, S. 21) zu vermeiden, denn dieses Verfahren gestattet keine ausreichenden Bewegungsmöglichkeiten. Es ist ein ausreichender Spielraum zu berücksichtigen, um eine mechanische Beanspruchung dieser



Abb. 5 Für den Durchmesser der Leitungen ungeeignete Kabelschutzrohre.

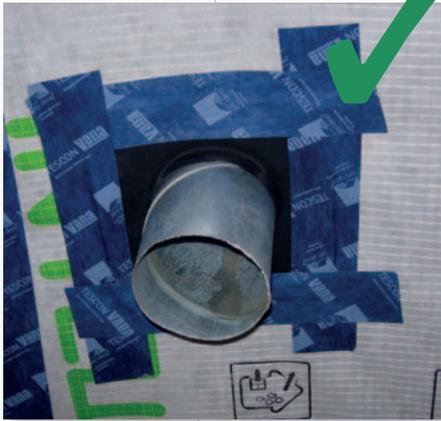


Abb. 6 Verwendung einer vorgeformten Manschette für einen Lüftungskanal (gute Lösung).



Abb. 7 Radiale Anbringung der Klebebänder (zufriedenstellende Lösung).



Abb. 8 Tangentiale Anbringung der Klebebänder (nicht zu empfehlen).

Klebestellen zu vermeiden und folglich das Risiko des Ablösens zu verringern

- Durchführung einer Prüfung zur Leckermittlung (Orientierungsprüfung), solange diese Anschlüsse noch zugänglich sind und ausbessert werden können (für den Fall, dass sich diese als mangelhaft erweisen sollten).

Wenn alle vorhergehenden Etappen und die Regeln der guten Umsetzung eingehalten werden, dann sollte das Ergebnis luftdicht sein und bleiben.

4 SPEZIELLE LÖSUNGEN FÜR DIE DURCHFÜHRUNG IN FEUERFESTEN WÄNDEN

Unter den zahlreichen auf dem Markt verfügbaren, feuerfesten Verschlussystemen sind diejenigen zu bevorzugen, die das Erreichen einer ausreichenden Luftdichtheit gestatten. In diesem Zusammenhang ist es möglich, aus einem Schutzrohr bestehende Systeme einzusetzen, wobei das Abdichten zwischen der Leitung und dem Schutzrohr mit Hilfe von Steinwolle (siehe [Infomerblatt 39.11.2](#)) erfolgt. Eine feuerfeste Kittfuge oder eine elastische Manschette ergänzen die Luftabdichtung (siehe Abbildung 3, S. 20).

5 SPEZIELLE LÖSUNGEN FÜR DAS DURCHQUEREN DER RAUCHABZUGSKANÄLE

Rauchabzugskanäle (Metallrohre) erfordern

Mindestabstand zwischen brennbaren Materialien und der Außenseite des Rauchabzugs gemäß der Rauchabzugsklasse (nach Norm NBN B 61-002).

Rauchabzugsklasse	Mindestabstand zum Feuer
T80	Nicht zutreffend
T100	50 mm
T>100	150 mm
Gxx	xx mm

besondere Vorkehrungen. Die Norm NBN B 61-002 schreibt Mindestabstände vor, die zwischen dem Abzugskanal und jeglichem brennbaren Material einzuhalten sind, mit Ausnahme der Kanäle der Klasse T80 (siehe Tabelle weiter unten), das heißt derjenigen, die für die Beförderung von Verbrennungsprodukten mit nur sehr niedriger Temperatur bestimmt sind. Nun, die meisten der eingesetzten Dampf- oder Dichtungssperren sind brennbar. Folglich müssen sie in einem den Vorschriften entsprechenden Abstand abgeschnitten werden.

Die Kanaldurchquerung wird an der tragenden Konstruktion der Wand befestigt, bevor sie von einem nicht brennbaren Dämmstoff ummantelt wird. Der Anschluss zwischen Luftsperrleiste und Kanal wird dann mit Hilfe einer Platte hergestellt, die ebenfalls nicht brennbar ist. Die Abdichtungen zwischen Platte und Leitung erfolgen durch einen feuerfesten Kitt.

Einige Hersteller von Rauchabzügen aus Metall bieten gegenwärtig Zusatzkits an, mit denen diese Durchbrüche luftdicht ausgeführt werden können. ■

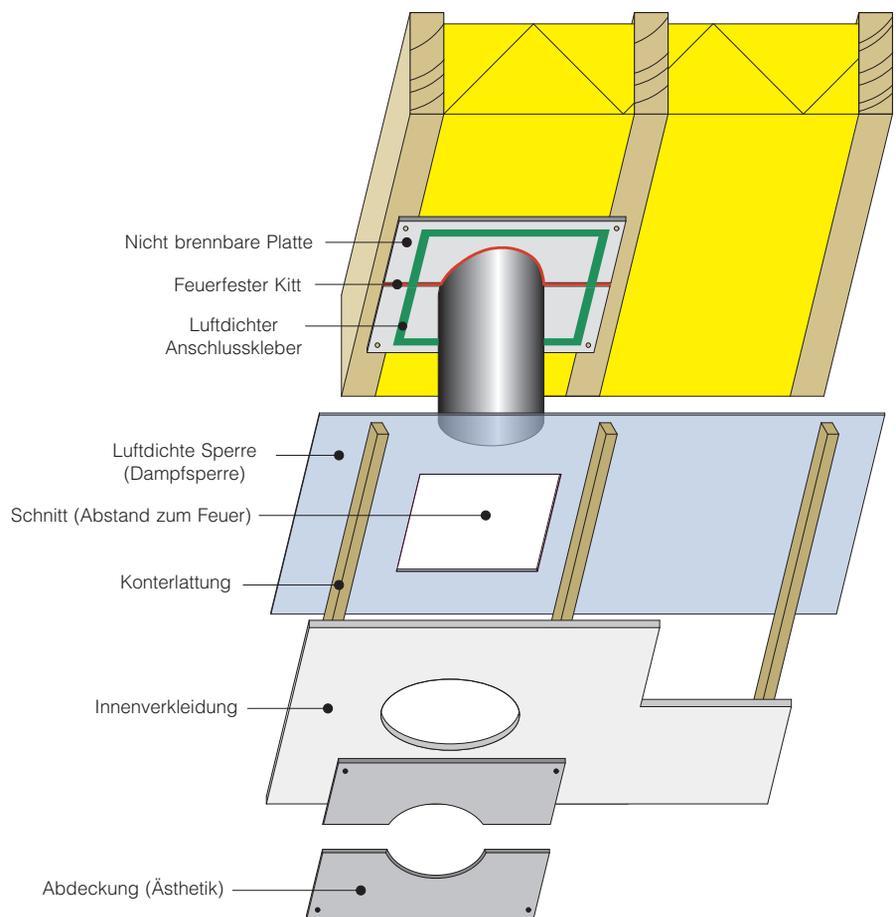


Abb. 9 Schematische Darstellung der Herstellung einer Durchführung für einen Dachrauchabzug.

Die Überwachung der Abdichtungsleistungen erfolgt mit Hilfe einer Differenzdruckprüfung. Die Durchführung dieser Art von Prüfung ist in den vergangenen Jahren gang und gäbe geworden. Sie setzt sich auf Grund der angekündigten Verschärfung der PEB-Verordnungen immer mehr durch. In dem vorliegenden Artikel werden kurz das Prinzip der Messung sowie die Punkte, auf die je nachdem, ob es sich um eine Orientierungsprüfung oder eine im verordnungsrechtlichen Rahmen verwertbare Messung handelt, geachtet werden sollte, erläutert. Wir erörtern ebenfalls die verschiedenen Aspekte, die zu klären sind, damit die Prüfung den Erwartungen entspricht.

Kontrolle der Luftdichtheit

Im Gegensatz zur Wärmedämmung kann die Luftdichtheit eines Gebäudes im Stadium des Entwurfs nicht berechnet werden, nach Abschluss der Bauarbeiten kann sie allerdings recht einfach mit Hilfe einer **Differenzdruckprüfung** (auch *Blowerdoortest* genannt) gemessen werden. Bei dieser Prüfung wird das Gebäude mit Hilfe eines in einer nach außen führenden Öffnung (eine Tür oder ein Fenster, siehe Abbildung S. 1) platzierten Ventilators im Verhältnis zur Außenwelt zuerst unter Überdruck und dann unter Unterdruck versetzt. Die für die Aufrechterhaltung der verschiedenen Druckpegel im Innern des Gebäudes notwendigen Luftdurchsätze werden im Bereich des Ventilators gemessen. Da die absichtlich vorhandenen und verschließbaren Öffnungen des Gebäudes während der Messung geschlossen sind, entspricht der an dem Ventilator gemessene Luftdurchsatz dem, der über die Zwischenräume der Gebäudehülle eindringt.

Diese Messungen haben, obgleich sie zu Beginn der achtziger Jahre, als das WTB die ersten Prüfungen dieser Art in Belgien startete, noch experimenteller Natur waren, seit ihrer Berücksichtigung in den regionalen PEB-Verordnungen immer mehr Verbreitung gefunden. Zum Beispiel enthielten ca. 7 % der im Jahr 2009 in der Region Flandern eingereichten PEB-Erklärungen das Ergebnis einer Luftdichtheitsmessung. In den kommenden Jahren wird sich die Luftdichtheitsmessung mit der Verschärfung der PEB-Vorschriften immer weiter durchsetzen.

WELCHE VORGABEN BEI DER PRÜFUNG?

Die Durchführung einer Differenzdruckprüfung kann die Antwort auf verschiedene Vorgaben sein: die Untersuchung von Leckverlusten, die Durchführung einer Orientierungsmessung als baubegleitende Maßnahme, eine ‚offizielle‘ Messung, die im Zusammenhang mit den PEB-Verordnungen verwertbar ist, eine im Hinblick auf den Erhalt des Passivlabels ausgeführte Messung usw. Je nach der zu berücksichtigenden Vorgabe können bestimmte Sondervorschriften vor allem im Hinblick auf den Zeitpunkt, an dem die Messung durchzuführen ist, die Art der Vorbereitung des Gebäudes oder die Darstellung der Ergebnisse gelten (siehe Tabelle 1). Das ist zumal dann der Fall, wenn die Differenzdruckprüfung durchgeführt wird, um im Zusammenhang mit den regionalen PEB-Verordnungen verwertet werden zu können. Für diesen Fall führen neben der Norm NBN EN 13829, in der die Prüfung erläutert wird, zusätzliche, jeweils für die drei Regionen geltende Spezifikationen die zu erfüllenden Bedingungen genau auf, damit diese Prüfung den Verordnungen entspricht (siehe www.epbd.be). Das System des freiwilligen Passivlabels verweist ebenfalls auf diese Spezifikationen.

IM ZUSAMMENHANG MIT DEN PEB-VERORDNUNGEN VERWERTBARE MESSUNG

Um im Rahmen der PEB-Verordnungen verwendet werden zu können, muss die Messung den in mehreren Referenzdokumenten be-

schriebenen Vorschriften folgen (siehe Tabelle 1). Für die mit der Messung beauftragten Person (der ‚Prüfer‘ genannt) ist eine gründliche Kenntnis dieser Dokumente unabdingbar. Die zusätzlichen Spezifikationen betreffen auch die für die Berechnung der E- oder E_w-Niveaus verantwortlichen Personen. Das Ergebnis der Messung muss nämlich korrekt in die zu diesem Zweck bestimmte PEB-Software eingegeben werden.

Die diese ‚offizielle‘ Messung flankierenden Vorschriften enthalten Präzisierungen im Hinblick auf den Umfang des zu messenden Bereiches (in Übereinstimmung mit dem geschützten Volumen oder dem PEB-Volumen) oder auf den Zeitpunkt, an dem die Messung durchgeführt werden kann. Die Festlegung des zu messenden Bereiches berücksichtigt insbesondere die Tatsache, dass sich bestimmte Räume außerhalb des geschützten Volumens befinden können (unbeheizte Nebenräume) oder dass bestimmte Gebäude, wie Gebäude mit mehreren Wohnungen mehrere PEB-Einheiten umfassen können.

Das einzuhaltende Messverfahren (in der Norm beschriebenes Verfahren A) sowie die Art und Weise, nach der die in die Gebäudehülle eingebrachten Öffnungen zu behandeln sind, werden genau aufgeführt. Es wird eine Unterscheidung zwischen den Öffnungen der Gebäudehülle, die geschlossen sein müssen (vor allem die Ansaugstutzen der natürlichen Belüftungssysteme), den Öffnungen, die versiegelt werden müssen (diejenigen, die mit den mechanischen Belüftungssystemen ver-

Tabelle 1 Je nach Vorgabe der Differenzdruckprüfung geltende Vorschriften.

Ziel der Differenzdruckprüfung	Referenzdokumente	Zeitpunkt der Differenzdruckprüfung	Vorbereitung des Gebäudes	Ergebnisdarstellung
Im Zusammenhang mit den PEB-Verordnungen verwertbare Messung	NBN EN 13829 + zusätzliche Spezifikationen	In den zusätzlichen Spezifikationen festgelegt (www.epbd.be)	In den zusätzlichen Spezifikationen festgelegt (www.epbd.be)	Prüfungsergebnis: Luftdurchsatz bei 50 Pa = \dot{V}_{50} [m³/h] PEB: $\dot{V}_{50} = \dot{V}_{50}/A_{\text{Prüfung}}^{(2)}$ [m³/(h.m²)]
Messung im Hinblick auf den Erhalt des Passivlabels				Prüfungsergebnis: Luftdurchsatz bei 50 Pa - \dot{V}_{50} [m³/h] PhPP: $n_{50} = \dot{V}_{50}/V_{\text{int}}^{(3)}$ [h⁻¹]
Untersuchung der Verluste	Keine	Frei (idealerweise, wenn die Luftsperrschicht noch zugänglich ist)	Frei	Frei
Orientierungsmessung (¹)	Keine	Frei	Frei	Frei

(¹) Bei der Durchführung einer Orientierungsmessung kann es von Bedeutung sein, solche Messbedingungen herzustellen, die im Zusammenhang mit der PEB verwertbar sind. Damit kann das gemessene Ergebnis im Verhältnis zu einer eventuell zu erreichenden Leistungsanforderung eingeordnet werden.

(²) $A_{\text{Prüfung}}$ ist die in Anwendung der regionalen PEB-Verordnungen zu berücksichtigende Prüffläche. Ihre exakte Definition ist in diesen Verordnungen und in den ergänzenden Spezifikationen angegeben.

(³) V_{int} ist das Innenvolumen des der Prüfung unterzogenen Gebäudes oder Gebäudeteils. Seine genaue Definition ist in der Prüfnorm NBN EN 13829 angegeben.

Tabelle 2 Aufgabenverteilung zwischen Antragsteller und Prüfer bei der Durchführung einer Differenzdruckprüfung.

Prüfungsstadium	Verantwortlicher
Festlegen der Prüfungsvorgabe	Der Antragsteller Diese Vorgabe bestimmt die geltenden Vorschriften (siehe Tabelle 1, S. 22). Sie wird dem Prüfer mitgeteilt, der sich dementsprechend darauf einstellt.
Festlegen des zu messenden Bereiches	Der Antragsteller Diese Information wird dem Prüfer mitgeteilt, der sie in seinem Bericht beschreibt. Wenn der Prüfer zwischen dem von dem Antragsteller angegebenen zu messenden Bereich und den je nach Prüfungsvorgabe geltenden Anforderungen einen Widerspruch feststellt, muss er ihn darüber in Kenntnis setzen.
Festlegen des Zeitpunkts, an dem die Prüfung durchgeführt werden soll	Der Antragsteller In Abhängigkeit von der Prüfungsvorgabe sollte der Prüfer den Antragsteller allerdings insoweit anleiten, dass die durchzuführende Prüfung den geltenden Anforderungen entspricht.
Vorbereitung des Gebäudes für die Messung	Zu vereinbaren Allgemein der Prüfer. In bestimmten Fällen (meistens bei großen Gebäuden) wird diese Vorbereitung aufgeteilt oder ein Dritter damit beauftragt. Die Kontrolle dieser Vorbereitung (zur Sicherstellung, dass sie dem Ziel der Messung entspricht) obliegt dem Prüfer.
Bestimmung des Gesamtluftdurchsatzes bei 50 Pa - \dot{V}_{50} [m³/h]	Der Prüfer
Festlegen der Prüffläche $A_{\text{Prüfung}}$ [m²] oder des Innenraumvolumens V_{int} [m³]	Der Antragsteller Dieser Wert kann dem Prüfer mitgeteilt werden, damit er ihn in seinen Bericht aufnehmen kann.
Berechnung anderer abgeleiteter Größen	Zwischen den Parteien zu vereinbaren

bunden sind) und schließlich den Öffnungen, die nicht verschlossen werden dürfen (z.B. Verbrennungsluftzufuhr) gemacht. Die für den Anschluss an eine Abzugshaube oder einen Wäschetrockner vorgesehenen Öffnungen unterliegen ebenfalls genauen Vorschriften.

Vorschriften regeln auch ergänzende Aspekte, wie zum Beispiel die Positionierung der Tür für die Differenzdruckmessung oder die Art und Weise, wie Heiz- und Belüftungsanlagen zu behandeln sind. Schließlich weisen wir darauf hin, dass die Messung sowohl bei Unter- als auch Überdruck durchzuführen ist.

ORIENTIERUNGSMESSUNG

Mit dieser als baubegleitende Maßnahme durchgeführten Prüfung soll ein Überblick über die Abdichtungsleistung erhalten werden, während die offizielle endgültige Messung noch aussteht. Zu einer Zwischenmessung dieser Art wird dringend geraten, wenn eine strenge Leistungsanforderung gilt. Diese Messung bildet

im Übrigen die ideale Gelegenheit, eine Lokalisierung von Lecks im Hinblick auf deren Behebung vorzunehmen. Wenn nämlich das Gebäude unter Unterdruck gesetzt wird, können die Lecks mühelos mit Hilfe unterschiedlicher Techniken aufgefunden werden. Einige können optisch ermittelt werden (z.B. eine Öffnung unter einer Tür), andere können es, indem mit der Hand der durch große Ritzen eindringende Luftstrom festgestellt wird. Die Feststellung kann auch mit Hilfe eines Spurengases, mit dem Luftströmungen sichtbar gemacht werden können (siehe Abbildung 3, S. 3), oder mit Hilfe einer Luftgeschwindigkeitssonde wie zum Beispiel einem thermischen Windmesser erfolgen.

Um eventuelle Verbesserungen zu ermöglichen, sollte eine Zwischenmessung an einem Zeitpunkt durchgeführt werden, an dem bestimmte Teile der Luftsperrung, insbesondere die Dampfsperre in den leichten Wänden, noch zugänglich sind. Die Anwesenheit sämtlicher beteiligten Personen (Konstrukteur, Bauunternehmer usw.) kann sich als zweckdienlich erweisen, denn sie haben damit die Möglichkeit,

bauliche Details mit angemessener Qualität und verbesserungswürdige Details zu ermitteln. Die Messung kann ebenfalls als Mittel zur Sensibilisierung dienen.

MESSUNG DER LUFTDICHTHEIT: WER MACHT WAS?

In der Praxis gibt es bezüglich der Funktion des Antragstellers, der den Antrag auf eine Differenzdruckprüfung stellt, und der des Prüfers noch einige Unsicherheiten. Je nach dem kann der Antragsteller der Bauherr, der PEB-Verantwortliche, der Architekt oder ein Bauunternehmer sein. Die Tabelle 2 führt die Aufgabenverteilung unter diesen Akteuren genau auf.

MESSUNGEN IN GROSSEN GEBÄUDEN

Neben den Türen zur Differenzdruckmessung mit eingebautem Ventilator, die im Allgemeinen für den Druckaufbau in Gebäuden wie Wohnhäusern oder einzelnen Wohnungen verwendet werden, kann mit anderen, weniger geläufigen Ausrüstungen die Messung geringer Luftmengen in kleinen, sehr luftdichten Gebäuden vorgenommen werden. Es gibt auch Ausrüstungen, die an große Gebäude angepasst und so ausgelegt sind, dass größere Luftmengen erreicht werden, vor allem Differenzdrucktüren mit mehreren Ventilatoren oder auf einem Anhänger montierte Hochleistungsventilatoren (siehe Abbildungen 1 und 2).

Theoretisch können auch mechanische Belüftungssysteme konstruiert werden, die die Messung der Luftdichtheit gestatten. Dieses im experimentellen Rahmen in Skandinavien angewandte Verfahren erfolgt vor allem durch den Einbau von Ausrüstungen zur Messung des Leckdurchsatzes in das Belüftungssystem. ■



Abb. 1 und 2 Links: Differenzdrucktüren mit mehreren Ventilatoren für die Durchführung der Prüfungen in großen Gebäuden. Rechts: an sehr große Gebäude angepasster Ventilator, mit dem Luftmengen in einer Größenordnung von 100.000 m³/h bereitgestellt werden können.

In allen in dieser Sonderausgabe präsentierten Artikeln haben wir auf die Bedeutung der Luftdichtheit für die Energieleistung der Gebäude hingewiesen. Schließlich wird dieser Parameter in den Wärmeverordnungen wahrscheinlich ein eindeutiges Kriterium werden.

Bloß nichts überstürzen!

Die Herausforderung ist umso größer, da es gegenwärtig nicht möglich ist, das nach Abschluss der Bauarbeiten erreichte Leistungsniveau vorherzusagen. Deshalb stellt die Abschlussmessung häufig einen harten Schlag dar. Es ist zu befürchten, dass, wenn das Niveau nicht dem angestrebten entspricht, komplizierte Diskussionen in Gang kommen, bei denen festgestellt werden soll, in welchem Stadium die Lecks entstanden sind, zumal einige von ihnen vielleicht überhaupt nicht mehr erkannt werden können. Man wird ebenfalls versuchen, den relativen Umfang der Lecks zu bestimmen. Kurzum, man sieht, dass es sich häufig als heikel erweist, zu dem Zeitpunkt, an dem die Messung der Luftdichtheit durchgeführt wird, die Verantwortlichkeiten zu klären. Auch wenn es nicht Aufgabe des WTB ist, juristische Ratschläge zu erteilen, scheint es uns dennoch angemessen, den Fachleuten mit Rat und Tat beizustehen, um Konfliktsituationen zu vermeiden.

Man kann niemals oft genug auf die Tatsache hinweisen, dass **„luftdichtes Bauen“ bei einem angemessenen Entwurf beginnt**, d.h. mit der sorgfältigen Auswahl der Schichten, die die Luftdichtheit gewährleisten sollen, sowie deren Durchgängigkeit in Längs- und Querrichtung. Es obliegt auch dem Planer eines Projektes, sich für **einen sinnvollen Standort der tech-**

nischen Anlagen in Bezug auf die luftdichte Sperre zu entscheiden und Punkt für Punkt die Art und Weise, in der unvermeidbare Durchbrüche vorzunehmen sind, zu erklären. Im Rahmen dieser unabdingbaren Etappen soll es den Bauunternehmern möglich sein, ein ausführliches Preisangebot zu unterbreiten, das die verschiedenen Elemente (spezielle Membranen, Manschetten usw.), die zum Einsatz kommen sollen, um die gewünschten Leistungen zu erzielen, berücksichtigt. Nach unserer Auffassung ist es unvorstellbar, Luftdichtheit auf einen einfachen Satz im Sonderlastenheft zu beschränken, wenn man die zu erreichende Endleistung berücksichtigt.

Danach ist **die Umsetzung zu überwachen**. Das erfolgt im Rahmen einer **angepassten Koordinierung, einer Kontrolle und Überwachung** der verschiedenen Gewerke, die aufeinander folgen sollen. In diesem Zusammenhang muss die Tatsache berücksichtigt werden, dass sämtliche Beteiligten einen Einfluss auf die Endleistung haben können. Aus diesem Grund kann bzw. können nach unserer Meinung im Rahmen von nach Gewerken getrennten Verträgen niemals ein oder mehrere Unternehmen eine Verpflichtung in Bezug auf das Endergebnis eingehen. Die Rolle des Generalunternehmens, sofern es einen vollständigen Auftrag erhalten hat, bzw. der mit der Koordinierung der Bauarbeiten beauftragten Person ist folglich ausschlaggebend, und das umso mehr, wenn ein ehrgeiziges Ziel gesteckt ist (siehe Artikel S. 2).

Der PEB-Verantwortliche des Projektes spielt ebenfalls eine Schlüsselrolle. Je nach Region kann er effektiv mit der Auswahl der Maßnahmen betraut sein, mit denen auf die Vorschriften der Verordnungen auf dem Gebiet der Energieleistung der Gebäude reagiert werden soll.

Der Wallonische Erlass vom 19. April 2007 bestätigt diesen Standpunkt, indem ausgeführt wird, dass der PEB-Verantwortliche mit dem Entwurf und der Beschreibung der Maßnahmen, die für das Erreichen der PEB-Anforderungen umzusetzen sind, sowie mit der Kontrolle der Ausführung der PEB-Leistungen betraut ist.

In der Hauptstadtregion Brüssel ist mit der Anordnung vom 7. Juni 2007 eine ähnliche Vorschrift getroffen, in der vor allem erklärt wird, dass der PEB-Berater die im Hinblick auf die Einhaltung der für die Erstellung der PEB-Erklärung notwendigen PEB-Anforderungen beurteilt und feststellt. Diese Anordnung führt weiter aus, dass, wenn der PEB-Berater feststellt, dass ein laufendes Projekt von den PEB-Anforderungen abweicht, er den Erklärungsspflichtigen und gegebenenfalls den mit der Kontrolle der Ausführung der Arbeiten betrauten Architekten darüber in Kenntnis zu setzen hat.

Der flämische Erlass weicht insofern ab, als er festlegt, dass der Architekt die Leistungen in Bezug auf die PEB-Anforderungen dem Berichtersteller übermittelt, der sie in die Anzeige der Tätigkeitsaufnahme aufnimmt. Er legt ebenfalls fest, dass die Angaben, die die Grundlage für die Auswahl der Materialien und der Maßnahmen bilden (Auswahl, um den PEB-Anforderungen zu entsprechen), der flämischen Energieagentur (*Vlaams Energieagentschap*) und den an den Arbeiten beteiligten Parteien zur Verfügung gehalten werden. Es ist folglich festzustellen, dass der PEB-Berichtersteller in Flandern eher die Rolle eines Berichterstatters der ins Auge gefassten und wirklich angewandten Maßnahmen spielt. Er erhält seine Informationen vom Architekten.

Wenn sich das Projekt in Wallonien oder der Hauptstadtregion Brüssel befindet und ein höherer Grad an Luftdichtheit als der Standardwert berücksichtigt wird, ist es die Aufgabe des PEB-Verantwortlichen, die im Stadium der Konzeption getroffenen baulichen Entscheidungen zu beurteilen und deren Umsetzung zu kontrollieren.

Andere Beteiligte könnten ebenfalls betroffen sein, insbesondere Hersteller, Bauherrn, Aufsichtsbehörden usw.

Was ist zu tun, wenn die Leistungen in Bezug auf die Luftdichtheit trotz der getroffenen Vorkehrungen nicht erreicht werden? Mit der Differenzdruckprüfung können in bestimmten Fällen bestimmte Lecks lokalisiert und behoben werden. Diese manchmal ausgedehnte und langwierige Lecksuche gehört allerdings nicht zu den üblichen Aufgaben des Prüfers. Manchmal ist eine Verbesserung der Situation allerdings nicht möglich und dann müssen die Verantwortlichkeiten geklärt werden. ■

LUFTDICHT ENTWERFEN

AUSWAHL DER ANLAGEN:
HANDHABUNG VON DURCHBRÜCHEN
DER LUFTABDICHTUNG

LUFTDICHT BAUEN:
SORGFÄLTIGE UMSETZUNG UND
KOORDINIERUNG DER ARBEITEN

KONTROLLE UND ÜBERWACHUNG
DER AUSFÜHRUNG

MESSUNG DES ENDERGEBNISSES

Projekte des WTB

Als Reaktion auf die aus dem Sektor des Bauwesens stammenden Anfragen führt das WTB gegenwärtig mehrere Untersuchungen auf dem Gebiet der Luftdichtheit durch. Es sind vor allem folgende Projekte zu nennen:



- ETANCH'AIR – *Etanchéité à l'air des bâtiments, de la conception à la réalisation pratique*. Unterstützt von der wallonischen Region
- DREAM – *DuRabilité de l'Etanchéité à l'Air des produits, parois et des assemblages: iMPact sur les règles de mise en œuvre*. Unterstützt von der wallonischen Region



- *Evaluation des prestations et de la durabilité des fenêtres performantes et de leurs liaisons au gros œuvre*. Vom Büro für Normung und dem Föderalen Öffentlichen Dienst Wirtschaft, KMB, Mittelstand und Energie unterstützte Vornormenuntersuchung



- Untersuchung über die Möglichkeit, Mindestanforderungen in Bezug auf die Luftdichtheit einzuführen, unterstützt von der flämischen Energieagentur (*Vlaams Energieagentschap*).

Im Übrigen ist das WTB belgischer Partner der europäischen Plattform *TightVent*, die vor allem Informationsmaßnahmen rund um die Thematik der Luftdichtheit von Gebäuden durchführt.



Folgende Technologischen Beratungsdienste haben an der Herstellung dieser thematischen Ausgabe mitgewirkt:



- ‚Ecoconstruction et développement durable de la Région de Bruxelles-Capitale‘, mit finanzieller Unterstützung von InnovIRIS



- ‚Duurzame bouwschil: nieuwbouw en renovatie‘, mit finanzieller Unterstützung des IWT.

PUBLIKATIONEN

Die WTB-Veröffentlichungen sind verfügbar:

- auf unserer Website:
 - kostenlos für Auftragnehmer, die Mitglied des WTB sind
 - im Abonnement für die sonstigen Baufachleute (Registrierung unter www.wtb.be)
- in gedruckter Form und auf CD-ROM.

Weitere Auskünfte erhalten Sie telephonisch unter 02/529.81.00 (von 8.30 bis 12.00 Uhr) oder schreiben Sie uns entweder per Fax (02/529.81.10) oder per E-Mail (publ@bbri.be).

SCHULUNGEN

- Für weitere Informationen zu den Schulungen wenden Sie sich bitte telefonisch (02/655.77.11) oder per Fax (02/653.07.29) an J.-P. Ginsberg (info@bbri.be).
- Nützlicher Link: www.cstc.be (Rubrik ‚Agenda‘).



Veröffentlichung des Wissenschaftlichen und Technischen Bauzentrums, Institut anerkannt in Anwendung der Rechtsverordnung vom 30. Januar 1947

Verantwortlicher Herausgeber:
Jan Venstermans
WTB - Rue du Lombard 42, 1000 Brüssel

Dies ist eine Zeitschrift mit allgemein informativer Ausrichtung. Sie soll dazu beitragen, die Ergebnisse der Bauforschung aus dem In- und Ausland zu verbreiten.

Das Übernehmen oder Übersetzen von Texten dieser Zeitschrift, auch wenn es nur teilweise erfolgt, ist nur bei Vorliegen eines schriftlichen Einverständnisses des verantwortlichen Herausgebers zulässig.

www.wtb.be

WTB

BRÜSSEL

Firmensitz

Rue du Lombard 42
B-1000 Brüssel

Generaldirektion
Tel.: 02/502 66 90
Fax: 02/502 81 80
E-Mail: info@bbri.be
Website: www.wtb.be

ZAVENTEM

Büros

Lozenberg 7
B-1932 Sint-Stevens-Woluwe (Zaventem)
Tel.: 02/716 42 11
Fax: 02/725 32 12

Technische Gutachten - Schnittstelle und Beratung
Kommunikation
Verwaltung - Qualität - Informationstechniken
Entwicklung - Valorisierung
Technische Zulassungen
Normierung

Veröffentlichungen

Tel.: 02/529 81 00
Fax: 02/529 81 10

LIMELETTE

Versuchsgelände

Avenue Pierre Holoffe 21
B-1342 Limelette
Tel.: 02/655 77 11
Fax: 02/653 07 29

Forschung und Innovation
Laboratorien
Bildung
Dokumentation
Bibliothek

HEUSDEN-ZOLDER

Demonstrations- und Informationszentrum

Marktplein 7 bus 1
B-3550 Heusden-Zolder
Tel.: 011/22 50 65
Fax: 02/725 32 12

ICT-Wissenszentrum für Bauprofis (ViBo)