



Wind- und Luftdichtheit bei geneigten Dächern

Wissenswertes über die Luftdichtheit von Dächern

Praxis-Ratgeber 7



Impulsprogramm Schleswig-Holstein

Vorwort

Das Impulsprogramm Schleswig-Holstein "Wärmetechnische Gebäudesanierung" wurde für Sie eingerichtet, um Ihnen die Vorteile einer umfassenden wärmetechnischen Gebäudesanierung überzeugend darzustellen.

Die Reihe "Praxis-Ratgeber" soll praxisbezogene Hinweise und Tipps geben und so eine Planungsgrundlage und Entscheidungshilfe sein. Die verschiedenen Ratgeber sind von Fachleuten verfasst worden und sind durch ihren Bezug zur Praxis für jedermann leicht verständlich.

Wärmeschutz und Energieeinsparung geht uns alle an und ist am Wohngebäude an Fenster, Fassade, Dach, Kellerdecke und Heizanlage möglich. Bedenken Sie aber, dass ein ganzheitlich angelegtes Konzept (Dämmung des Gebäudes und Erneuerung der Heizanlage) wichtig ist, um die nachfolgend dargestellten Vorteile nutzen zu können.

Tipp: Planen Sie soviel Dämmung ein wie konstruktiv möglich. Lassen Sie sich auch bei einer schrittweisen Sanierung fachlich beraten. Dazu stehen Ihnen in Schleswig-Holstein Fachleute zur Verfügung, auf die in den Praxis-Ratgebern hingewiesen wird. Nutzen Sie die Vorteile, die sich nach einer energetischen Gebäudesanierung ergeben:

- Heizkostensparnis: Wärme geht bei jedem Gebäude verloren. Aber vor allem Häuser, die vor 1977 gebaut wurden, können durch nachträgliche Wärmeschutzmaßnahmen und eine effiziente Heizungsanlage den Energieverbrauch in deutlichem Maß senken.

- Wirtschaftlichkeit der Sanierung: Wenn ohnehin Instandhaltungsmaßnahmen, Umbau oder Erweiterungen anstehen, sind energetische Modernisierungen sinnvoll und besonders wirtschaftlich.

- Wertsteigerung der Immobilie: Fachlich richtig geplante und ausgeführte Sanierungen schützen die Bausubstanz und vermeiden Bauschäden. Der Zeit- und Wiederverkaufswert einer Immobilie wird nachhaltig durch einen optimalen Wärmeschutz erhöht.

- Steigerung der Wohnbehaglichkeit: Durch die Dämmung der Gebäudehülle in Verbindung mit einer zeitgemäßen Heizanlage steigt die Wohnbehaglichkeit. Ein angenehmes Raumklima ohne störenden Luftzug trägt zum Wohlbefinden bei. Feuchte Wände gehören der Vergangenheit an.

- Klimaschutz: Private Haushalte nutzen etwa ein Drittel der gesamten Endenergie (Heizöl, Erdgas, Strom). Davon werden ca. 77% allein für die Raumbeheizung verbraucht. Wer Heizenergie einspart, senkt den Ausstoß von CO₂ und leistet einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz. Machen Sie mit!

In dieser Reihe sind folgende Praxisratgeber erschienen:

Nr. 1	Energieeinsparung an Fenstern und Außentüren
Nr. 2	Wärmedämmung von Außenwänden mit dem Wärmedämmverbundsystem
Nr. 3	Wärmedämmung von Außenwänden mit der Innendämmung
Nr. 4	Wärmebrücken
Nr. 5	Energiesparen in Mietwohnungen
Nr. 6	Wärmedämmung von geneigten Dächern
Nr. 7	Wind- und Luftdichtheit bei geneigten Dächern
Nr. 8	Lüftung im Wohngebäude
Nr. 9	Automatisierte Wohnungslüftung
Nr. 10	Wärmedämmung von Außenwänden mit der hinterlüfteten Fassade
Nr. 11	Niedertemperatur- und Brennwertkessel
Nr. 12	Brauchwasserbereitung mit Sonnenenergie
Nr. 13	Wärmedämmung von Außenwänden mit nachträglicher Kerndämmung
Nr. 14	Modernisierung von Wohnraum – Rechtslage- Förderung – Ablauf

Inhalt

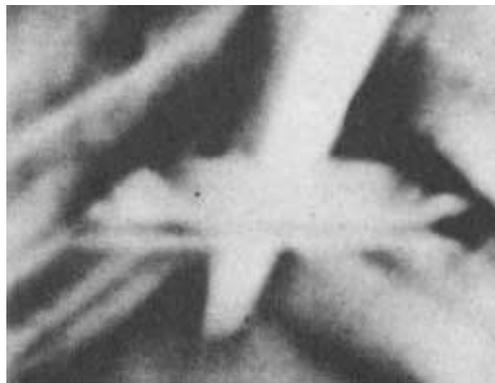
Ursachen für Wärmeverluste und Bauschäden im Dach	4
Lösungen für einen luftdichten Dachaufbau	5
Materialien für die Luftdichtung/Winddichtheit	6
<i>Sorgfältige Planung, Ausschreibung und Bauüberwachung</i>	7
<i>Anschluß der Luftdichtheitsebene an den Giebel</i>	8
<i>Der Traufpunkt-Anschluß an das Drempselmauerwerk oder die Fußpfette</i>	8
<i>Einbindende Innenwände Mittelpfetten und ähnliches</i>	9
<i>Der Schornstein</i>	10
<i>Durchdringen durch Rohre und ähnliches</i>	10
<i>Die Stöße der Dampfsperre</i>	11
<i>Dachflächenfenster</i>	11
<i>Bodeneinschubtreppe</i>	11
<i>Kleine "Unfälle" beseitigen</i>	12
<i>Lösungen bei vorhandener Innenbekleidung</i>	12
<i>Dämmstoffe sind nicht luftdicht</i>	12
Luftdichte Dächer ohne Belüftung der Dämmschicht	13
<i>Der S_d-Wert</i>	14
<i>Holzfeuchte – Ein Problem?</i>	14
<i>Luftdichtes Dach – und woher kommt die Frischluft?</i>	14
<i>Anforderungen des Brandschutzes</i>	15
Genehmigungspflicht und Denkmalschutz	15
Die Energieeinsparung in Ihrem Falle	15

Titelfoto: pro clima, Schwetzingen

Ursachen für Wärmeverluste und Bauschäden im Dach

Dächer sind nicht nur gut zu dämmen, sondern auch sorgfältig gegen Luftströmungen abzudichten. Nur wenn beide Bedingungen erfüllt sind, wird die gewünschte Energieeinsparung auch erzielt.

In Stoßfugen, Anschlüssen und Durchdringungen nicht sorgfältig ausgeführte oder völlig fehlende Dampfsperren sind häufig Ursache für Bauschäden im Dach.



Die Thermografie zeigt den Blick in den Dachfirst. Die eindringende Kaltluft wird als Schwärzung abgebildet. Dampfsperre und Profilholzinnenverkleidung sind sehr undicht.

Durch Fugen und Ritzen im Dach kann einerseits per Winddruck Kaltluft in den Dachraum geblasen werden. Andererseits kann auch durch Windsog und den thermischen Auftrieb im Haus feuchtwarme Raumluft in die Konstruktion einströmen und hier unter ungünstigen Bedingungen als Tauwasser ausfallen.

Messungen an typischen Dachaufbauten verdeutlichen die Probleme mangelhaft abgedichteter Dachkonstruktionen:

Hohe Wärmeverluste

Durch Luftströmungen kann je nach Luftdruckunterschied zwischen innen und außen 2 bis 30 mal mehr Wärme verloren gehen, als durch die gedämmte Fläche entweicht. Dies ist häufig ein „schleichender“ Vorgang, der kaum bemerkt wird.

Bauschäden

Im Vergleich zur Wasserdampfdiffusion über 1 m² Dachfläche kann durch eine 1 m lange und nur 1 mm breite Fuge die 1000 bis 2700-fache Wasserdampfmenge in kürzesten Zeiträumen in den Dachaufbau einströmen und dort Feuchteschäden verursachen. Viele solcher Schäden im Dach haben ihre Ursache in diesem Vorgang und nicht – wie häufig vermutet – in der Wasserdampfdiffusion.



Die Dampfsperre wurde nicht an die Laibung des Dachflächenfensters angeschlossen. Eine Fehlstelle im Dämmstoff (Pfeil) sorgt für Zugluft und Wärmeverluste in dieser Mansardenküche.

Die Folgen

- Unbehagliche Zugluft durch eindringende Kaltluft in Dachwohnungen. In Dachgeschossen wurden bereits Lüftungsverluste an windreichen Tagen gemessen, die dem 14-fachen Austausch der Dachinnenraumluft pro Stunde entsprachen.

- Bauschäden durch Tauwasserausfall in der Dachkonstruktion, z. B. Holzfäule oder Schädlingsbefall des Dachstuhls. Mögliche gesundheitlich bedenkliche Schimmelbildung im Dachstuhl.

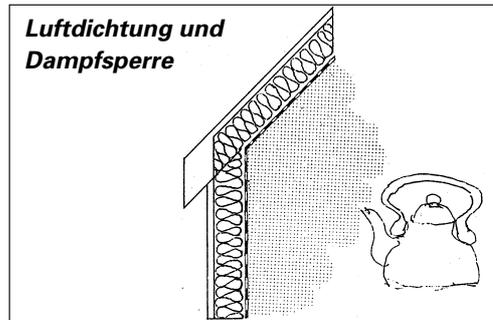
- Hohe Wärmeverluste durch ausströmende warme Raumluft, insbesondere an Durchführungen (z. B. Elektroinstallation, Rohrdurchführungen)

Lösungen für einen luftdichten Dachaufbau

Dächer sind nicht nur zu dämmen, sondern sorgfältig gegen Luftströmungen abzudichten, wenn sie langfristig schadensfrei bleiben und die Lüftungswärmeverluste begrenzt werden sollen. Die Dampfsperre übernimmt gleichzeitig die Funktion der Luftdichtung.

Ein luftdichter Aufbau von Dächern wird durch die bestehenden Baunormen gefordert (s. Kasten).

Anforderungen der DIN 4108 und der Wärmeschutzverordnung an einen luftundurchlässigen Dachaufbau. Die DIN 4108 fordert z.B.



Die Luftdichtung (und Dampfsperre) befindet sich immer auf der warmen Seite der Dachkonstruktion zum Innenraum. Einer sorgfältigen Bauausführung der Luftdichtung muß künftig mehr Beachtung geschenkt werden.

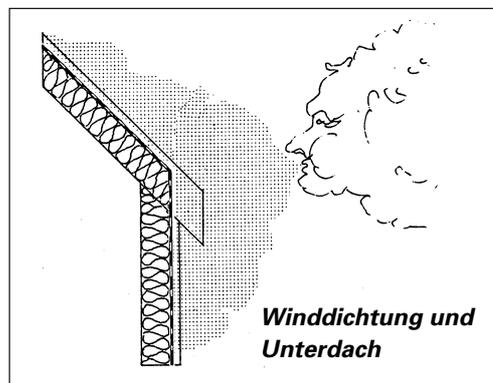
in Teil 2 Abschn. 6.2.1.1: Bei Fugen in der wärmeübertragenden Umfassungsfläche des Gebäudes, insbesondere auch bei durchgehenden Fugen zwischen Fertigteilen oder zwischen Ausfachungen und dem Tragwerk, ist dafür Sorge zu tragen, daß diese Fugen entsprechend dem Stand der Technik dauerhaft und luftundurchlässig abgedichtet sind (siehe auch DIN 18 540)

und in Teil 7 Abschn. 4.4: Luftdichtheit von Bauteilen und Anschlüssen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele. Neu ist, daß für die Luftdichtheitsmessungen an Gebäuden erstmals verbindliche Grenzwerte festgelegt wurden:

Nachweis der Luftdichtheit

Werden Messungen der Luftdichtheit von Gebäuden oder Bauteilen durchgeführt, so darf der nach ISO 9972 gemessene Luftvolumenstrom bei einer Druckdifferenz zwischen innen und außen von 50 Pa

- bei Gebäuden mit natürlicher Belüftung bezogen auf das Raumluftvolumen 3 h^{-1} nicht überschreiten
- bei Gebäuden mit raumlufttechnischen Anlagen (auch einfache Abluftanlagen) bezogen auf das Raumluftvolumen 1 h^{-1} nicht überschreiten.



Die Winddichtung befindet sich immer auf der kalten Seite der Konstruktion. Sie wird als Unterspannbahn oder festes Unterdach ausgebildet. Sie leitet evtl. eindringenden Schlagregen und Schnee in die Dachrinne ab und sollte die Dämmung vor Unterströmung durch Kaltluft schützen.

Der § 4 Wärmeschutzverordnung (WSVO 95) fordert zur Begrenzung der Wärmeverluste durch Undichtheiten eine luftundurchlässige Abdichtung von Fugen entsprechend dem Stand der Technik.

Materialien für die Luftdichtung/Winddichtheit

Alle Materialien für eine sorgfältige innere Dachabdichtung sind am Markt erhältlich. Es ist darauf zu achten, daß die Materialien miteinander verträglich sind und der Aufbau von innen nach außen diffusions-offener wird.

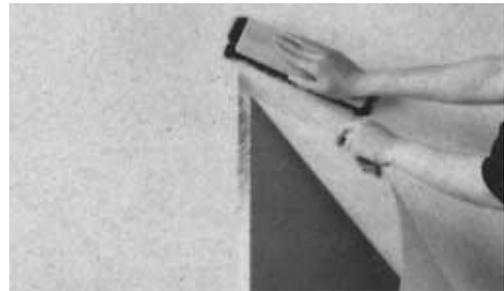
Materialien für die Luftdichtung/ Dampfsperre

- Aluminiumfolien (0,05 mm dick, A1) werden in der Regel in 1 bis 1,50 m breiten Rollen angeboten. Entsprechend viele Stöße sind luftdicht auszuführen. Achtung: Alu-Folien können nicht eingeputzt werden, da sie sonst korrodieren
- Polyäthylenfolien (PE) sollten mindestens 0,2 mm dick sein. Sie werden in breiten Bahnen geliefert. Für steile Dächer gibt es Folien mit rutschhemmender Oberfläche
- Beschichtete Kraftpapiere (z. B. mit PE Kleber) werden z. B. auf glatte Innenbekleidungen geklebt
- Holzhartfaserplatten (z.B. OSB) mit Klebestreifen über Stößen und Anschlüssen
- Auf 1/5 ihrer Ursprungsdicke vorkomprimierte Fugendichtungsbänder (B1) aus offenzelligem Polyurethan (PUR), imprägniert. Die Bänder quellen nach dem Einbau auf und verschließen Unebenheiten luftdicht
- Dichtungsschnüre z. B. aus Butylkautschuk, PUR, etc. Sie sind erst dicht, wenn sie unter Druck in Fugen eingepreßt werden
- Spritzfähiger Butylkautschuk
- Doppelseitiges Klebeband (z. B. aus Butylkautschuk), einseitiges, gewebe-armiertes bis 10 cm breites Klebeband aus der Lüftungstechnik (kein Paketklebeband!)
- Verschraubte Anpreßleisten, Streckmetall als Putzträger
- Rauhfaser-Tapeten mit papierummantelter Aluminiumschicht (0,02 mm)

Weitere Informationen zu Klebebändern und -mitteln erhalten Sie u.a. bei der Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e. V. in Kiel.



Vorkomprimierte Fugendichtungsbänder sind ein wichtiges Hilfsmittel für die Herstellung luftdichter Anschlüsse z.B. an das Mauerwerk. Sie sollten im eingebauten Zustand nur auf 2/5 ihrer Ursprungsdicke aufgehen können, damit sie auch noch kleinste Unebenheiten verschließen.



Rauhfaser-Aluminiumtapeten stellen eine „Notlösung“ zur Verbesserung der Luftdichtheit dar. Im Falle einer Sanierung ist die luftdichtende Ebene durch eine Dampfsperre zwischen Wärmedämmung und Innenbekleidung (z.B. Gipskartonplatten) herzustellen.



Holzhartfaserplatten mit überklebten Stößen stellen eine sehr gute Lösung für eine Luftdichtheitsebene dar, wenn innenliegend eine Installationsebene von ca. 5-6 cm geschaffen wird.

Ausführungshinweis für die Dampfsperre/Luftdichtung

- Fugenabdichtungen sind bei trockenem Wetter und Luftfechtigkeiten unter 70 % auszuführen
- Fugenflanken und Untergrund müssen trocken und staubfrei sein
- Alle Anschlußstellen von Klebebändern an poröse Materialien sind vorher mit einem Voranstrich (Primer) zu behandeln
- Fugendichtungsbänder müssen aus bauphysikalischen Gründen auch das Eindringen von Wasser und Feuchtigkeit verhindern
- Dichtungsschäume dürfen nur in Fugen ab einer Mindestbreite von 7 mm eingebracht werden, sonst dringt der Schaum nicht tief genug ein.

Materialien für die Winddichtung

- Unterdächer aus Holzweichfaser-, Faserzementplatten oder Rauhspondschalung
- Bitumendachbahnen auf Holzschalung
- diffusionsoffene Unterspannbahnen (S_d -Wert 0,02-0,2 m) überwiegend aus Polyäthylen (Begriffserklärung S_d -Wert siehe Seite 15).

Sorgfältige Planung, Ausschreibung und Bau- überwachung

Ausschreibung

Eine sorgfältige luftdichte Ausführung der Dampfsperre ist bereits bei der Ausschreibung der Dachdämmung zu berücksichtigen. Damit wird die Wichtigkeit dieser inneren Dichtungsschicht für den ausführenden Handwerker deutlich. Die Positionen sollten enthalten:

- Beschreibung des Materials der Dampfsperre
- Benennung der Zusatzmaterialien wie vorkomprimiertes Dichtungsband, doppelseitiges Klebeband, Streckmetall als Putzträger zum Einputzen von Folien etc.

- Besondere Positionen wie Befestigen des Streckmetalls, Stück Dunststrohreifassung, Durchdringung. Lfdm. Unterbrechen der Dachschalung auf Giebelmauerwerk bei Auf-Sparrendämmung
- Bauholz sollte ausreichend trocken eingebaut werden (Einbaufeuchte < 20%). Der Einbau zu feuchter Hölzer führt zu Schwindrissen und gibt erhebliche Mengen an Wasser in die Konstruktion ab.
- Die allgemeinen Anforderungen sind zu definieren, z. B. Abdichten von Fehlstellen z. B. mit Korkschor-Silicon-Mischung, Abkleben von Löchern in der Dampfsperre. Dieser Praxis-Ratgeber kann dem Handwerker vor Beginn der Arbeiten als Ausführungshinweis ausgehändigt werden

Der dauerhaft, luftdichte Einbau der Luftdichtungsebene (Dampfsperre) ist keine besondere Forderung, sondern Stand der Technik. Somit ist diese „Position“ von allen am Bau beteiligten grundsätzlich fachgerecht anzubieten und in der Praxis auszuführen. Der Erfolg dieser Arbeiten kann durch eine Luftdichtheitsprüfung – als Qualitätskontrolle – abschließend überprüft werden. Informationen hierzu können Sie bei der Energieagentur Schleswig-Holstein oder der Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen erhalten.

Bauüberwachung

Die Dampfsperre ist vor Einbringen der Innenverkleidung durch den Architekten oder Bauherren mit dem Handwerker vor Ort zu überprüfen. Auch der Dämmstoff ist hierbei auf mögliche Fehlstellen hin zu untersuchen.

Anforderungen beim Neubau / Sanierung

Der Architekt sollte bei der Neubauplanung frühzeitig ein „Dichtungskonzept“ in Abstimmung mit dem gewählten Dämmsystem entwickeln. Hierzu gehören:

- Festlegung der Lage der Dichtungsebene
- Festlegung der Installationen im Dachraum
- Vermeidung von Durchdringungen der Dichtungsebene
- Festlegung der Positionen für die Ausschreibung der Dachdämmung/Dichtung mit Beschreibung der Materialien

Wird zur Sicherung einer dauerhaft guten Raumluftqualität eine Abluftanlage mit oder ohne Wärmerückgewinnung eingebaut, ist eine dichte Ausführung der Gebäudehülle besonders wichtig: anderenfalls wird statt verbrauchter Raumluft auch Außenluft aus Gebäudefugen von der Anlage angesaugt.

Anschluß der Luftdichte- heitsebene an den Giebel

Das Giebelmauerwerk ist ein Anschlußpunkt für die Dampfsperre/Luftdichtung, bei dem Fugen unbedingt vermieden werden müssen. Beim Neubau bietet sich das Einputzen der Luftdichtung an.

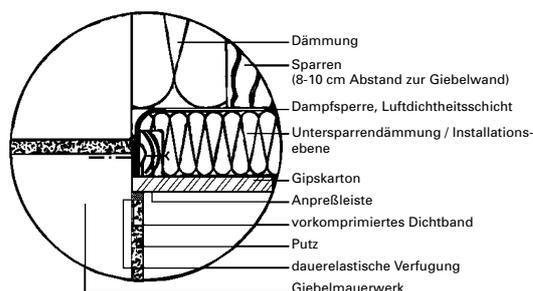


Hier wird die Dampfsperre mit Streckmetall am Giebel gesichert und anschließend mit dem Innenputz eingeputzt.

Achtung: Bei Alufolien Korrosionsgefahr.

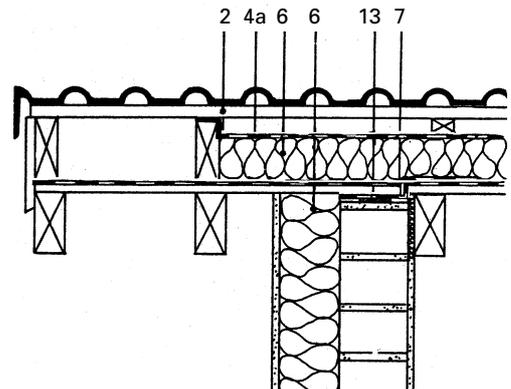
Die Lösung für den nachträglichen Dachausbau und für Aluminiumfolien (Materialreihenfolge beachten!):

- Vorkomprimiertes Fugendichtungsband auf Verputz oder Mauerwerk (alternativ: doppelseitiges Klebeband mit vorgestrichenem Haftgrund auf Putz)
- Luftdichtende Folie
- Anpreßleiste (gleichzeitig Konterlatte für die Innenbekleidung)
- Innenbekleidung



Die Lösung für Auf-Sparrendämmung

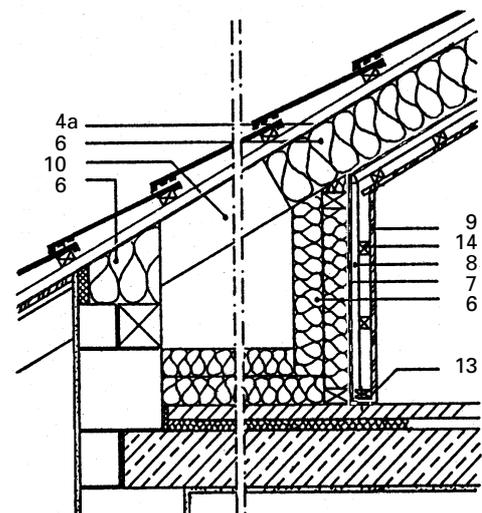
Bei der Dämmung auf den Sparren ist die über den Ortgang hinauslaufende Holzschalung nicht luftdicht. Deshalb muß sie auf dem Ortgang getrennt werden, damit die Luftdichtung unter die Schalung geführt werden kann. Hier wird die Folie auf dem Mauerwerk mit vorkomprimiertem Fugendichtungsband angepreßt (Altbau) oder besser noch außen eingeputzt (Neubau).



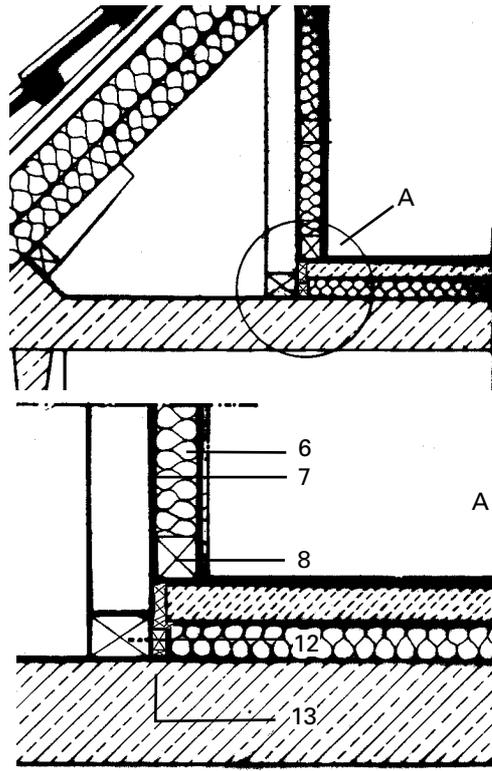
Die Grafik zeigt die Trennung der Holzschalung auf dem Ortgang. Die Dampfsperre wird unter die Schalung geführt und außen eingeputzt bzw. auf dem Ortmauerwerk mit Fugendichtungsband gesichert (Legende s. S. 16).

Der Traufpunkt-Anschluß an das Drempelmauerwerk oder die Fußpfette.

Dieser Punkt wird genau wie der Ortgang behandelt. Die Luftdichtung ist möglichst bis auf den Boden herunterzuziehen, da



die Fuge zwischen Mauerwerk und Fußpfette häufig undicht ist. Der Anschluß der einzelnen Materialien erfolgt wieder in der dargestellten Reihenfolge.



Lösungsvorschlag für den Neubau

Beim Neubau kann die Folie bis auf die Obergeschoßdecke heruntergezogen und mittels einer Preßleiste und quellendem Dichtungsband auf dem Beton der Massivdecke befestigt oder mit geeigneten Klebern angeklebt werden. Darauf werden der Estrich und die Innenbekleidung verlegt. Bei Holzbalkendecken empfiehlt es sich die Konstruktion so zu wählen, daß die Deckenbalken nicht auf die Außenwände aufgelegt werden, sondern diese mit T-Trägern oder Balkenschuhen zwischen die Außenwandkonstruktion zu „hängen“. Das Abdichten der einzelnen Deckenbalkendurchführungen ist nicht mehr notwendig. Wird eine Abseitenwand eingebaut ist es sinnvoll, die Luftdichtung (z. B. Dampfsperre) auf der Abseitenwand bis auf die Decke zu verlegen und am Fußpunkt des Lagerholzes mit Dichtungsband und Preßleiste zu befestigen.

Lösungen für Auf-Sparrendämmung

Hier liegen die Sparren in der Regel als Sichtsparren raumseitig unterhalb der Luftdichtheitsebene. Diese Durchdringungen der Außenwände sind undicht. Die luftdichtende Folie muß deshalb zwischen

der Schalung heruntergeführt und dann nicht nur am Drempelmauerwerk, sondern mit doppelseitigem Klebeband auch rings um die Sparren angeklebt werden. Das Holz ist vorher mit Haftgrund zu bestreichen. Die Arbeiten sind aufwendig. Das folgende Foto zeigt einen solchen, rings um die Sparren laufenden Folienanschluß.



Foto: SARNAFIL

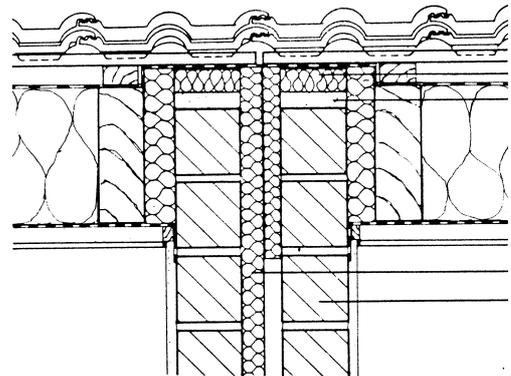
Um die sehr aufwendigen Abklebearbeiten zu reduzieren, wird alternativ empfohlen die Tragsparren auf der Fußpfette enden zu lassen. Die auf der Schalung liegende Dampfbremse kann ohne Durchdringungen über die Fußpfette geführt und am Drempel oder Mauerwerk luftdicht angeschlossen werden. Der Dachüberstand wird dann durch auf die Schalung aufgeschobene Stichsparren hergestellt.

Einbindende Innenwände

Mittelpfetten

und ähnliches

Die Luftdichtung wird wie beim Ortgang durch Einputzen der Dampfsperre erreicht. Bei bereits geputzten Wänden oder im Bereich von Mittelpfetten wird die

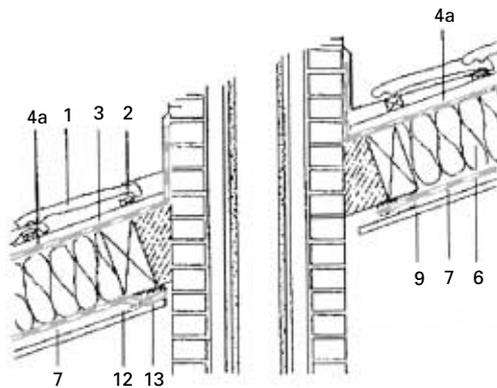


Mauerkopf einer zweischaligen Haustrennwand

Folie oder das Windpapier mittels vorkomprimierten Dichtband und Preßleiste an der Wand oder der Pfette angeschlossen. Um Wärmebrücken im dargestellten Mauerkopf zu vermeiden, ist darauf zu achten, daß oberhalb des Mauerwerks ein Dämmstreifen von mind. 4 cm Dicke eingebaut wird.

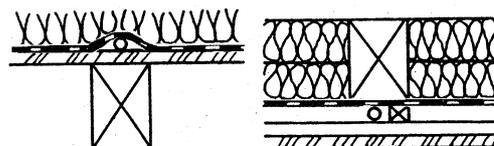
Der Schornstein

Der Schornstein wird am Wechsel wie in der folgenden Grafik gezeigt angeschlossen. Ein Sicherheitsabstand von 5 cm ist einzuhalten, wenn der Bezirksschornsteinfeger keine Ausnahme zuläßt. Die Reihenfolge: Vorkomprimiertes Fugendichtungsband über die Fuge zwischen Beton und Wechsel, Dichtungsbahn, Anpreßleiste. Beim Neubau kann die Luftdichtung auch in den Wechsel hineingeführt und dann einbetoniert werden. Eine kostengünstige Lösung!



Durchdringungen durch Rohre und ähnliches

Als erste Regel gilt: Durchdringungen sollten möglichst durch überlegte Planung vermieden werden. Bei den immer beliebter werdenden Holzhäusern gilt es dies unbedingt zu beachten, insbesondere wenn im Innenbereich Profilschalungen eingebaut werden. Installationsebenen sind hier geeignete Lösungen.



Wo dies nicht geht, bieten sich folgende Lösungen an:

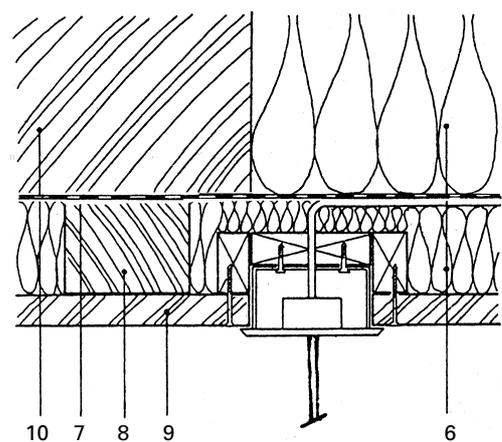
- Die Durchführung von Rohren durch die Dampfsperre sollte durch Folienmanschetten abgedichtet werden, die

mit zweiseitigem oder breitem einseitigen Klebeband luftdicht angeschlossen werden.

- Die Abdichtung mehrerer Rohrdurchführungen im Dachbereich (Installations-schacht) kann in Höhe der Dampfsperre ggf. mittels eines vor Ort auf Schachtmass hergestellten Holzrahmens erfolgen, der ähnlich wie ein Wechsel in die Zangenlage genagelt werden kann. Die angrenzende Dampfsperre kann so an diesen Rahmen angeklebt und die Rohrzwischenräume im Inneren des Holzrahmens verschäumt bzw. mit Beton vergossen werden.
- Sinnvoll sind ebenfalls spezielle Gummimanschetten für Durchdringungspunkte.



Das Foto zeigt eine Folienringmanschette, die mit doppelseitigem Klebeband auf die Dampfsperre und mit breitem einseitigen Klebeband rings um das Rohr gewickelt wird. Foto: Grünzweig + Hartmann.

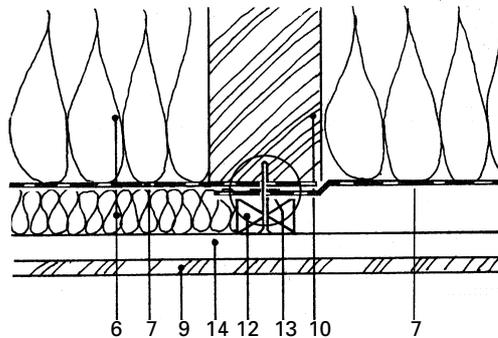


So werden Schalter oder Kabeldurchführungen dicht in die Innenbekleidung eingebaut (luftdichte Elektrodosen sind im Fachhandel schon seit längerem erhältlich): die Dampfsperre bleibt unverletzt. Eine gute Lösung ist auch die Verlegung der Elektroinstallationen auf die massiven Giebel- oder Innenwände (Legende s. S. 16).

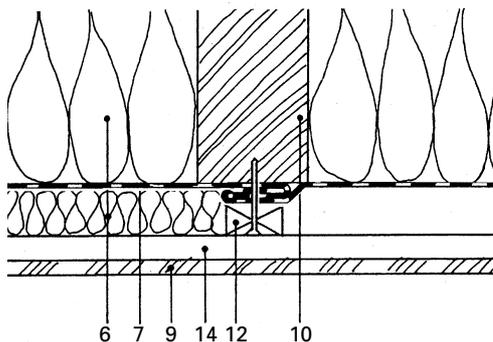
Die Stöße der Dampfsperre

In Herstellerprospekten lassen sich unterschiedlichste Hinweise auf eine möglichst breite Überlappung (von 20 cm bis 1 Sparrenfeld) finden. Wichtig ist jedoch nicht die Überlappungsbreite, sondern die Beachtung der folgenden Hinweise:

- Stöße immer vertikal auf einem Sparren führen, damit die Verklebung angepreßt werden kann
- Verklebung der Stöße entweder mit doppelseitigem Klebeband oder einseitigem, gewebearmierten 5 cm breitem Band (aus der Lüftungstechnik), mit Anpreßleiste
- Die Breite der Überlappung braucht dann nur 5 bis 10 cm betragen



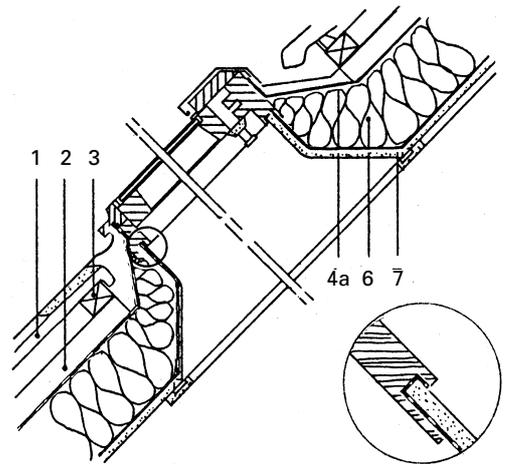
Bei dieser Stoßausbildung wird ein doppelseitiges Butylklebeband zwischen die Dampfsperrenbahnen geklebt und durch die Konterlatte angepreßt. Großflächige Folien verursachen weniger Stöße (Legende s. S. 16).



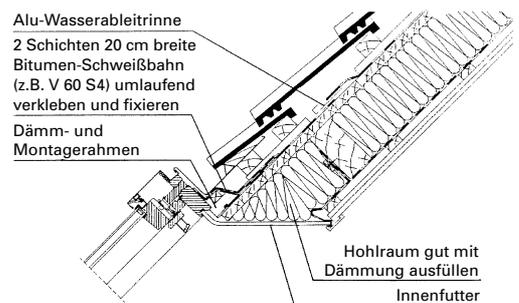
Ein einfaches Verfahren ist die „Einwicklung“ der beiden Folien. Auch hier muß der Stoß gegen einen festen Untergrund (Sparren) angepreßt werden, um eine dauerhafte Dichtheit zu erzielen (Legende s. S. 16). Alternativ kann der Folienstoß mit einem geeigneten, breiten Klebeband (kein Paketklebeband) o. ä. überklebt und festgesetzt werden.

Dachflächenfenster

Herkömmliche Dachflächenfenster besitzen im Futter eine Nut für die Einklebung der Dampfsperre (doppelseitiges Klebeband). Hierzu ist die Folie in den Ecken aufzuschneiden und in die Laibung einzuschlagen. Die Schnittkanten müssen ihrerseits wieder mit doppelseitigem oder breitem einseitigem Klebeband abgeklebt werden. Hersteller bieten komplette, dampfdichte Innenfutter für Dachflächenfenster an. Diese ermöglichen den luftdichten Anschluß der Dachdampfsperre an die Laibung des Innenfutters.



Bei herkömmlichen Dachflächenfenstern muß die Dampfsperrfolie in die Nut des Blendrahmens eingeklebt werden. (Legende s. S. 16).



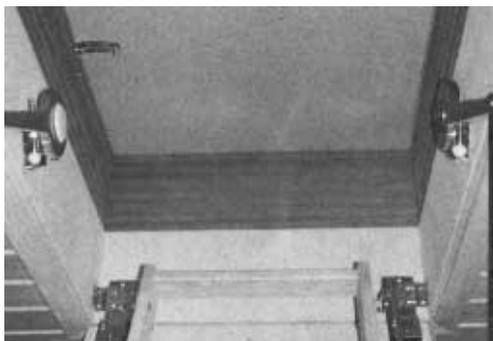
Hier muß die Dampfsperre nicht in die Nut des Fensterrahmens eingeklebt werden, sondern kann an dem dampfdichten Fertigfutter angeklebt werden, was wesentlich einfacher ist (Foto Velux).

Bodeneinschubtreppe

Die Einstiegluke der Einschubtreppe zum Dachboden kann eine beträchtliche Quelle kalter Zugluft sein. Eine gute Lippendichtung zwischen Luke und Rahmen ist daher unbedingt erforderlich. Da es zur Zeit keine ausreichend ge-

dämmten Bodeneinschubtreppen – im Vergleich zur sonstigen Dachdämmung – mit umlaufenden Dichtungen am Markt gibt, sind z. B. handwerkliche Lösungen zu empfehlen:

- z. B. auflegen einer Holzplatte auf die Öffnung vom Dachraum her. Auf die Platte wird Dämmung entsprechend der Dämmung in der Kehlbalkenlage befestigt. Beim Einstieg sollte diese Platte am Besten durch ein Gegengewicht angehoben werden. Die Luftdichtung kann durch einen auf die Plattenunterseite aufgeklebten umlaufenden Dichtungsstreifen hergestellt werden.



Diese Klappe mit Lippendichtung wurde nachträglich auf der oberen Rahmenkante der Bodeneinschubtreppenöffnung angebracht.

Kleine „Unfälle“ beseitigen

Jede „Beschädigung“ der Dampfsperre ist dauerhaft zu vermeiden. Beim Anbringen auftretende Löcher oder Risse sind mit einem breiten einseitigen Klebeband oder aufgeklebten Folienstücken abzudichten. Bei Dampfbrems-Papieren sind großflächige Stücke aufzukleben.

Lösungen bei vorhandener Innenbekleidung

Beispiele für Innenputz und z. B. Gipskartonplatten:

Soll nachträglich die Dämmung im Dach erhöht werden, ist es zur Realisierung hoher Dämmstoffdicken häufig wünschenswert, den Dämmstoff bis an die Unterspannbahn heranreichen zu lassen. Der dabei auftretende Verlust der Belüftungsebene im Dach zwischen Dämmstoff und Unterspannbahn ist bauphysikalisch unbedenklich, wenn das Eindringen von Feuchtigkeit aus dem Raum in die Dachkonstruktion in Form von Konvektion

durch eine luftdichte Schicht verhindert wird. Sind Innenputz oder Gipskartonplatten als Innenbekleidung vorhanden, kann z. B. durch eine Luftdichtheitsprüfung (Blower-Door-Test) überprüft werden, wie luftdurchlässig die vorhandene Bekleidung ist. Undichtheiten zeigen sich meist nur an Anschlußpunkten wie z. B. Dach/ Wand, Abseitenwand/ Fußboden (Risse), aber meist auch an allen Durchdringungen (Kabeldurchführungen, Deckenstrahler, Rohrdurchführungen). Alle bei der Untersuchung festgestellten Undichtheiten an Fugen und Durchführungen müssen dann, wie bereits erwähnt, abgedichtet werden, so daß eine durchgehende Luftdichtheitsebene entsteht.

Bisweilen zeigt die Luftdichtheitsprüfung jedoch, daß zu viele Undichtheiten auch in der Fläche vorhanden sind. Insbesondere kommt dies auch bei Profilholzbekleidungen vor. Dann muß entweder die Innenbekleidung abgenommen und eine Luftdichtheitsebene eingebaut werden oder an der Rauminnenseite wird flächig eine neue Luftdichtheitsebene (z. B. PE-Folie oder Windpapier) unterhalb der alten Bekleidung raumweise eingebaut. Eine neue Innenbekleidung ist dann meist erforderlich. Wird die Dacheindeckung inkl. Lattung erneuert, ist neben dem Einbau einer größeren Dämmstärke auch die Anbringung einer luftdichten Schicht von außen evtl. direkt auf der Innenbekleidung möglich. Sind viele Durchdringungen der Innenbekleidung (z. B. Schrauben oder Nägel) vorhanden, so kann evtl. durch den vorherigen Einbau einer dünnen Dämmschicht die daraufliegende, luftdichtende Folie geschützt werden. Beim Einbau der Luftdichtheitsebene von außen sind insbesondere aber auch alle Anschlußpunkte sorgfältig abzudichten. Alternativ zur Abdichtung an die Sparren kann auch eine spezielle Folie mit variabler Wasserdampfdurchlässigkeit verwendet werden, die durchgängig zwischen den Sparrenfeldern und über die Sparren verlegt wird. Diese Einbauart der Luftdichtheitsebene ist mit einem entsprechend hohen Aufwand verbunden, da auch alle Anschlußpunkte zum übrigen Baukörper luftdicht hergestellt werden müssen!

Dämmstoffe sind nicht luftdicht

Bei Mineralfasern kann die äußere Schicht von Kaltluft durchspült (besonders beim Dach mit belüfteter Dämmschicht) und der Wärmeschutz dadurch zeitweilig gemin-

dert werden. Unebenheiten im Bereich der Dachkonstruktion lassen sich mit Hart-schaumplatten schwieriger ausgleichen als z.B. mit Mineralfaserprodukten. Es sollte der Dämmstoff gewählt werden, der sich am dichtesten in die vorhandene Konstruktion einpassen läßt. Für alle Dämmstoffe gilt:

- Eine zusätzliche Luftdichtheitsebene ist generell erforderlich
- Auf eine sorgfältige Verarbeitung ohne Fehlstellen ist durch eine Bauabnahme der Dämmung z.B. durch den Architekten zu achten

Luftdichte Dächer ohne Belüftung der Dämmschicht

Heute werden immer noch viele Dächer mit 2 Belüftungsräumen ausgeführt, obwohl Normen und z.B. auch die Dachdecker Fachregeln des Dachdeckerhandwerks andere Lösungen (Vollsparrendämmung) gleichberechtigt zulassen, wenn der bauphysikalisch richtige Aufbau durchgeführt wird. (Vgl. Praxis-Ratgeber Nr. 6). Eine Belüftung wird oftmals auch „angeordnet“, wenn Zu- und Abluftöffnungen gar nicht sichergestellt werden können oder, wie bei dem folgenden Gebäudefoto, ein Großteil der Sparrenfelder durch Einbauten nicht zu belüften ist:



Bei diesem Dach wurden zwar zwei Belüftungsebenen „angeordnet“. Der Belüftungsraum von der Traufe zum First wird jedoch durch eine Vielzahl von Dachflächenfenstern, Abluftrohren und dem Schornstein unterbrochen. Die kleinen Entlüfterziegel bringen überdies nicht den erforderlichen Entlüftungsquerschnitt am First (nur 19 cm²/Stück).

Bedenklich ist, wenn die Belüftung über der Dämmschicht als Sicherheit für eine nicht sorgfältig ausgeführte Dampfsperre benutzt wird. Die Dampfsperre soll verhindern, daß in der Raumluft enthaltene Feuchtigkeit (Wasserdampf) in die Dach-

konstruktion eindringen und dort kondensieren kann. Mit nicht fachgerecht eingebauten Dampfsperren werden Wärmeverluste in Kauf genommen und der Luftstrom kann schnell bei großen Feuchtemengen in seinem Abführungsvermögen überfordert werden. Viele Bauschäden im Dach gehen auf durch Fugen und Ritzen einströmende Raumluftfeuchte zurück, die trotz Belüftungsraum nicht abgeführt werden konnte: Das Tauwasser kondensiert an der üblichen Unterspannbahn und durchfeuchtet Dämmstoff und Innenbekleidung. Auf eine Luftschicht zwischen Wärmedämmung und Unterspannbahn kann verzichtet werden. Wichtig ist darauf zu achten, daß die einzelnen Schichten von innen nach außen dampfdiffusionsdurchlässiger werden. Dies ist z.B. bei Kombination einer diffusionsoffenen Unterspannbahn oder einem Unterdach aus Weichfaserplatten mit einer inneren dampfsperrenden PE- oder Aluminiumfolie der Fall.

Heutzutage setzt sich diese Bauart immer häufiger durch. Der Verzicht auf eine Belüftungsebene oberhalb der Wärmedämmung hat den Vorteil, daß bei richtiger Konstruktion weitestgehend auf einen chemischen Holzschutz in diesem Bereich verzichtet werden kann (DIN 68800). Voraussetzung für die Vermeidung von Bauschäden ist aber in jedem Fall (auch bei Einbau von Belüftungsebenen) das Herstellen einer inneren Luftdichtung. Nur eine sorgfältige innere Luftdichtung schafft ein Höchstmaß an Sicherheit vor Bauschäden.

Da die Luftdichtung gleichzeitig Dampfsperre ist, sind auch die Anforderungen der DIN 4108 für die Vermeidung von Feuchteschäden durch Wasserdampfdiffusion gelöst, wenn die Luftdichtheit hergestellt wird.

Wird diese Regel eingehalten, ist ein S_d -Wert (siehe unten) von 2 m für die dampfsperrende Schicht ausreichend. Dieser Mindestwert ist leicht einzuhalten, denn die S_d -Werte gebräuchlicher Dampfsperren liegen weit über 2 m.

Eine sorgfältige innere Luftdichtung ermöglicht den Verzicht auf den Belüftungsraum über der Dämmung und erschließt damit weitere Vorteile:

- Die Dämmung kann 2 - 5 cm dicker werden.
- Vollgedämmte Dächer besitzen eine bessere Schalldämmung
- Der Dämmstoff wird nicht durch Außenluft durchspült oder unterströmt
- Es entsteht keine kalte Zugluft in den Wohnräumen
- Wasserdampfdiffusion und Luftströmungen können keine Schäden anrichten, wenn die innere Dampfsperre sorgfältig ausgeführt wird

Der S_d -Wert

Die DIN 4108 stellt Anforderungen an den S_d -Wert („diffusionsäquivalente Luftschichtdicke“) der inneren dampfsperrenden Schicht(en). Der S_d -Wert wird folgendermaßen berechnet:

Wasserdampfdiffusionswiderstand des Baustoffs x Baustoffdicke in m

Materialien für einen Dachaufbau ohne Feuchteschäden durch Wasserdampfdiffusion (Beispiele)

Unterdachmaterialien	s_d -Wert
Unterspannbahn diffusionsoffen	(0,02-0,2 m)
Holzweichfaserplatte	0,11 m
Holzschalung	0,8 m
Dampfsperren	s_d -Wert
Aluminium-Kaschierung vor Dämmstoff	30 m
Aluminiumfolie, separat	1500 m bis dampfdicht
Polyäthylen-Folie 0,2 mm dick	20-145 m
Dampfbremspapier mit PE-Kleber	2,3 m

Der Wasserdampfdiffusionswiderstand (μ) der Baustoffe wird unter definierten Bedingungen ermittelt und kann aus der DIN 4108, Teil 4 entnommen werden. Beispiele:

Material	μ	Dicke in m S_d -Wert
Holzschalung	40	x 0,024 m = 0,96 m
Polystyrolplatte	30	x 0,15 m = 4,50 m
Mineralfaserdämmung	1	x 0,20 m = 0,20 m
Gipskartonplatte	8	x 0,0125 m = 0,1 m
Innenputz	5	x 0,015 m = 0,075 m
Unterspannbahn , herkömmlich, diffusionsdichter	250 000	x 0,0002 m = 50,0 m

Je größer der Zahlenwert, desto größer ist der Widerstand, den der Baustoff der Wasserdampfdiffusion entgegensetzt.

Holzfeuchte – Ein Problem?

Holzfeuchteuntersuchungen an unbelüfteten Dächern zeigen: Selbst feucht eingebaute Hölzer (über 50 % Holzfeuchte; Einbau am Bau nicht zulässig) trocknen innerhalb weniger Monate trotz nachströmender Feuchtebelastung aus den Innenräumen auf Werte unter 20 % aus, wenn die Unterspannbahn diffusionsoffen ist.

Nicht zu stark dampfsperrende Materialien sind daher günstig für eine geringe Holzfeuchte im Dach (unter 20 Prozent). Neuere wissenschaftliche Untersuchungen an einem Dachaufbau mit belüfteter Dämmschicht und Nord-Süd ausgerichteten Dachflächen zeigen:

Der Belüftungsraum kann die Feuchtebelastung des Dachraums auch erhöhen, wenn sich die Dachsüdseite erwärmt und die dort entstehende feuchtwarme Luft zur kalten Nordseite strömt. Dort kann sie an der kalten Unterspannbahn kondensieren und als Tauwasser abtropfen. Die Holzfeuchte lag bei Norddächern mit zwei Belüftungsebenen deutlich höher als bei einem Dachaufbau ohne Belüftung über der Dämmschicht.

Luftdichtes Dach – und woher kommt die Frischluft?

Zu einer aktiven Wohnungslüftung (Fensterlüftung oder Betrieb einer Lüftungsanlage) durch die Bewohner oder eine Lüftungsanlage gibt es keine Alternative (vgl. Praxis-Ratgeber Nr. 8 und 9). Fugen und Ritzen im Dach sichern keine ausreichende Wohnungslüftung, denn:

- Besonders an windstillen, bedeckten Tagen in der Übergangszeit gibt es kaum Luftströmung von außen und die Fenster bleiben häufig wegen des „Nieselwetters“ geschlossen

- Winddruck auf einer Dachseite bedingt Sog auf der anderen Seite. Räume auf der windabgewandten Hausseite beziehen ihre Zuluft dann aus der verbrauchten Luft anderer Räume
- Bildet sich Schimmel in der undichten Konstruktion, können giftige Pilzsporen in die Raumluft transportiert werden
- Der in der Heizperiode herrschende thermische Auftrieb bildet im Dach einen Überdruck aus. Die Dachwohnräume beziehen dann verbrauchte Luft aus den unteren Räumen, wenn die Bewohner sich allein auf die Lüftung über Fugen- und undichtheiten verlassen würden

Anforderungen des Brandschutzes

Bei der Auswahl der Dämmstoffe sind die jeweils geltenden brandschutztechnischen Vorgaben des Baurechtes zu beachten. Leicht entflammbare Baustoffe (B3) wie

Papier, unbehandelte Zellulose, Kokosfasern dürfen nicht eingebaut werden. Auch normal entflammbare Dämmstoffe (B2) wie Kork, behandelte Zellulose* sind nur eingeschränkt verwendbar. Schwer entflammbare Dämmstoffe (B1) wie einige Hartschäume* und vor allem nichtbrennbare (A1/A2) mineralische wie Schaumglas, Steinwolle, Glaswolle sind eindeutig zu bevorzugen. Die Dampfsperre- und Dichtungsfolien gehören der Brandklasse A1 (Aluminium) oder B2 (Polyäthylen, Pappen/Papiere) an. Fugendichtungsmaterialien sind in der Klasse B1 oder B2 eingeordnet. Werden Dämmstoffe (A1) mit Dichtungsfolien (B2) kombiniert, wird die Gesamtkonstruktion in B2 eingestuft. Alle normalentflammbaren Dämm- und Dichtungsmaterialien (B2) müssen 5 cm Sicherheitsabstand zum Schornstein einhalten.

* Verwendbarkeit jeweils abhängig von der bauaufsichtlichen Zulassung, z. B. Institut für Bautechnik in Berlin)

Genehmigungspflicht und Denkmalschutz

Durch eine Dämmung des Daches bleibt die äußere Dachansicht unverändert. Eine Abstimmung mit der Denkmalschutzbehörde muß bei denkmalgeschützten Gebäuden deshalb in aller Regel wegen einer Dämmung nicht erfolgen. Wird das Dachgeschoß erstmalig zu Wohnzwecken

ausgebaut, erleichtert die Baunutzungsverordnung diesen Ausbau auch dann, wenn die im Bebauungsplan festgesetzte, zulässige Geschoßfläche überschritten wird. Wenn Sie näheres wissen wollen, wenden Sie sich an die zuständige Baugenehmigungsbehörde an Ihrem Wohnort.

Die Energieeinsparung in Ihrem Fall

... kann nur aufgrund des Dachaufbaus und der sonstigen wärmetechnischen Gebäudemerkmale berechnet werden. Auch das geeignete Dämm- und Dichtungsmaterial ist nur aufgrund des vorhandenen Dachaufbaus bestimmbar. Wenn Sie für Ihr

eigenes Wohnhaus näheres wissen wollen, wenden Sie sich bitte an Ihre Energieberatung. Weiterhin helfen Ihnen auch die Energieberatung der Verbraucherzentrale oder ein beratendes Ingenieur- bzw. Architekturbüro weiter.

Legende für die Grafiken:

1: Dacheindeckung
2: Dachlattung
3: Konterlattung
4: Unterdach/Winddichtung
4a: Unterspannbahn

5: Lüftungsebene 1
5a: Lüftungsebene 2
6: Wärmedämmung
7: Dampfsperre/Luftdicht-
heitsschicht
8: Konterlattung (Raum
für Elektro-Installationen)

9: Innenbekleidung
10: Dachsparren
11: Firstpfette
12: Anpreßleiste
13: vorkomprimiertes
Dichtungsband o. ä.
14: Traglattung

Energiesparberatung – Fachleute in Ihrer Nähe

Architekten & Ingenieure

Architekten- und Ingenieurkammer
Schleswig-Holstein, Kiel
Telefon: 0431/57065-0
www.aik-sh.de

Gebäudeenergieberater

Verband Norddeutscher
Gebäudeenergieberater e.V., Lübeck
Telefon: 0451/692470
www.VNGE.de

Schornsteinfeger

Landesinnungsverband
Schleswig-Holstein, Neumünster
Telefon: 04321/70990
www.liv-sh.de

Verbraucherzentrale

Verbraucherzentrale Kiel
Telefon: 0431/59099-0
www.Verbraucherzentrale-SH.de

Energiesparberatung vor Ort

Bundesamt für Wirtschaft, Eschborn/ Ts.
Telefon: 06196/404-0
www.rkw.de/6_online.html

Druck: 3/01

Für den Gesamthalt verantwortlich und zu beziehen durch:
Die Programmleitung des Impulsprogramms

Dipl.-Ing. Jörg Wortmann
Investitionsbank Schleswig-Holstein Energieagentur, Kiel
Tel.: 0431/900 - 36 58, E-Mail: joerg.wortmann@ibank-sh.de

Dipl.-Ing. Dieter Selk
Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V., Kiel
Tel.: 0431/663 69 - 0, E-Mail: arge-zeitgem-bauen@t-online.de

Projektförderung:
Innenministerium des Landes Schleswig-Holstein und
Energienstiftung Schleswig-Holstein

Mit freundlicher Genehmigung:
Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten
Institut Wohnen und Umwelt

Hotline: 01805/11 99 10 24 Pfennig/Minute www.impulsprogramm-sh.de