



ENERGIE TIROL

BAUEN UND SANIEREN

DETAILINFO

SCHRÄG- DACH

Die richtige Hülle für mein Haus



ENERGIE TIROL – DIE UNABHÄNGIGE ENERGIEBERATUNG.
AUS ÜBERZEUGUNG FÜR SIE DA.

INHALTSVERZEICHNIS

VORBEMERKUNGEN	— 02
ALLGEMEINES	— 03
Varianten von Schrägdachdämmungen	— 04
PLANUNG UND SANIERUNGSKONZEPT	— 04
Gute Planung sorgt für hohe Qualität	— 05
Aufmerksamkeit bei der Ausführung	05-06
Schallschutz	— 07
Einbindung von Dachflächenfenstern	— 08
DÄMMUNG	— 09
Der U-Wert - Maß für den Wärmeschutz	09-10
Ökologie von Dämmstoffen	10-11
Dämmstoffe	12-14
DAMPFDIFFUSION, DAMPFKONVEKTION	— 15
Physikalische Vorgänge im Bauteil	— 15
Dampfbremse	15-16
ZWISCHENSPARRENDÄMMUNG	— 17
Aufbau der Konstruktion	17-18
Dämmmaterialien	— 18
Sonderfälle in der Sanierung	19-20
Beispielskizzen zu Dachanschlüssen	21-22
AUFSPARRENDÄMMUNG	— 23
Aufbau der Konstruktion	23-24
Dämmmaterialien	— 24
Ausführung	— 25
Beispielskizzen zu Dachanschlüssen	26-27
LITERATUR UND QUELLEN	— 28
CHECKLISTE SCHRÄGDACH	29-30



Energie Tirol hat eine Mission. Seit 1992 sind wir die unabhängige Beratungsstelle des Landes Tirol und kompetenter Ansprechpartner für alle Energiefragen. Wir bereiten Informationen über nachhaltige und moderne Energielösungen verständlich auf und erarbeiten praktische Umsetzungsmöglichkeiten.

VORBEMERKUNGEN

1) Beachten Sie unbedingt, welche baurechtlichen Vorgaben für Ihr Bau- oder Sanierungsvorhaben zum Tragen kommen. In Tirol ist das Baurecht über die Tiroler Bauordnung (TBV) [1] und die Technischen Bauvorschriften (TBV) [2] geregelt. Damit sind die Richtlinien des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB-Richtlinien 1 bis 6) verbindlich. Energieeinsparung und Wärmeschutz sind in der OIB-Richtlinie 6 [3] geregelt. Im Bereich Energie sind auszugsweise folgende Punkte relevant:

Bei allen bewilligungspflichtigen Neu-, Um- oder Zubauten und anzeigepflichtigen größeren Renovierungen sind Anforderungen an die Gesamtenergieeffizienz zu erfüllen (TBO § 21, TBV § 33).

Als größere Renovierung gilt, wenn mehr als 25 % der Gebäudehüllfläche renoviert werden, es sei denn, die Gesamtkosten der Renovierung der Gebäudehülle und der gebäudetechnischen Systeme betragen höchstens 25 % des Gebäudewertes, der Wert des Grundstücks, nicht miteingerechnet (TBO § 2 (27)).

Werden einzelne Bauteile der thermischen Gebäudehülle renoviert, sind diese bezüglich Wärmeschutz im Zuge eines Sanierungskonzeptes unter Einhaltung der Erfordernisse an die Gesamtenergieeffizienz (Nachweis über Energieausweis) auszuführen oder die U-Wert-Anforderungen sind um mindestens 18 % und ab 1.1.2021 um mindestens 24 % zu unterschreiten (OIB Richtlinie 6, Pkt. 4.5).

Unter bestimmten Bedingungen können die Abstandsbestimmung für Bestandsgebäude unberücksichtigt bleiben: bis zu 20 cm für die Anbringung eines Vollwärmeschutzes (TBO § 71 (7)), im Bereich der Dachflächen bis zu 30 cm (TBO § 71 (8)).

2) Die in dieser Publikation angegebenen Dämmstärken und U-Werte liefern eine gute Einschätzung zur Erreichung eines bestimmten wärmetechnischen Standards. Dies garantiert allerdings nicht die Einhaltung der gesetzlich vorgegebenen Grenzwerte für den Heizwärmebedarf und Endenergiebedarf. Dazu ist die Erstellung eines Energieausweises notwendig.

3) Energie Tirol gibt Empfehlungen zu Planung und Ausführung energieeffizienter Bau- und Sanierungsmaßnahmen. Eine Gewähr für die Ordnungsmäßigkeit und das Funktionieren der betreffenden Maßnahmen wird von Energie Tirol nicht übernommen. Die Planung und Umsetzung der Maßnahmen hat durch dazu befugte ProfessionistInnen zu erfolgen.

4) Alle angeführten Zeichnungen sind als Prinzipskizzen und nicht als Planungsdetails zu verstehen! Die Skizzen sollen dazu beitragen, Wärmebrücken in der Planungsphase zu entschärfen und die Luft- und Winddichtheit des Gebäudes zu verbessern. Die Haftung für Planung und Ausführung obliegt den am Bauvorhaben beteiligten ProfessionistInnen. Die Skizzen ersetzen keine statischen, bauphysikalischen oder brandschutztechnischen Nachweise.

ALLGEMEINES

Der Bauteil Dach ist sehr großen Beanspruchungen ausgesetzt. Das Dach hat die stärkste direkte Niederschlagsbelastung zu bewältigen und muss große Temperaturschwankungen ausgleichen. An der Außenseite des Daches sind die Temperaturen im Winter am niedrigsten, im Sommer hingegen am höchsten. Bis zu 40 °C Temperaturunterschied kann es zwischen innen und außen geben. Neben der Abdichtung gegen Feuchtigkeit kommt daher der Wärmedämmung eine große Rolle zu.

Tipp:

Sind die Innenflächen eines Raumes warm, so kann die Lufttemperatur um 1 – 2 °C abgesenkt werden, ohne dass zu spüren. Jedes Grad Temperaturabsenkung bedeutet eine Energieeinsparung von 4 - 6 %.

Die Dämmung von Dächern ist ein wichtiger Bestandteil in der gedämmten Gebäudehülle. 15-20 % der Wärmeverluste gehen über den Bauteil Dach verloren. Bei Schrägdächern sorgen hohe Dämmstärken auch für einen guten Schutz vor sommerlicher Überwärmung und tragen dazu bei Wohlfühlräume für die BewohnerInnen zu schaffen.

Voraussetzung für eine effiziente Wärmedämmung sind drei wesentliche Elemente:

- > ausreichende Dämmstärken
- > angepasste Materialien und Dämmsysteme
- > Qualität der Ausführung

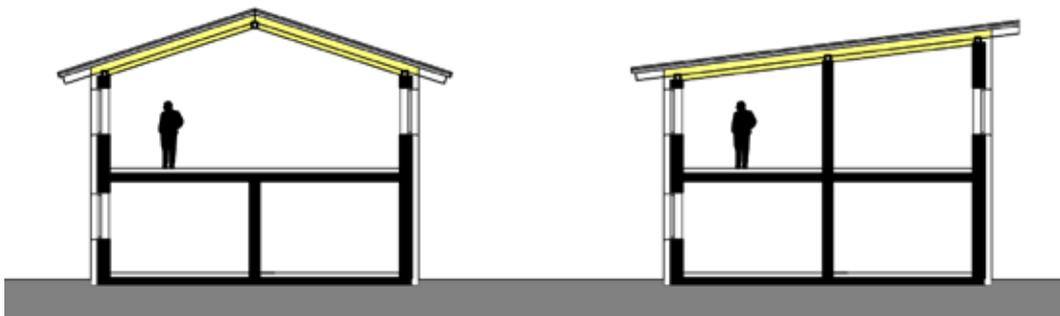


Abb.: Zu den Schrägdächern gehören Steildächer und flach geneigte Dächer, wie beispielsweise in dieser Abbildung in Form eines Satteldaches und eines Pultdaches dargestellt.

VARIANTEN VON SCHRÄGDACHDÄMMUNGEN

Für die Wärmedämmung von Schrägdächern (Neubau und Sanierung) bieten sich grundsätzlich verschiedene Ausführungsvarianten an. Ausschlaggebend für die Entscheidung sind mehrere Faktoren, wie die gewünschte Dachansicht von innen, Konstruktionshöhe und Grenzabstände, der Zustand der Dachhaut in der Sanierung, Dämmung von außen oder innen und nicht zuletzt die Kosten.

Folgende 3 Systeme kommen zum Einsatz:

1) Zwischensparrendämmung

Hier wird der Raum zwischen den Sparren mit Dämmung ausgefüllt und an der Innenseite eine Dampfbremse angebracht. Mangelt es aufgrund der Sparrenhöhe an Dämmstärke, muss eine zweite Dämmebene hergestellt werden.

2) Aufsparrendämmung

Bei diesem System wird die Dämmung über den Dachsparren angebracht. Es soll ein abgestimmtes System gewählt werden. Dieser Aufbau besteht aus Dämmplatten, Halterungen und Folien.

3) Kombidach

Ein Kombidach ist eine Kombination aus Zwischen- und Aufsparrendämmung. Es kommt zum Einsatz, wenn beispielsweise die Dämmung des Daches nur von außen verbessert werden soll und zwischen den Sparren bereits gedämmt wurde.

PLANUNG UND SANIERUNGSKONZEPT

Ein guter Dämmwert und eine energietechnisch nachhaltige Ausführung hängen neben der gewählten Dämmstoffdicke und dem Dämmmaterial vor allem von der Planungs- und Ausführungsqualität ab. Um die gewünschte Dämmwirkung zu erreichen und bauliche sowie bauphysikalische Mängel zu verhindern, muss besonders auf die Vermeidung von Wärmebrücken und auf die luft- und winddichte Ausführung geachtet werden.

Energieeffiziente Gebäude benötigen von der Planung bis zur Ausführung besonders große Sorgfalt. Speziell im Neubau können in der Planung optimale Lösungen entwickelt werden. Dies beginnt bereits in der Festlegung der Dachgeometrie. Wer hier einfache Formen ohne komplizierte Dachverschnidungen oder Übergängen zu Gauben bzw. Dachflächenfenstern wählt, hat bereits den Grundstein zu schadensfreien Konstruktionen gelegt.

Für sehr viele Anschlüsse werden in verschiedenen Bauteilkatalogen bewährte Detaillösungen aufgezeigt, auf die der Architekt bzw. Planer zurückgreifen kann.

Achtung:

In der Sanierung und beim Neubau braucht es für dauerhafte Lösungen geplante Details. Ein Einreichplan als Grundlage für die Ausführung ist nicht ausreichend.



GUTE PLANUNG SORGT FÜR HOHE QUALITÄT

Eine gute Planung rechnet sich auf alle Fälle. Die Kosten für Baumaßnahmen können nur in der Planung entscheidend beeinflusst werden. Detailplanung, Ausschreibung, Vergabe und Terminplanung sind wichtige Werkzeuge für hohe Qualität.

Im Zuge eines Bauprojektes können ArchitektInnen oder PlanerInnen auch für die richtige Einbeziehung von FachplanerInnen, z.B. für Bauphysik oder Statik sorgen und die Koordination zwischen den einzelnen Beteiligten am Bau übernehmen.

So ist bei der Dämmung eines Schrägdachs speziell auf angrenzende Bauteile und Gewerke, wie Bauspengler (Dachrinnen, Anschlussbleche, Abdichtung von durchdringenden Bauteilen) oder Solarinstallateur acht zu geben. Die Maßnahmen sind dementsprechend aufeinander abzustimmen.

Fehlt beispielsweise bei einer eingebauten Zwischensparrendämmung noch die Dampfbremse, sollen auf keinen Fall Estrich oder Putz eingebracht werden. Durch das Anmachwasser werden große Mengen Feuchtigkeit eingetragen.

Unabhängig davon, ob saniert oder neu gebaut wird, ist ein auf das geplante Dämmsystem abgestimmtes Luftdichtheitskonzept zu erarbeiten. Unabhängig davon, ob saniert oder neu gebaut wird, sind auf das geplante Dämmsystem abgestimmte Details zu erarbeiten.

AUFMERKSAMKEIT BEI DER AUSFÜHRUNG

In der Sanierung müssen immer individuelle Lösungen gefunden werden. Jede einzelne Sanierungsmaßnahme sollte unbedingt im Zuge eines ganzheitlichen Sanierungskonzeptes betrachtet werden. Jede Situation und jedes einzelne Bauvorhaben erfordert eine individuelle Betrachtung und Lösungsfindung. Nur so lassen sich improvisierte „Baustellenlösungen“ vermeiden.

Wird ein unbewohnter Dachraum nachträglich ausgebaut und somit gedämmt, muss besonderes Augenmerk auf die statischen und brandschutztechnischen Erfordernisse gelegt werden. Diese Aspekte sind von Fachleuten zu überprüfen.

Eignung des vorhandenen Dachstuhls

Im Zuge einer genauen Bauwerksdiagnose muss sichergestellt werden, dass der Dachstuhl in seiner Grundstruktur nicht beschädigt ist (z.B. durchgefaltete Sparren aufgrund von undichter Dachhaut) und die Konstruktion die statischen Erfordernisse (z.B. neue Lasteinträge durch PV-Anlage) erfüllt. Beim Dachbodenausbau ist die Grundstruktur des Gebäudes nach EUROCODE 8 (regelt einheitlich die Vorgaben für Bauten in Sachen Erdbebensicherheit) genau zu prüfen.

Tipp:

Umfangreiche Informationen zu Bauteilaufbauten, Baustoffen und Bauprodukten sowie Tools zur Planung und Umsetzung energieeffizienter und ökologischer Gebäuden finden sich auf der OnlinePlattform www.baubook.at



Abb.: Anschlüsse, wie hier von einem Pultdach an die Fassade müssen exakt geplant werden.

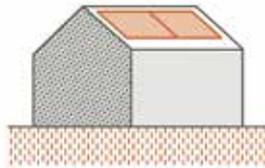
Bestehende Bauteilschichten

Bestehende Dachschichten (z.B. nicht verklebte Folien, Bitumenbahnen auf Schalungen, Zwischensparrendämmungen) sind im Detail aufzunehmen und bauphysikalisch einwandfrei in den neuen Dachaufbau zu integrieren. Zentraler Punkt dabei ist die Beurteilung vorhandener Mängel. Feuchteschäden, lückenhafte oder durch Marder oder andere Tiere beschädigte Dämmungen sind nur einige mögliche Schadensbilder.

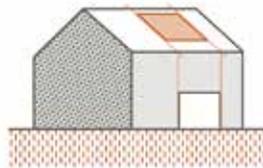
Solare Nutzung der Dachfläche

Wird die Installation einer Photovoltaikanlage oder einer thermischen Solaranlage auf dem Hausdach angedacht, ist neben der technischen Auslegung der Anlage, die optische Gestaltung frühzeitig zu planen. Größe, Ausrichtung, Neigung und Anordnung der Kollektorfelder sind Faktoren, welche sich auf das künftige Aussehen eines Gebäudes auswirken. Entscheidend ist, ob sich die Solaranlage harmonisch in das Gebäude integriert oder wie zufällig abgestellt und störend wirkt.

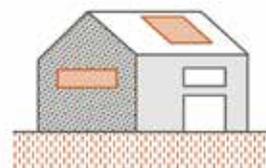
Bei Gebäuden in Schutzzonen oder denkmalgeschützten Häusern gelten besondere Vorschriften und es bedarf einer Überprüfung und Genehmigung durch die zuständigen Behörden.



Ein zusammenhängendes Kollektorfeld fügt sich in den Gesamteindruck des Bauteils ein.



Die Solaranlage bedeckt einen klar definierten Anteil des Bauteils.



Die Solaranlage nimmt die bestehenden Dach- und Fassadenflächen des Hauses auf.

Checkliste für die Gestaltung von Solaranlagen auf Dächern

- > Anpassung von Proportion und Ausmaß der solaren Anlagen an vorhandene Gegebenheiten
- > Anbringung auf dem Schrägdach dachintegriert oder dachparallel
- > Aufstellung bei Nebengebäuden bevorzugen
- > Möglichst einfache geometrische Formen auswählen (beispielsweise Rechtecke, Bänder)
- > Einzelne Elemente, wie beispielsweise Solarpaneele oder Dachflächenfenster, gesamthaft betrachten
- > Auf Detailausbildungen achten: Einbau, Farbe und Anschlüsse

Anschlüsse

Im Bestand gibt es bei der Dämmung der Dachschrägen regelmäßig Anschlüsse, die ohne ein ausführliches bautechnisches Konzept leicht zu übersehen sind. Im Bereich des Daches sind das z.B. der Kaminanschluss, Entlüftungsröhre oder Brandschutzwände. Für die Anschlüsse des Daches an diese Bauteile braucht es vorab geplante Lösungen.

SCHALLSCHUTZ

Unter der landläufigen Bezeichnung „Lärm“ versteht man jeglichen störenden Schall. Lärmstörungen sind subjektiv und hängen von unterschiedlichen Wahrnehmungen und Faktoren ab. Dazu zählen neben der Höhe des Schallpegels, auch der Charakter des Geräusches (unerwartetes Geräusch) oder die Tätigkeit zum Zeitpunkt der Lärmeinwirkung (beim Schlafen oder geistiger Arbeit).

Herausforderung im Dachbereich

Beim Dach sind neben Luftschallquellen, wie z.B. Straßen- und Fluglärm, auch Körperschallquellen, z.B. Niederschläge, zu beachten.

Speziell bei **Aufsparrendämmungen** ist der Schallschutz eine große Herausforderung. Dämmstoffe wie EPS oder PUR, die häufig Verwendung finden, weisen eine sehr geringe Rohdichte und eine hohe Steifigkeit auf. Diese Baustoffe vereinen aus Sicht des Schallschutzes also zwei negative Eigenschaften: Sie sind leicht und steif und leiten Schwingungen weiter.



Abb.: Schallschutz ist im Dachbereich von großer Bedeutung

Was ist Körperschall?

Schall, der durch Anregung fester Körper entsteht. Im Bauwesen ist die häufigste Form des Körperschalls der Trittschall.

Was ist Luftschall?

Luftschall bezeichnet die Ausbreitung von Schallwellen in der Luft, z.B. durch Sprache, Straßen- oder Fluglärm.

Beim Produkt selbst kann der Nachteil der Steifigkeit durch elastifizierte Dämmplatten kompensiert werden. Als weitere Schallschutzmaßnahme kann zusätzlich eine Lage (etwa 2 - 4 cm) eines Faserdämmstoffes oder eine Faserplatte eingebracht werden. Dadurch kann der Bauteil Schall reflektieren und leitet Schwingungen schwerer weiter.

Weiche Faserdämmstoffe wie z. B. Glaswolle, Holzfasern, Flachs, Hanf und Zellulose, wie sie bei Zwischensparrendämmungen verwendet werden, weisen eine hohe Rohdichte auf und zeichnen sich durch gute schalldämmende Eigenschaften aus.

Folgende Punkte sind zur Umsetzung des baulichen Schallschutzes unter anderem zu beachten:

- > Vermeidung von Undichtigkeiten durch Fugen (z.B. im Anschlussbereich Dach-Außenwand)
- > aufeinander abgestimmte Materialien verwenden
- > feste Unterdächer, z.B. aus Faserplatten, erhöhen den Schallschutz
- > Hinterlüftungsebene wirkt sich positiv auf Schallschutz aus

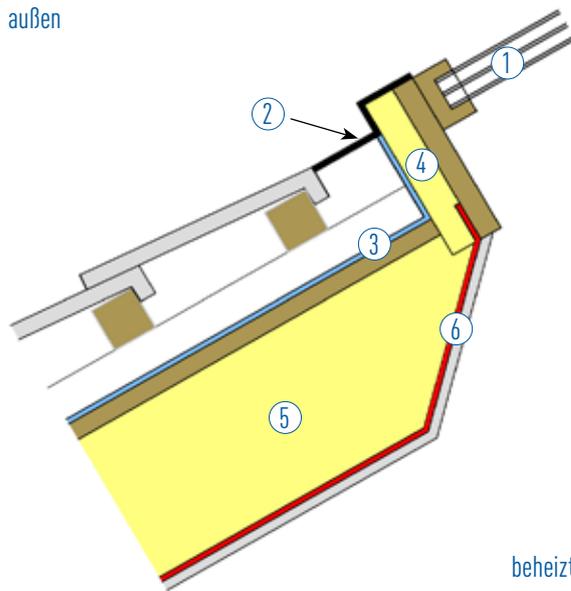
EINBINDUNG VON DACHFLÄCHENFENSTERN

Dachflächenfenster müssen so eingebaut werden, dass die Dachdeckung, als primäre wasserführende Ebene, immer unterhalb der Fenster liegt. Ansonsten könnte es zu einem erhöhten Wassereintrag in die Dachkonstruktion kommen. Das Fenster liegt daher außerhalb der wärmedämmenden Ebene.

Um die Wärmebrücken in diesem Übergang von der Dachdämmung zum Fensterrahmen zu vermindern, ist ein gedämmter Einbaurahmen zu verwenden.

Am einfachsten ist es, vorgefertigte Dämmrahmen zu verwenden. Ist der Einbaurahmen unge-dämmt, sollte dieser zusätzlich mit mindestens 5 cm druckfestem und formstabilem Dämmstoff (z.B. XPS) von außen eingepackt werden.

außen



- 1 Dachflächenfenster mit Einbaurahmen
- 2 Anbindung wasserführende Ebene Dachflächenfenster zur Dacheindeckung
- 3 Einbindung Unterdach
- 4 Dämmung Einbaurahmen
- 5 Dämmung Dachschräge
- 6 Einbindung luftdichte Ebene

beheizt

Der luft- und winddichte Anschluss der Dachflächenfenster ist ebenso von großer Bedeutung. Bei nachträglichem Einbau von Dachflächenfenstern sind bestehende Bauteilschichten soweit zu entfernen, dass ein fachgerechter Übergang der Abdichtungsschichten (z.B. Dampfbremse, Unterdach) hergestellt werden kann.

DÄMMUNG

DER U-WERT - MASS FÜR DEN WÄRMESCHUTZ

Der U-Wert ist eine Kennzahl, die Auskunft über den Wärmeschutz eines Bauteils gibt. Er beschreibt, wie viel Wärme durch einen Bauteil verloren geht. Ein hoher U-Wert bedeutet hohe Wärmeverluste. Umgekehrt bedeutet ein niedriger U-Wert geringe Wärmeverluste. Das heißt, je niedriger der U-Wert, desto besser die Wärmedämmung.

Auch im Sommer wirkt sich der kleine U-Wert positiv aus. Die Wärme kann nicht so schnell in das Gebäudeinnere eindringen. Die Kennzahl ermöglicht einen Vergleich des Dämmstandards einzelner Bauteile. Die Einheit des U-Wertes ist W/m^2K . Ein doppelt so hoher U-Wert bedeutet doppelte Wärmeverluste.

Mit der Dämmung der Gebäudehülle wird in der Regel der Energieverbrauch für die nächsten 20 bis 30 Jahre festgelegt. Erfahrungen zeigen, dass die gesetzlichen Mindestdämmstärken bzw. bisher üblichen Dämmstärken, sowohl energietechnisch, als auch ökonomisch betrachtet, zu gering sind.

Dämmstoffdicke und Zielwert

Langfristig sinnvolle Dämmstoffdicken beginnen bei einer Zwischensparrendämmung ab etwa 30 cm. Damit können U-Werte zwischen 0,11 und 0,14 W/m^2K erreicht werden. Besonders energieeffiziente Gebäude (Niedrigstenergiegebäude, Passiv- und Aktivhäuser) benötigen Dämmstoffdicken bis zu 44 cm. Speziell in der Sanierung gestalten sich diese Dicken aus verschiedenen Gründen (z.B. Bauhöhe und Grenzabstand) nicht immer machbar. Kompromissbereitschaft ist daher gefragt. Aufsparrendämmungen benötigen auf Grund der durchgehend verlaufenden Dämmung weniger Dämmstärke. Je nach verwendetem Material beginnen sinnvolle Dämmstoffdicken ab 16 bis 22 cm.

VERGLEICH UNTERSCHIEDLICHER U-WERTE BEIM DACH			
hervorragend	sehr gut	Anforderung Wohnhaussanierung	OIB RL6
$\leq 0,11$	$\leq 0,14$	$\leq 0,15$	$\leq 0,20$

Hinweis:

Umfangreiche Infos zur U-Wert Berechnung, gängige Aufbauten von Bauteilen in Tirol und erforderlicher Dämmstärken finden sich in der Detailinfo „Bauteile & U-Werte“



Wärmeleitfähigkeit, Lamda-Wert (λ)

Der Lambda-Wert (Einheit: W/mK) gibt die Wärmeleitfähigkeit eines Materials an. Um den U-Wert eines Bauteiles berechnen zu können, wird der Wärmeleitwert sämtlicher verwendeter Materialien benötigt. Je kleiner der Lambda-Wert ist, umso schlechter leitet ein Stoff die Wärme und umso besser sind seine Wärmedämmeigenschaften. Als Dämmstoff werden Baustoffe bezeichnet, die eine Wärmeleitfähigkeit $\leq 0,1 W/mK$ aufweisen. Ein schlechter Lambda-Wert kann durch höhere Dämmstärken ausgeglichen werden.

ÖKOLOGIE VON DÄMMSTOFFEN

Der richtigen Auswahl von Baustoffen kommt eine zentrale Rolle beim Bauen und Sanieren zu. Baustoffe haben einen entscheidenden Einfluss auf die Qualität des Wohnklimas sowie die Umwelt- und Gesundheitsfaktoren eines Gebäudes.

Um möglichst Ressourcen schonend zu bauen, ist es wichtig, dass Baustoffe ohne großen Energieaufwand hergestellt werden. Die Rohstoffe für die Produktion sollten nach Möglichkeit nachwachsend und der Baustoff nach dem Abriss eines Gebäudes leicht wiederverwertbar sein.

Ökologische Bewertung

Umweltbelastungen einzelner Baustoffe können mittels Ökobilanzen festgehalten werden. Dabei werden Auswirkungen auf die Umwelt, welche von der Rohstoffgewinnung über die Herstellung bis zur Entsorgung bzw. Wiederverwendung reichen, abgebildet.

Ein gutes Instrument zur ökologischen Bewertung von einzelnen Gebäuden und Bauteilen stellt der Ökoindex dar. Der Ökoindex für ein Gebäude ist umso niedriger, je mehr erneuerbare Energie eingesetzt wird und je weniger Treibhausgase und andere Emissionen bei der Produktion der Baustoffe und bei erforderlichen Sanierungs- und Instandhaltungsmaßnahmen anfallen.

Da ein Bauteil aus unterschiedlichen Bau- bzw. Werkstoffen zusammengesetzt wird, ist die Art und Weise der Wiederverwendbarkeit des gesamten Bauteils entscheidend.

Nur nicht bzw. wenig verschmutzte, sortenreine Teile der Dämmung können, je nach Material, unterschiedlich wiederverwendet werden. Bei der Zwischensparrendämmung beispielsweise liegt der Dämmstoff lose bzw. geklemmt zwischen den Sparren und kann relativ einfach rückgebaut und wiederverwertet werden.

Tipp:

Ausführliche Information zu Dämmstoffen finden Sie in der Broschüre „Dämmstoffe richtig eingesetzt“. Fordern Sie diese Broschüre kostenfrei bei Energie Tirol an.



Lebenszyklus von Baustoffen und Gebäuden

Bei der Betrachtung über den Lebenszyklus eines Baustoffes, eines Bauteils oder Gebäudes werden die Aufwendungen (ökologisch und wirtschaftlich) über die gesamte Lebensdauer betrachtet. Das heißt von der Herstellung, Verwendung bis zur Entsorgung, sprich dem Lebensende. Ein ökologisches Hauptziel ist es Ressourcen zu schonen. Produkte nicht entsorgen zu müssen, sondern wieder oder weiter zu verwenden, ist notwendig, um die Schöpfung neuer Ressourcen so gering wie möglich zu halten. Ideal wäre, Baustoffe, die nicht mehr benötigt werden wiederzuverwenden, um einen Kreislauf der Ressourcennutzung zu bilden.



Abb.: Zur ökologischen Beurteilung eines Baustoffes ist es wichtig den gesamten Kreislauf von der Rohstoffgewinnung über die Herstellung bis zur Wiederverwendung bzw. Entsorgung zu berücksichtigen.

Bei Abbruch und Umbau werden derzeit die Baumaterialien hauptsächlich zur Deponie oder zur thermischen Verwertung gebracht. Grund sind die chemischen Zusatzstoffe und Kunststoffe, die sich in den Baustoffen befinden sowie die Materialverbindungen bzw. Konstruktionsweisen. Verbundkonstruktionen verhindern eine sortenreine Trennung der Baumaterialien. Aus diesen Gründen ist ein Recyceln meist nur unter hohem energetischen und wirtschaftlichen Aufwand möglich. Intakte Bauprodukte können ohne weiteres wiederverwendet werden.

Was ist der Ökoindex?

Der Ökoindex beschreibt die ökologische Qualität eines Gebäudes. Er wird aus dem Anteil an nicht erneuerbarer Primärenergie (PEI n.e.), der globalen Erwärmung durch Treibgase (GWP) und aus dem Säurebildungspotenzial AP (Acidification Potential) der Baustoffe gebildet. Diese werden je mit einem Drittel gewichtet.

Weitere Infos unter: www.baubook.at/oekoindex/

DÄMMSTOFFE

Die Entscheidung für die Wahl eines bestimmten Dämmstoffes kann von verschiedenen Faktoren bestimmt werden. Neben technischen Eigenschaften wie der Dämmwirkung oder dem Dampfdiffusionsverhalten sind die Einbausituation (einblasen, auf die bestehende Decke auflegen, zwischen Deckenbalken klemmen), Kosten eines Materials sowie die Rohstoffe zur Herstellung eines Dämmstoffes wichtige Auswahlkriterien

Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen

DÄMMSTOFF	WÄRMELEITFÄHIGKEIT (λ -WERT)
Flachmatte	0,040 W/mK
Hanffaserplatte	0,040 W/mK
Holzfaserplatte	0,040 - 0,045 W/mK
Schafwolle	0,036 - 0,045 W/mK
Zelluloseflocken	0,039 - 0,040 W/mK
Stroh	0,049 - 0,051 W/mK
Holzwolle	0,07-0,14 W/mK

Flachs & Hanf

Die Stängel der Flachs- und Hanfpflanzen werden nach der Ernte gebrochen, gewalzt oder gefilzt und zu Dämmmatten weiterverarbeitet. Für die Stabilität und Bindung sind sogenannte Stützfasern aus Polyester (auch biologisch abbaubare) oder Speisestärke zuständig. Als Brandschutzmittel werden u. a. Borsalze oder Ammoniumsalze verwendet. Beide Pflanzen sind auf Grund ihrer natürlichen Bitterstoffe resistent gegen Schädlingsbefall und widerstandsfähig gegen Fäulnis oder Schimmelbefall. Hanf- und Flachsfasern können Feuchtigkeit problemlos aufnehmen. Vor allem die Hanffaser ist äußerst feuchtigkeitsbeständig. Sie kann bis zu einem Drittel ihres Eigengewichts an Feuchtigkeit speichern und ohne wärmetechnische Verluste wieder abtrocknen. Beide Pflanzen sind heimische Rohstoffe.

Info:

Borsalze sind unter den „Besorgnis erregenden Substanzen – SVHC's“ gelistet, die Verwendung ist jedoch nicht verboten. Versuche an Mäusen haben gesundheitliche Beeinträchtigungen der Tiere aufgezeigt. Diese sind jedoch am Menschen nicht bestätigt.

Holzfaser

Holzfaserdämmplatten werden entweder im Trockenverfahren oder im Nassverfahren hergestellt. Das Nassverfahren ist ein sehr energieaufwändiger Herstellungsprozess. Durch das Verfahren werden keine Bindemittel benötigt, da das holzeigene Bindemittel (Lignin) genutzt werden kann. Das Trockenverfahren benötigt um einiges weniger an Herstellungsenergie. Zur Bindung der Holfasern wird jedoch ein synthetisches Bindemittel aus PUR Harzen benötigt. Eine Hydrophobierung der Platten aus beiden Herstellungsverfahren wird entweder mit Bitumen, Wachsen oder Naturharzen erreicht. Holzfaserdämmplatten haben eine hohe Wärmespeicherfähigkeit, einen guten Schallschutz und ermöglichen eine diffusionsoffene Bauweise. Es ist eine schadlose Feuchteaufnahme möglich, ohne dass der Dämmstoff an Dämmwirkung verliert. Die Holzfasern werden aus Restmaterialien der Holzindustrie hergestellt. Die Dämmprodukte werden im europäischen Ausland hergestellt und nach Österreich importiert.

Achtung:

Strohkonstruktionen sollten vor Feuchtigkeit geschützt und diffusionsoffene Putze verwendet werden. Lehm- oder Kalkputze wären daher zu empfehlen.

Zellulose

Zeitungspapier wird zerfasert und zum Schutz vor Ungeziefer und gegen Brand mit einer Borsalzmischung vermengt. Als Fungizid kommen meist Rindenharz oder auch Ammoniumsalze zum Einsatz. Als Stützfaser und Bindemittel werden Kunststoffe, Jutefasern oder Stärke verwendet. Zelluloseflocken sind dampfdiffusionsfähig, feuchtigkeitsausgleichend und gut schalldämmend. Die Herstellung der Zelluloseflocken erfolgt unter anderem in Österreich und im europäischen Ausland.

Stroh

Das Stroh, als Nebenprodukt aus der Landwirtschaft, wird zu „Ballen-Ziegeln“ gepresst. Dabei ist auf den Feuchtegehalt (max. 15 %) zu achten. Es sollte möglichst wenig Fremdmaterial eingearbeitet und die Halme sollten gleichmäßig mit einer hohen Pressdichte geformt werden. Wird dies beachtet, ist dem Brand- und Schallschutz sowie dem Schädlingsbefall vorgebeugt und es werden keine weiteren Zusatzstoffe benötigt. Die Ballen-Ziegel können als reiner Dämmstoff, bei entsprechender Dimensionierung aber auch als lastabtragende Elemente fungieren. Stroh ist ein regional verfügbarer, nachwachsender Rohstoff und stellt ein Nebenprodukt der landwirtschaftlichen Produktion dar.

Dämmstoffe aus mineralischen Rohstoffen

DÄMMSTOFF	WÄRMELEITFÄHIGKEIT (λ -WERT)
Mineralwolleplatte	0,036 – 0,040 W/mK

Mineralwolle

Aus geschmolzenem Gestein, Sand bzw. Altglas werden die künstlichen Mineralfasern (KMF) zu Dämmmatten verarbeitet. Für die Formstabilität und Bindung werden organische Zusatzstoffe wie Kunstharze oder Mineralöle verwendet. Mineralwolle hat gute wärme- und schalldämmende Eigenschaften. Die Wärmeleitfähigkeit steigt bei geringer Durchfeuchtung stark an, deshalb muss das Material besonders gut vor Feuchte geschützt werden. Mineralwolleplatten sind schwer entflammbar und gegen Schädlinge ohne chemische Zusätze resistent. Der Energieaufwand zur Herstellung ist sehr hoch. Mineralwolle wird derzeit ausschließlich in Europa produziert und nach Österreich importiert.

Dämmstoffe aus synthetischen Rohstoffen

DÄMMSTOFF	WÄRMELEITFÄHIGKEIT (λ -WERT)
EPS-weiss	0,040 W/mK
EPS-grau	0,031 W/mK
XPS	0,035 - 0,042 W/mK
PUR	0,022 - 0,068 W/mK

EPS (expandiertes Polystyrol)

EPS wird aus geschäumtem Polystyrolgranulat hergestellt. Polystyrol ist ein thermoplastischer Kunststoff aus der Petrochemie (auf Basis von Erdöl oder Erdgas). Das Treibmittel für das Aufschäumen ist Pentan. Als Flammschutzmittel kommt nach dem Verbot von Hexabromcyclododecan (HBCD) ein polymerer Stoff, das pFr, zum Einsatz. Durch die Einstreuung von Grafitstaub (graue EPS) wird unter anderem eine bessere Dämmwirkung erzielt. EPS hat eine geringe Wärmeleitfähigkeit und einen hohen Dampfdiffusionswiderstand. Es eignet sich somit nicht für diffusionsoffen Konstruktionen. Im Brandfall kann sich starker Qualm entwickeln. Aus diesem Grund gelten im mehrgeschossigen Wohnungsbau gesonderte Brandschutzregeln. EPS Hersteller sind in Österreich und europaweit angesiedelt.

PUR Hartschaumplatte (Polyurethan)

PUR ist ein synthetischer, aufgeschäumter Kunststoff, der aus der Petrochemie (auf Erdölbasis) stammt. Ein naher Verwandter des PUR Materials ist die PIR Dämmung. Sie unterscheidet sich im Wesentlichen durch die schwerere Brennbarkeit. Meist sind die Dämmplatten mit einer Aluminiumfolie oder einem Vlies kaschiert. Durch die geschlossenzellige Struktur der Schaumstoffe haben sie eine sehr hohe Dämmleistung. Die Schallschutzeigenschaften sind wegen der hohen dynamischen Steifigkeit eher schlecht. PUR/PIR sind wasserdampfdiffusionsdicht und somit nicht feuchteregulierend. Die Herstellung ist sehr komplex und energieaufwändig. PUR /PIR Produkte werden in Österreich und Deutschland hergestellt.

DAMPFDIFFUSION UND -KONVEKTION

Wasserdampf ist ein unsichtbares Gas, das bei der Verdunstung von Wasser bei jeder Temperatur entsteht. Der Mensch atmet pro Tag ca. 1 bis 2 Liter Wasser in Form von Wasserdampf aus. Durch Waschen, Duschen etc. werden in einem Vier-Personen-Haushalt pro Tag weitere 2 bis 3 Liter Wasser freigesetzt. Die Luft kann je nach Temperatur nur eine bestimmte Menge Feuchtigkeit aufnehmen, warme Luft mehr als kalte.

PHYSIKALISCHE VORGÄNGE IM BAUTEIL

Dampfdiffusion

Darunter wird der Durchgang von Wasserdampf durch ein Bauteil von der wärmeren zur kälteren Seite verstanden. Durch den fachgerechten Einbau einer Dampfbremse und einer entsprechenden Dämmschicht wird der Bauteil vor möglicher Durchfeuchtung geschützt. Der Taupunkt kann definiert und die anfallende Tauwassermenge berechnet bzw. verhindert werden.

Dampfkonvektion

Luftströmung tritt bereits bei geringer Druckdifferenz über Undichtigkeiten in der Gebäudehülle in den Konstruktionsquerschnitt ein. Sobald die eingedrungene Raumluft unter ihre jeweilige Taupunkttemperatur abkühlt, kommt es zu Tauwasseranfall. Es bilden sich Wassertröpfchen in Form von Kondensat. Wo, wann und wie viel ist schwer kalkulierbar, d.h. Dampfkonvektion ist nicht berechenbar! Sicher ist aber, dass die größte Druckdifferenz am höchsten Punkt des Hauses besteht, also beim Dach bzw. der obersten Geschossdecke.

DAMPFBREMSE

Die wichtigste Aufgabe der Dampfbremse ist der Schutz der Konstruktion vor Dampfdiffusion und Dampfkonvektion. Um Materialien bezüglich ihrer Dampfdichtheit zu bewerten, wird der sd-Wert herangezogen, der in Metern angegeben wird. Je kleiner der Wert, umso durchlässiger ist ein Material, je größer, umso dichter.

Um den Dachstuhl und die Dämmung vor Durchfeuchtung zu schützen, sollen die Schichten des Dachaufbaus von innen nach außen diffusionsoffener werden: innen liegen die dichtesten (Dampfbremse), außen die dampfdurchlässigsten (diffusionsoffene Unterdachbahn statt dichte Bitumenbahn oder Dachfolie) Bauteilschichten. So kann gewährleistet werden, dass eingedrungene Feuchtigkeit nach außen abtransportiert wird. In der Praxis zeigt sich oft der umgekehrte Fall: die äußerste Schicht ist eine sehr dichte Bitumenbahn. Bei Dachsanierungen sollte diese daher entfernt werden. Ist dies nicht möglich oder gewollt, ist immer die Durchführung einer **Dampfdiffusionsberechnung** nach **ÖNORM B 8110-2** [5] zu empfehlen.

Die Dampfbremse bildet auch den luftdichten Abschluss zur Raumseite hin und verhindert bei fachgerechter, fehlerloser Anbringung ein direktes Eindringen der Raumluft in die Dachkonstruktion

Wann ist eine Dampfdiffusionsberechnung notwendig?

Eine Dampfdiffusionsberechnung ist beim Kombidach (Zwischensparren- und Aufsparrendämmung) und bei bestehenden dampfdichten Schichten im Außenbereich (z.B. bestehende Bitumendachbahnen) unbedingt erforderlich. Sind keine spezifischen Produktkenndaten vorhanden, so sind Richtwerte aus der Online-Datenbank www.baubook.info zu entnehmen.

(Dampfkongvektion) und somit Kondensat. Hier besteht das größte Schadensrisiko. Zur Überprüfung der Luftdichtheit der Gebäudehülle empfiehlt sich das Differenzdruckverfahren, umgangssprachlich als Blower-Door-Test bezeichnet.

Materialien

Als Dampfbremsen eignen sich Kunststoff- oder Alu-Folien, faserverstärkte Papiere und stoßverklebte OSB-Platten (grobfasrige Spanplatten).

Montage

Die Dampfbremse wird in horizontalen oder vertikalen Bahnen auf die Holzkonstruktion aufge-



Abb.: OSB Platte als Dampfbremse



Abb.:faserverstärkte Papier-Dampfbremse

Info:

Aus ökologischen Gründen sollte auf PVC-haltige Produkte verzichtet werden, da deren Erzeugung die Umwelt stark belastet.



Abb.:Dampfbremse



Abb.:Klebebänder zum Abdichten von Stößen und Anschlüssen

Tipp:

Achten Sie auf der Baustelle darauf, dass tatsächlich die vereinbarte Dampfbremsfolie verwendet wird. Sie können diese leicht erkennen: Fast alle Folien sind mit dem Marken- und Produktnamen sowie dem sd-Wert bedruckt!

bracht. Überlappungen und Stöße werden mit Klebeband oder Kleberwülsten (Dichtmasse, Kleber, etc.) verklebt. Für die fachgerechte und luftdichte Ausführung aller Details müssen speziell auf die Bahnen abgestimmte Systemkomponenten verwendet werden. Das Antackern alleine reicht nicht! Der Anschluss an das Mauerwerk, bzw. an den Innenputz erfolgt entweder durch Ankleben mit Latten und Kleber oder mit einem Klebeband, welches eingeputzt wird. Durchdringungen der Bahnen sind entsprechend abzudichten. Kritische Bereiche sind Dachflächenfenster, Elektroleitungen, der Anschluss zum Kamin, die Verbindung zwischen Dach und Außenwand sowie der First.

Feuchtevariable Dampfbremse mit variablem sd-Wert

Diese Folien passen ihre Wasserdampfdurchlässigkeit den Bedingungen der Umgebung an und ihre Wirkung variiert zwischen diffusionsoffen bei hoher Luftfeuchte (im Sommer) und dampfbremsend bei geringer Umgebungsfeuchte (im Winter). Im Winter bremsen die geschlossenen Poren das Eindringen von Tauwasser aus den Wohnräumen (Funktion als Dampfbremse). Nur so viel Feuchtigkeit dringt ein, wie auch wieder an die äußere Umgebung abgegeben werden kann. Im Sommer öffnen sich die Poren durch Wärmeeinwirkung und die Folie wird durchlässiger, die Konstruktion kann nach innen austrocknen. Der Vorteil liegt im hohen Austrocknungspotenzial. Konstruktionen können mit variablen Dampfbremsen luftdicht und diffusionsoffen zugleich ausgebildet werden. Sie gewährleisten einen geringen Kondensatanfall bei gleichzeitig sehr hoher Austrocknungskapazität sowie eine große Sicherheit bei außerplanmäßigem, übermäßigem Feuchteeintrag.

ZWISCHENSparRENDÄMMUNG

Die am häufigsten verwendete Form der Dachdämmung im geneigten Dach ist die Zwischensparrendämmung. Eine andere Bezeichnung dafür ist die Vollsparrendämmung.

AUFBAU DER KONSTRUKTION

Bei der Zwischensparrendämmung wird der Raum zwischen den Sparren vollständig mit Dämmung ausgefüllt. Bestehende Dachstühle (bis in die 1980er Jahre) weisen meist nur eine Sparrenhöhe zwischen 12 und 16 cm auf. In der Sanierung kann durch eine zusätzliche Lattung quer zu den Sparren eine weitere Dämmebene geschaffen werden. Raumseitig schließt die Dampfbremse an, die das Eindringen von Feuchtigkeit aus der Raumluft in die Dämmebene auf das zulässige Maß reduziert. Den inneren Abschluss bildet eine gedämmte Installationsebene, in der Elektroleitungen und andere Installationen untergebracht werden können. Sie ermöglicht auch, die Unterkonstruktion für die Innenverkleidung exakt auszurichten.

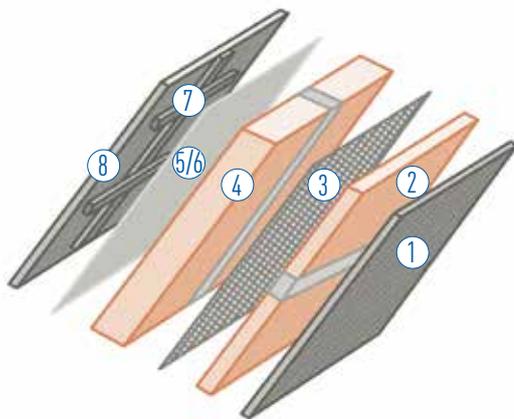
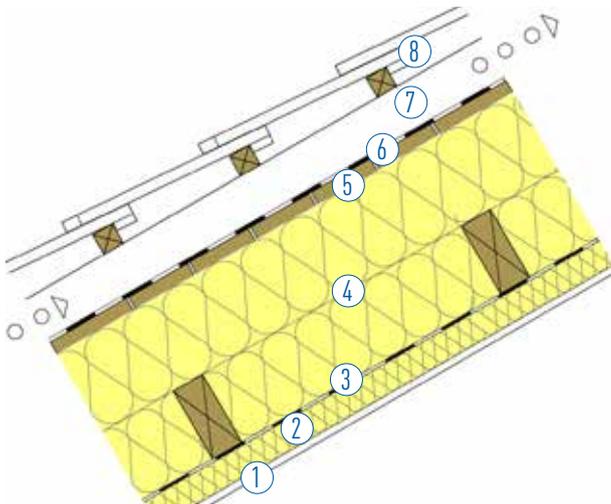


Abb.: Schema Zwischensparrendämmung

Aufbau von innen nach außen

- 1 Verkleidung innen:
Gipskarton-, Gipsfaser- oder Putzträgerplatten (z.B. Holzwolleleichtbauplatten), Holzschalungen
- 2 Installationsebene:
Dämmung zwischen Lattung als Schutz der Dampfbremse und Platz zum Verlegen von Leitungen.
- 3 Dampfbremse:
Folien, Papier oder Platten; darf nicht mehr als ein Viertel in die Dämmebene gerückt werden (gilt für Dämmstärken von etwa 30 cm).
- 4 Zwischensparrendämmung:
Klemmfilze, Klemmplatten oder Einblasdämmstoffe; mitunter zusätzliche Lattung quer zum Sparren
- 5 Dachschalung
- 6 Unterdach:
regensichere, diffusionsoffene Unterdachbahn
- 7 Hinterlüftungsebene / Lattung:
zum Abtransport von Feuchtigkeit
- 8 Dacheindeckung:
z.B. Tondachziegel, Betondachsteine, Faserzementplatten, Bitumendachschindeln, Metalldeckungen; die Dacheindeckung bildet den äußeren Abschluss und ist die wasserführende Schicht des Dachaufbaues.

Unterdach

Bei einer Neueindeckung des Daches ist ein Unterdach notwendig, um eindringende Feuchtigkeit in das Bauteilinnere zu verhindern. Selbst bei fachgerechter Ausführung der Dacheindeckung ist eine vollständige Dichteheit gegenüber eindringendem Niederschlagswasser oder Schnee nicht gegeben. Daher ist eine wasserführende und winddichte Schicht oberhalb der Dämmung herzustellen. Diese Schicht hat gleichzeitig diffusionsoffen zu sein. Dadurch wird gewährleistet, dass vorübergehende Feuchte in der Wärmedämmung durch das Unterdach nach außen abgeführt werden kann.

Für eine ausreichende Steifigkeit wird in der Regel eine durchbruchssichere Holzschalung (mind. 22 mm dick) auf den Sparren angebracht. Darauf folgt die diffusionsoffene Unterdachbahn.

Eine Bitumenbahn ist auf Grund ihrer Dichtheit nicht geeignet.

Info:

Die ÖNORM B 4119 regelt die Planung und Ausführung von Unterdächern und Unterspannungen.

Je nach Neigung und Art der Dacheindeckung ist ein Unterdach regensicher oder sogar mit erhöhter Regnsicherheit auszuführen..

Hinterlüftungsebene

Eine funktionierende Hinterlüftungsebene ist unerlässlich für den Abtransport von anfallender Feuchtigkeit in der Dachkonstruktion (Kamineffekt). Außerdem wird im Sommer Hitze abtransportiert und somit der sommerliche Wärmeschutz verbessert.

DÄMMMATERIALIEN

Als Dämmstoffe kommen weiche Dämmplatten oder -filze zum Einsatz, die zwischen den Sparren eingeklemmt werden. Harte Platten eignen sich weniger, da unter Umständen viel Verschnitt entsteht. Der wahrscheinlich am häufigsten zum Einsatz kommende Dämmstoff für Klemmfilze ist Mineralwolle. Daneben gibt es noch ein breites Angebot an Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen wie Hanf, Flachs, Schafwolle oder Holzfaser.

Eine Alternative zum Einsatz von Klemmfilzen ist das Ausblasen der Holzkonstruktion mit Zellulose.

Dämmstoffdicke und Zielwert

Je nach Dachaufbau und eingesetztem Dämmstoff sind zum Erreichen bestimmter Wärmeschutzstandards unterschiedlich hohe Dämmstoffdicken notwendig.

DÄMMUNG	λ-WERT	DÄMMDICKE FÜR ZIEL U-WERT	
		≤ 0,14	≤ 0,11
Zwischensparrendämmung mit Zellulose oder Mineralwolle	0,040	32 cm	40 cm
Zwischensparrendämmung mit Mineralwolle	0,036	30 cm	38 cm

SONDERFÄLLE IN DER SANIERUNG

Sanierung von innen

Die Dachdeckung und die Abdichtung sind in Ordnung und sollen bestehen bleiben. Die oberhalb der Sparren auf der Dachschalung liegende Abdichtung besteht häufig aus dichten Bitumenbahnen, die ein- oder mehrlagig verlegt sein können. Diffusionsoffene Unterdachbahnen finden erst im Laufe der 1990er Jahre Einzug in die Baupraxis.

Verwendung bestehender Dämmstoffe

Ist bereits eine Dämmung vorhanden, kann diese, wenn sie technisch in Ordnung ist, wiederverwendet werden. Mineralwolle, die komplett schwarz ist, sollte jedoch entfernt werden. In diesem Fall wurde die Dämmung irgendwann feucht und ist mit Stockflecken bedeckt (ähnlich wie Schimmel).

Wichtig!

Die hier beschriebenen Sanierungsvarianten stellen grundsätzlich mögliche Lösungen dar. Im Einzelfall muss exakt geprüft werden, ob eine Sanierungsmaßnahme auch anwendbar ist!

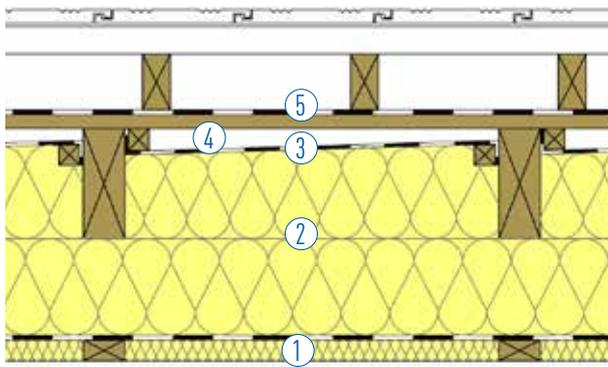
Dachaufbau mit Hinterlüftung

Bereits gedämmte Dächer aus einer Bauzeit bis Mitte der 1990er Jahre wurden in der Regel mit einer Hinterlüftungsebene zwischen Dämmung und Unterdach ausgeführt. Hier gilt es zu überprüfen, ob diese Hinterlüftung voll funktionstüchtig ist.

Ist ein dichtes Unterdach vorhanden, braucht es eine neue Hinterlüftungsebene. Diese wird zwischen den Sparren mit Latten und einer diffusionsoffenen Folie gebildet. Die Hinterlüftungsebene hat eine entsprechende Höhe aufzuweisen und darf durch Aufquellen des Dämmstoffs nicht geschlossen werden.

Tipp:

Finden sich bei bestehenden Abdichtungen Produktkennzeichnungen, kann eine genaue Aussage über die technischen Eigenschaften des vorhandenen Produktes getroffen werden.



- 1 Installationsebene und Dampfbremse
- 2 Dämmung
- 3 diffusionsoffene Unterspannbahn
- 4 neue Hinterlüftungsebene zum Abtransport von Feuchtigkeit
- 5 bestehende Schalung mit Bitumendeckung (Dachpappe)

Abb.: Schemaschnitt Zwischensparrendämmung mit neuer Hinterlüftungsebene

Dachaufbau ohne Hinterlüftung

Falls schon ein diffusionsoffenes Unterdach vorhanden ist, braucht es keine Hinterlüftungsebene und der Sparren kann voll ausgedämmt werden. Es muss allerdings sichergestellt sein, dass das vorhandene Unterdach keine Schäden aufweist.

In Sonderfällen kann ein Aufbau ohne Hinterlüftung auch für Dachabdichtungen mit Bitumenbahnen gelten. Möglich sind solche Konstruktionen dann, wenn die Lage des Daches gut besonnt und im Sommer eine gute Austrocknung gegeben ist. Die vorhandene Bitumenbahn sollte zudem möglichst dünn sein. An der Innenseite ist die Verwendung einer feuchtevariablen Dampfbremse zu empfehlen. Diese innere Abdichtung muss perfekt verarbeitet werden.

Auf alle Fälle gilt: Eine solche Situation ist bauphysikalisch kritisch zu sehen, ist nur in Ausnahmefällen möglich und muss unbedingt mit einer Dampfdiffusionsberechnung überprüft werden.

Sanierung von außen

Soll die Innenverkleidung erhalten bleiben, beispielsweise wenn das Dachgeschoss bereits ausgebaut ist, kann überlegt werden, die Dämmung von außen durchzuführen. Die Dacheindeckung inkl. Dichtheitsebene und die bestehende Dämmung werden entfernt. Das Dach wird schließlich neu aufgebaut.

Diese Anwendung ist nicht ganz einfach und benötigt eine sorgfältige Vorgehensweise.

Einbau einer neuen Dampfbremse

In den meisten Fällen ist die vorhandene Dampfbremse mangelhaft verlegt oder fehlt zur Gänze. Hier ist von außen eine Dampfbremse einzubringen, bevor die Dämmung zwischen den Sparren verlegt wird. Die Dampfbremse wird meist im sogenannten „Berg- und Talverfahren“, manchmal auch als Sub-Top-Verlegung bezeichnet, eingebracht. Die Dampfbremse wird dabei „wellenförmig“ über die Sparren und in die Zwischenräume verlegt.

Es sind auf alle Fälle die betreffenden Herstellerrichtlinien heranzuziehen, unter welchen Rahmenbedingungen diese Art der Verlegung möglich ist. Ein entscheidender Faktor liegt beispielsweise in einem luftdichten Anschluss an den Innenputz. Bei Nut-Feder-Brettern als Innenverkleidung kann diese nur schwer hergestellt werden.

Zusätzliche Dämmung oberhalb

Die zusätzlich erforderliche Dämmung wird oberhalb des Sparrens angebracht. Diese kann durch eine Aufdoppelung des Sparrens oder als zusätzliche Aufsparrendämmung erfolgen.

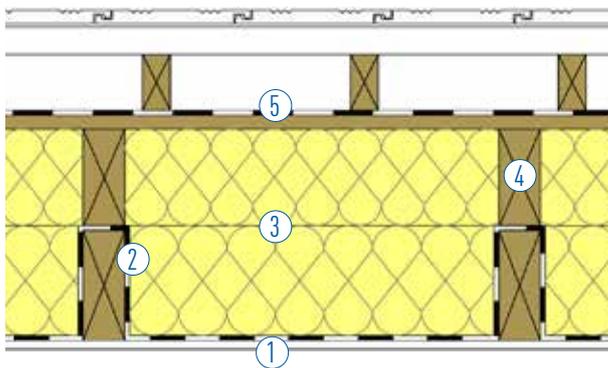
Im Falle einer Aufsparrendämmung braucht es eine exakte Abstimmung zwischen den verwendeten Materialien. Die Dämmung oberhalb des Sparrens sorgt auch dafür, dass die Dampfbremse nicht im kalten Bereich liegt.

Wichtig!

Kann aus irgendeinem Grund bei der „Berg- und Talverlegung“ die Dämmung nach außen nicht aufgedoppelt werden, sollte die Dampfbremse nicht über die Sparren gezogen werden. Ohne weitere Dämmung liegt in diesem Fall nämlich die Dampfbremse im Sparrenbereich an der Außenseite des Dachaufbaus.

Hinweis:

Die Dachhöhe kann beim Aufbringen einer Wärmedämmung gemäß Tiroler Bauordnung § 71 um bis zu 30 Zentimeter erhöht werden, ohne dass dabei Abstandsbestimmungen, Bauhöhe und Baumassendichte zu berücksichtigen sind.



1 bestehende Innenverkleidung

2 neue Dampfbremse

3 neue Dämmung

4 neue Sparrenaufdoppelung

5 neues diffusionsoffenes Unterdach

Abb.: Schemaschnitt Dachaufbau mit neu eingebrachter Dampfbremse

BEISPIELSKIZZEN ZU DACHANSCHLÜSSEN

Anschluss an Außenwand

Dachdämmung und Außenwanddämmung müssen lückenlos durchlaufen. Die Außenwanddämmung ist zur Dachschalung hin (z.B. mit Fugendichtband) abzudichten.

Die Unterdachbahn ist bis zur Traufe zu führen, um eine exakte Entwässerung nach außen zu gewährleisten. Im Innenbereich ist die Dampfbremse an die luftdichte Ebene der Außenwand anzuschließen.

Anmerkung:

Die dargestellten Anschlusssituationen verstehen sich als Prinzipskizzen. In erster Linie soll Bauherren das Bewußtsein für heikle Situationen und die Notwendigkeit geplanter Lösungen näher gebracht werden.

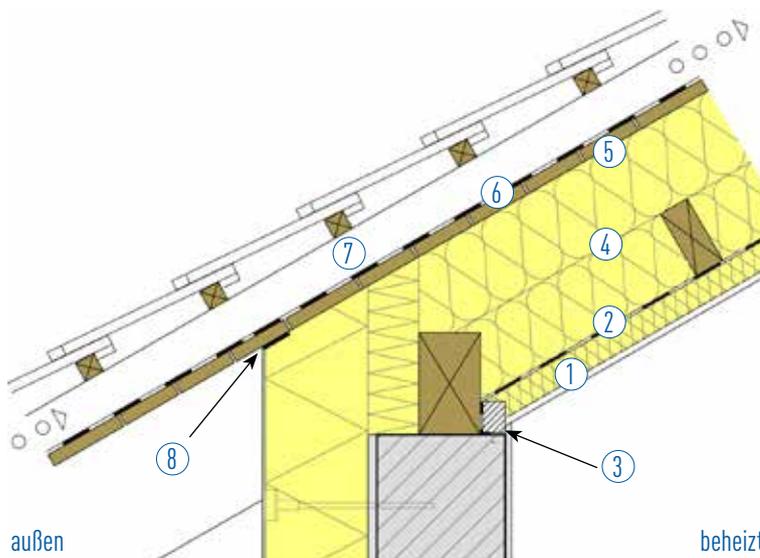


Abb.: Schnitt Anschluss Schrägdach-Außenwand mit WDVS im Traufbereich

Beim seitlichen Übergang der Außenwand (Giebelwand) zum Dach sollte der Zwischenraum zwischen der Dachschalung und dem oberen Abschluss des Mauerwerks mit einer Dämmung geschlossen werden.

außen

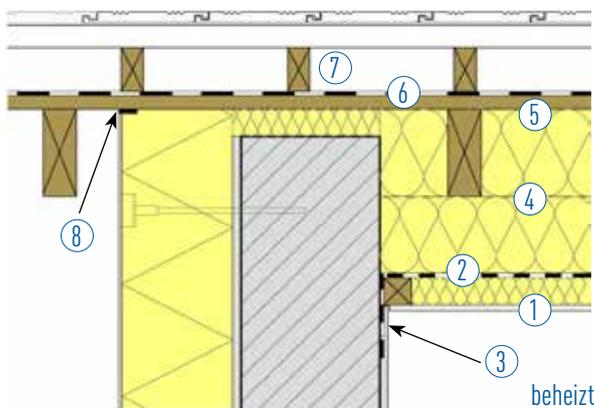


Abb.: Schnitt Anschluss Schrägdach - Außenwand mit WDVS seitlich

- 1 Installationsebene
- 2 Dampfbremse
- 3 Anschluss der Dampfbremse an luftdichte Ebene der Außenwand (Innenputz)
- 4 Zwischensparrendämmung
- 5 Dachschalung
- 6 diffusionsoffene Unterdachbahn
- 7 Hinterlüftungsebene
- 8 Fugendichtband

Anschluss im Firstbereich

Am First sorgen eine durchgehende Firstentlüftung oder alternativ entsprechende Firstentlüftungssteine in jedem Sparrenfeld für den notwendigen Abtransport eventuell anfallender Feuchtigkeit.

Sowohl die Dampfbremse (Luftdichtheit) als auch die Dachbahn (Winddichtheit) sind als durchgehende Ebenen auszuführen. Im Bereich des Unterdaches bieten die Hersteller spezielle Firstbahnen an, die mit der Unterdachbahn verbunden werden.

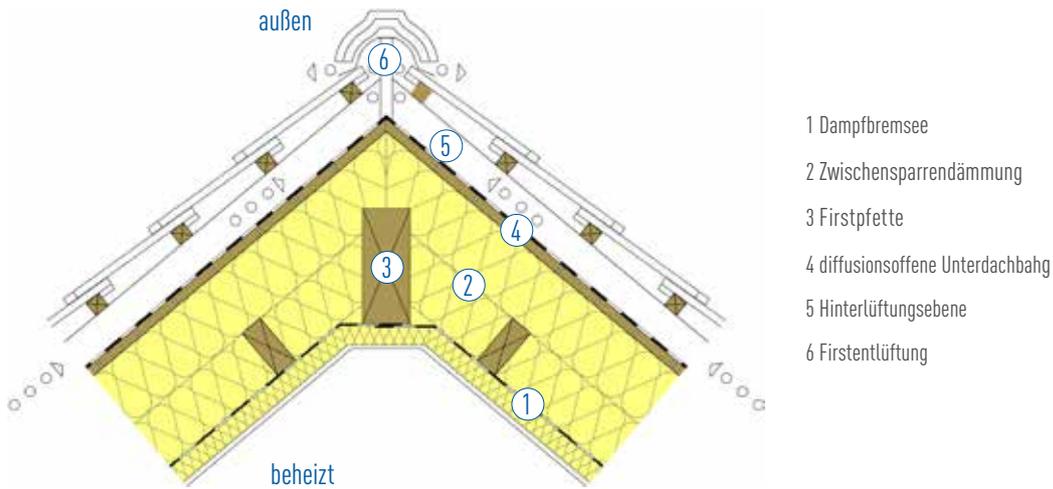


Abb.: Schnitt Anschluss First

Durchdringungen Elektro, Sanitär

Durchführungen von Kabeln (Sat-Anlage, Photovoltaik,..) und Rohren (Solarthermie, Sanitär, Lüftung) sind innen und außen entsprechend abzudichten. Am Markt gibt es dafür entsprechende Produkte, wie Abdichtungsmanschetten oder Klebebänder. Rohrleitungen sind zusätzlich mit passenden Ummantelungen zu dämmen.

Eine frühzeitige Absprache zu den angrenzenden Gewerken (Elektro, Heizung, Sanitär bzw. Spenglerarbeiten) hilft, diese Durchdringungen ohne erheblichen Mehraufwand dauerhaft dicht zu erstellen.

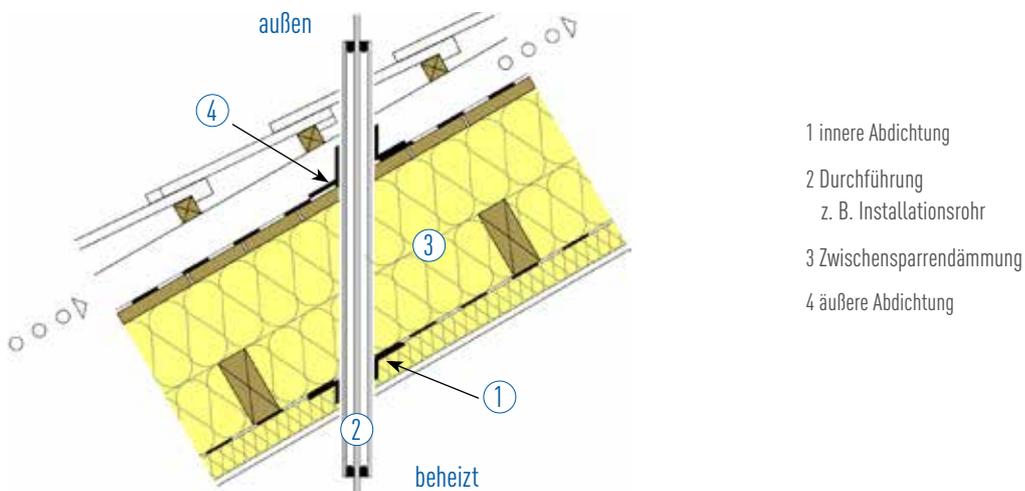


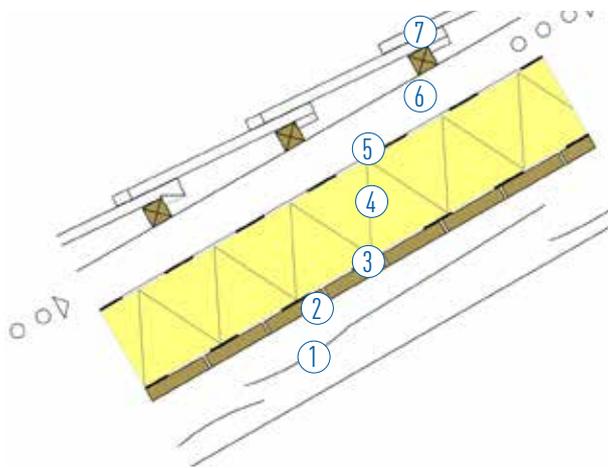
Abb.: Schnitt Anschluss Rohrdurchdringung

AUFSPARRENDÄMMUNG

Die Aufsparrendämmung kommt zum Einsatz, wenn die Dachsparren sichtbar bleiben sollen. Im Sanierungsfall bietet sich dieses Dämmsystem vor allem dann an, wenn die Dachdeckung erneuert wird. In diesem Fall sind alle Dachanschlüsse, Dachrinnen oder auch Dachflächenfenster zu erneuern. Ein Vorteil der Aufsparrendämmung liegt in der durchgehenden Dämmhülle, die nicht (wie bei der Zwischensparrendämmung) durch Konstruktionsholz (Sparren) unterbrochen wird.

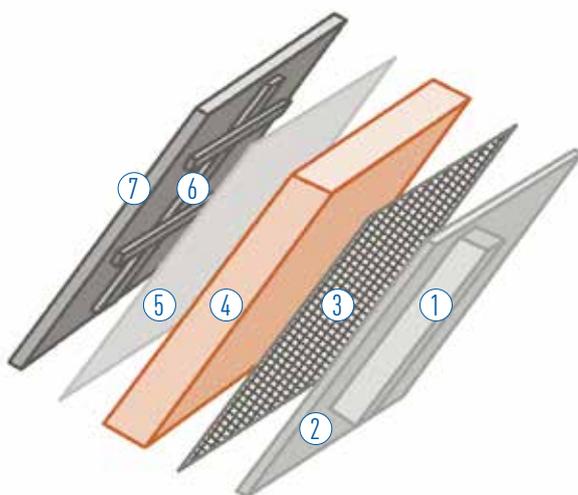
AUFBAU DER KONSTRUKTION

Diese Dämmsysteme bestehen in der Regel aus Dämmplatten, Halterungen und Folien. Eine Aufsparrendämmung wird direkt durch das Gewicht der Dachdeckung und der Schneelast belastet und muss daher zur Lastabtragung geeignet sein. Es dürfen nur tragfähige Dämmschichten oder Dämmschichten mit geprüften Systemtragelementen verwendet werden.



Aufbau von innen nach außen

- 1 Sichtsparren
- 2 Verkleidung innen:
Gipskarton-, Gipsfaser- oder Putzträgerplatten
(z.B. Holzwollegeleichtbauplatten), Holzschalungen
- 3 Dampfbremse:
Folien, Papier oder Platten
- 4 Aufsparrendämmung:
druckfeste Dämmplatten mit Nut- und Federverlegt
- 5 regensichere Dachbahn (Unterdeckung)
eigenständige Abdichtungsfolie oder am Dämmelement aufkaschiert
- 6 Hinterlüftungsebene / Lattung:
zum Abtransport von Feuchtigkeit
- 7 Dacheindeckung:
z.B. Tondachziegel, Betondachsteine,
Faserzementplatten, Bitumendachschindeln,
Metalldeckungen; die Dacheindeckung bildet
den äußeren Abschluss und ist die wasserführende
Schicht des Dachaufbaues.



Unterdach

Bei der Aufsparrendämmung gibt es mehrere Möglichkeiten zur Ausführung eines regensicheren Unterdaches (vgl. S.15 Unterdach Zwischensparrendämmung). Das Unterdach kann entweder unterhalb der Dämmebene hergestellt werden, oder die Dämmelemente selbst erfüllen die Funktion des Unterdaches.

Liegt die wasserführende Ebene unterhalb der Dämmung ist darauf zu achten, dass die Dämmplatten feuchteunempfindlich sind.

Hinterlüftungsebene

Für die Hinterlüftungsebene gilt gleiches wie schon auf S.18 angeführt.

DÄMMMATERIALIEN

Vielfach kommen syntetische Dämmstoffe, wie EPS, XPS oder PU zum Einsatz. Als Dämmmaterial aus nachwachsenden Rohstoffen finden häufig Holzfaserplatten Verwendung. Dämmmaterialien aus Mineralwolle können ebenfalls zur Aufsparrendämmung eingesetzt werden.

Um Wärmebrücken in den Fugen zwischen den Platten zu vermeiden und gleichzeitig die Dämmung in einer Lage zu verlegen, weisen die Dämmplatten eine Nut-Feder-Verbindung auf.

Einige Dämmelemente sind bereits mit einer Unterdeckbahn für regensichere Unterdächer versehen. Die Stöße müssen jedoch noch mit entsprechenden Klebebändern abgedichtet werden.

Dämmelemente, die oberhalb des Unterdaches liegen und dort eindringender Feuchtigkeit ausgesetzt sein können, weisen je nach Hersteller integrierte Entwässerungssysteme auf.



Foto: Pavatex

Abb.: Holzfaserdämmelement

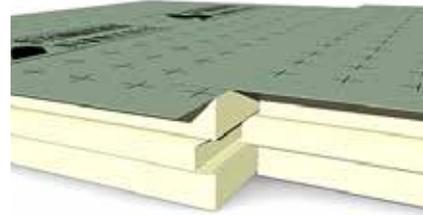


Foto: Steinbacher

Abb.: PU-Hartschaumdämmelement mit Unterdeckbahn

Dämmstoffdicke und Zielwert

Je nach Dachaufbau und eingesetztem Dämmstoff sind zum Erreichen bestimmter Wärmeschutzstandards unterschiedlich hohe Dämmstoffdicken notwendig.

DÄMMUNG	λ -WERT	DÄMMDICKE FÜR ZIEL U-WERT	
		$\leq 0,14$	$\leq 0,11$
ufsparrendämmung mit Holzfaser	0,040	22 cm	28 cm
Aufsparrendämmung mit PU, beidseitig alukaschiert	0,025	16 cm	20 cm

AUSFÜHRUNG

Damit keine Schwachstellen in der Dämmung entstehen, ist auf einen lückenlosen Anschluss zwischen Dach- und Außenwanddämmung besonders zu achten.

Durchführung der Arbeiten

Je nach eingesetztem Dämmstoff ist der Zeitpunkt der Durchführung der Arbeiten zu beachten. Dämmstoffe wie Mineralwolle oder Holzfaser sollten nicht während Niederschlagsperioden aufgebracht werden

Ausführung der luftdichten Ebene

Luftdichtheit ist mit Dämmelementen allein nicht herstellbar. Sie ist vor allem abhängig von der Qualität des Fugenverschlusses bzw. der luftdichten Anschlüsse an Wände, Dachfenster oder andere Durchdringungen der Dachhaut. Die luftdichte Ebene liegt über den Sparren. Gehen die Sparren über das Mauerwerk hinaus, ergeben sich viele Durchdringungen des Konstruktionsholzes mit der Außenwand. Diese Fugen zwischen den Dachsparren und dem Mauerwerk müssen mit geeigneten Materialien abgedichtet werden. Diese Situation trifft auf die meisten Sanierungsfälle zu.

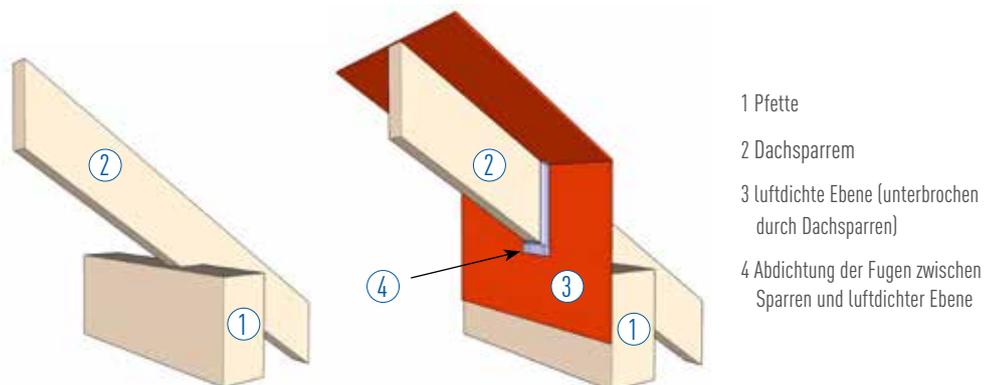


Abb.: Ausbildung der luftdichten Ebene bei durchgehenden Sparren

Wird der Dachstuhl neu errichtet, gehen die Dachsparren im Idealfall nicht über das Mauerwerk hinaus. Dies ermöglicht im Anschlussbereich Außenwand zu Dach eine durchgehende, luftdichte Ebene. Ein Vordach wird mit sogenannten Hilfssparren oberhalb der Dachsparren gebildet. Mehr Infos dazu finden Sie auf Seite 26.

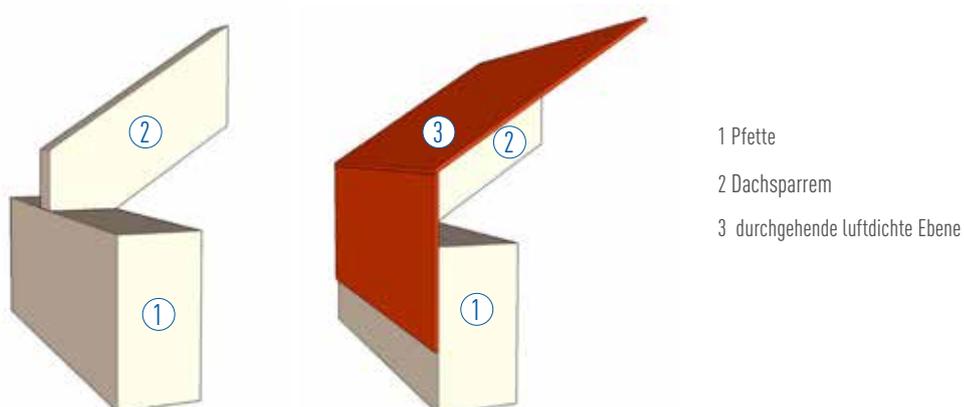


Abb.: Ausbildung der luftdichten Ebene bei verkürzten Sparren

BEISPIELSKIZZEN ZU DACHANSCHLÜSSEN

Anschluss an Außenwand traufseitig

Für die Herstellung eines luftdichten Anschlusses im Bestand, muss die Dampfbremse oberhalb der Dachschalung mit der luftdichten Ebene des Mauerwerks verbunden werden. Dazu muss auf alle Fälle die Dachschalung unterbrochen werden, um die Dampfbremse nach unten zu führen. Je nach vorhandener Situation, kann dies von innen oder außen erfolgen (3a bzw. 3b).

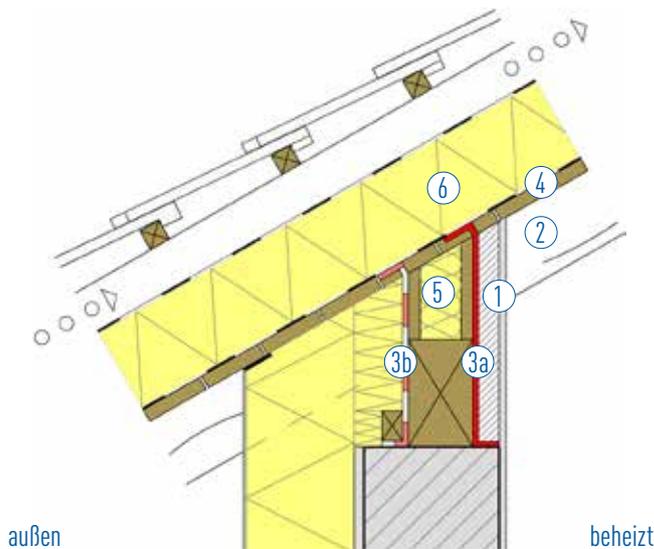


Abb.: Schnitt Anschluss Schrägdach-Außenwand mit WDVS im Traufbereich

Um die aufwändigen Abdichtungsarbeiten zwischen Dampfbremse und Dachsparren zu vermeiden, endet der Sparren idealerweise mit der Fußpfette. Bei Neuerrichtung der Dachkonstruktion kann die Dampfbremse unterhalb der Fußpfette bis zur luftdichten Ebene der Außenwand gezogen werden. Für den Dachüberstand wird von außen ein sogenannter Hilfssparren (Stichsparren) an den tragenden Sparren befestigt.

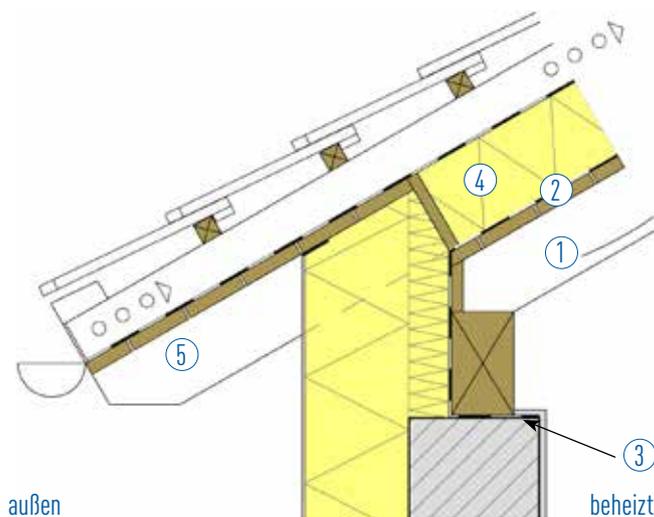


Abb.: Schnitt Anschluss Schrägdach-Außenwand mit WDVS im Traufbereich

Anmerkung:

Die dargestellten Anschlusssituationen verstehen sich als Prinzipskizzen. In erster Linie soll Bauherren das Bewußtsein für heikle Situationen und die Notwendigkeit geplanter Lösungen näher gebracht werden.

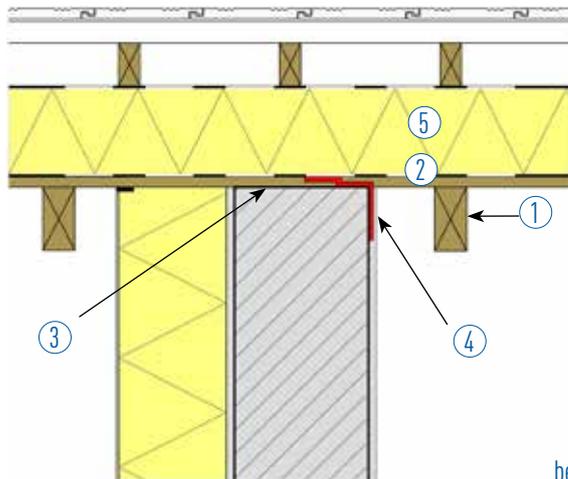
- 1 Putzträgerplatte oder Verkleidung
- 2 Sparren
- 3a Abdichtung von innen:
Luftdichte Ebene/Dampfbremse mit Unterdach verbunden
- 3b Abdichtung von außen:
Luftdichte Ebene/Dampfbremse mit Unterdach verbunden
- 4 Dampfbremse
- 5 Dämmung:
Wird die luftdichte Ebene außen hergestellt, sollte die Dicke der Dämmung in diesem Bereich nicht mehr als 1/4 der gesamten Dämmstärke (Außenwand) betragen.
- 6 Aufsparrendämmung

- 1 Sparren
- 2 Dampfbremse
- 3 Anschluss der Dampfbremse (unterhalb Fußpfette) an luftdichte Ebene der Außenwand (Innenputz)
- 4 Aufsparrendämmung
- 5 Hilfssparren (Stichsparren)

Anschluss an Außenwand giebelseitig

Im seitlichen Anschlussbereich zur Außenwand (Giebelwand) muss wiederum die Dachschalung unterbrochen und eine Abdichtung nach unten, zur luftdichten Ebene der Außenwand, hergestellt werden. Im Neubau lässt sich dieses Detail sehr gut lösen, in der Sanierung ist diese Situation vom Planer individuell auszuarbeiten.

außen

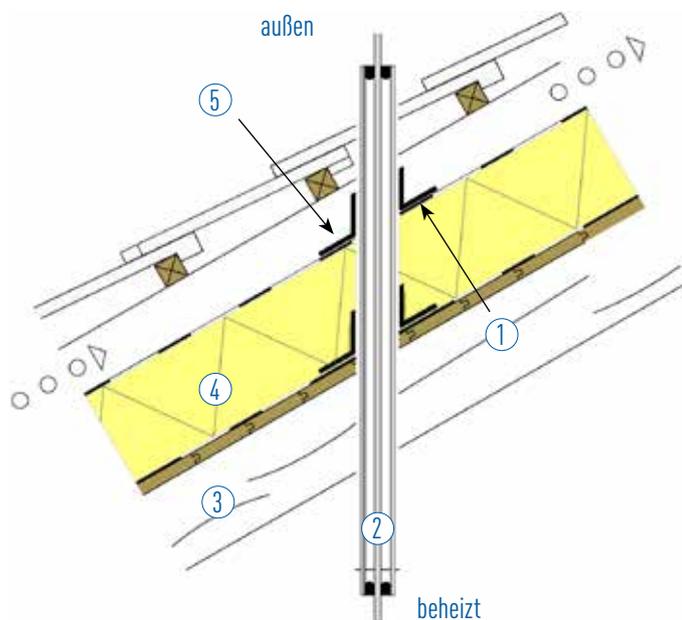


- 1 Sparren
- 2 Dampfbremse
- 3 Glattstrich Mauerwerk
- 4 Luftdichte Ebene/Dampfbremse mit Unterdach verbunden
- 5 Aufsparrendämmung

beheizt

Durchführungen

Für Durchführung von Leitungen und Rohren gilt gleiches wie bei der Zwischensparrendämmung, siehe dazu Seite 19.



- 1 Innere Abdichtung
- 2 Durchführung z. B. Installationsrohr
- 3 Sparren
- 4 Aufsparrendämmung
- 5 Äußere Abdichtung

LITERATUR UND QUELLEN

- [1] Tiroler Bauordnung 2018 – TBO 2018. Fassung vom 17.07.2020
- [2] Technische Bauvorschriften 2016 – TBV 2016. Fassung vom 17.07.2020
- [3] OIB Richtlinie 6 - *Energieeinsparung und Wärmeschutz*. Ausgabe April 2019
- [4] OIB Richtlinie 2: *Brandschutz*. Ausgabe April 2019
- [5] ÖNORM B 8110-2: *Wärmeschutz im Hochbau, Teil 2: Wasserdampfdiffusion, -konvektion und Kondensationsschutz*. Ausgabe 2020-01-01
- [6] ÖNORM B 4119: *Planung und Ausführung von Unterdächern und Unterspannungen*. Ausgabe 2018-03-01
- [7] Baus Ursula, Zebe Hanns-Christoph: *Dächer: Neubau, Umbau, Ausbau*. DVA Verlag. 2008
- [8] Borsch-Laaks Robert: *Wärmeschutz + Feuchteschutz = Holzschutz*. In *Holzbau die neue Quadriga* 6/2009 Seiten 20-24
- [9] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (Hrsg.): *Dämmstoffe richtig einsetzen*. 8. völlig überarbeitete Auflage. 2014
- [10] Eicke-Henning Werner: *Eingedämmte Verluste: Wärmeschutz von geneigten Dächern*. In *Zeitschrift Gebäude-Energieberater* Nr. 02, 2016 Seiten 14-21
- [11] Gartner Herbert, Mezera Karl: *Baumängel*. Wien Linde Verlag. 2010
- [12] Holzapfel Walter: *Dächer – Erweitertes Fachwissen für Sachverständige und Baufachleute*, 2. aktualisierte Auflage. Stuttgart Fraunhofer IRB Verlag. 2013
- [14] Moro Jose Luis et. al: *Baukonstruktion – vom Prinzip zum Detail, Band 3: Umsetzung*. Springer-Verlag. 2009
- [15] Scharnhorst Astrid: *Feuchteschutzplanungen mit variablen Dampfbremsen*. In *IBOMagazin* 4/06 Seiten 2-3
- [16] Stempel Ulrich E.: *Dämmen und Sanieren in Alt- und Neubauten*. München Franzis Verlag. 2012
- [17] www.baunetzwissen.de, Zugriff 12.01.2016
- [18] www.baubook.at/oekoindex, Zugriff 05.04.2016

CHECKLISTE SCHRÄGDACH

Die nachfolgenden Punkte dienen der Hilfestellung für Bauleute und umfassen wesentliche Eckpunkte im Planungs- und Bauablauf zur Dämmung von Schrägdächern. Diese Checkliste ersetzt keine professionelle Begleitung.

AUSWAHL DER BETEILIGTEN

- > Wer wird benötigt?
 - > EnergieberaterIn zur Einschätzung und Abklärung der energietechnischen Ziele
 - > ArchitektIn bzw. PlanerIn
 - > FachplanerInnen für Statik, Bauphysik, Brandschutz
 - > Ausführende Firmen (auch für angrenzende Gewerke, wie z.B. Fassade, Elektro, Sanitär)
 - > Bauleitung
- > Wer übernimmt welche Aufgaben?
- > Welche Qualifikationen und Referenzen haben die Beteiligten?

zur Kontrolle abhaken: Alle Beteiligten abgeklärt und mit Namen und Funktion zugewiesen.

KONTROLLE DER BESTEHENDEN DACHAUFBAUS

- > Wie ist die Tragfähigkeit des Dachstuhls? Gibt es sonstige Mängel?
- > Welche Bauteilschichten sind in der Dachkonstruktion vorhanden?
- > Sind Abdichtungen (z.B. Dachbahn, Dampfbremse) und Dämmung noch funktionstüchtig?
- > Gibt es Mängel und Schäden durch Feuchtigkeit, Pilzbefall oder Fäulnis?
- > Welche Anschlüsse (Dachgauben, Dachflächenfenster, Kamine, Durchdringungen) sind gegeben?

zur Kontrolle abhaken: Im Protokoll für Bestandserhebung dokumentiert. Protokoll wurde den Bauleuten übergeben.

PLANUNG

- > Ist eine Bauanzeige oder ein Bauansuchen notwendig?
- > Welche Vorgaben aus dem Baurecht (TBO, TBV, OIB Richtlinien) sind einzuhalten?
- > Sind alle möglichen Förderungen (Land, Bund, Gemeinde) und ihre Kriterien berücksichtigt?
- > Ist eine Dampfdiffusionsberechnung für die vorgesehene Sanierungsmaßnahme notwendig?
- > Sind in der Kostenplanung alle Nebenleistungen (z.B. Abbruch- oder Spenglerarbeiten) erfasst?

zur Kontrolle abhaken: Vom Plannungsbüro oder den beauftragten Professionisten abgeklärt und schriftlich festgehalten. Berechnungen und Planunterlagen wurden den Bauleuten übergeben.

ENERGIEEFFIZIENZ UND ÖKOLOGIE

- > Sind zeitgemäße Wärmeschutzstandards vorgesehen?
- > Sind Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen vorgesehen?
- > Werden umweltfreundlichen Materialien (Kennzeichnung durch Österreichisches Umweltzeichen, Blauer Engel u.a.) eingesetzt?

zur Kontrolle abhaken: Alle Punkte im Zuge der Planung abgeklärt.

VOR BEGINN DER ARBEITEN

- > Sind alle Vereinbarungen mit den beteiligten Firmen schriftlich fixiert?
- > Sind die einzelnen Arbeiten (Gewerke) aufeinander abgestimmt und im Zeitplan festgehalten?
- > Ist der Zahlungsplan (mit Umfang und Terminen für Teilzahlungen) schriftlich mit den beteiligten Firmen vereinbart?

zur Kontrolle abhaken: Alle Punkte abgeklärt. PlanerIn bzw. Bauaufsicht ist damit beauftragt.

KOORDINATION AUF DER BAUSTELLE

- > Wer übernimmt welche Aufgaben?
 - > Laufende Koordination aller beteiligten Gewerke
 - > Regelmäßige Überprüfung des Zeitplans und Anpassung bei Verzögerungen
 - > Überwachung der Ausführung
 - > Dokumentation der Sanierungsmaßnahmen
- > Sind Maßnahmen im Rahmen des Sicherheits- und Gesundheitsschutzplans zu koordinieren?

zur Kontrolle abhaken: Alle Zuständigkeiten abgeklärt. PlanerIn bzw. Bauaufsicht ist damit beauftragt. Informationen und Dokumentation werden regelmäßig an die Bauleute weitergeleitet.

ANLIEFERUNG

- > Ist die Zufahrtssituation zur Baustelle für die Anlieferung geeignet?
- > Ist eine witterungsfeste Lagermöglichkeit für Dämmstoffe vorhanden?
- > Erfolgt bei Dämmstoffen und Abdichtungsmaterialien eine Kontrolle von Verpackung, Lieferchein, Plattendicke der Dämmung oder sd-Wert von Dampfbremsen?

zur Kontrolle abhaken: Alle Punkte abgeklärt. PlanerIn bzw. Bauaufsicht ist damit beauftragt. Informationen und Dokumentation werden regelmäßig an die Bauleute weitergeleitet.

AUSFÜHRUNG

- > Sind die Witterungsbedingungen zum Zeitpunkt der Arbeiten passend?
- > Werden die richtige Materialien (z.B. Dämmmaterialien, Abdichtungsmaterialien) verwendet?
- > Werden die vereinbarten Normen, Richtlinien und Herstellerempfehlungen eingehalten?
- > Sind die luft- und winddichten Anschlüsse fachgerecht hergestellt?
- > Wird die Luftdichtheit mit einem Blower-Door-Test überprüft?

zur Kontrolle abhaken: Alle Punkte abgeklärt. PlanerIn bzw. Bauaufsicht ist damit beauftragt. Informationen und Dokumentation werden regelmäßig an die Bauleute weitergeleitet.

ABSCHLUSS, ÜBERNAHME

- > Erfolgt die Übernahme von Leistungen (geregelt in ÖNOTM B 2110) gemeinsam mit der ausführenden Firma bei einer Begehung vor Ort?
- > Sind alle Mängel im Protokoll aufgelistet und mit einem Zeitpunkt zur Behebung festgesetzt?
- > Ist das Übernahmeprotokoll von allen Beteiligten unterzeichnet?

Nach Unterschrift des Übernahmeprotokolls können keine Mängel mehr geltend gemacht werden!

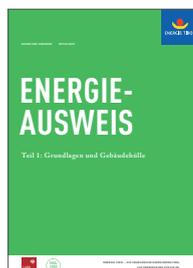
zur Kontrolle abhaken: Alle Punkte abgeklärt. PlanerIn oder Bauaufsicht zur Übernahme beauftragt.

DETAILINFOS VON ENERGIE TIROL

Die richtige Planung für mein Haus



Oktober 2017



Dezember 2018

Die richtige Hülle für mein Haus



Juli 2020



Juli 2020



Juli 2020



Juli 2020

Die richtige Heizung für mein Haus



April 2017



Oktober 2017



Oktober 2017



Oktober 2017

Die Kraft der Sonne richtig nutzen



Oktober 2017



Oktober 2019

Impressum

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber: Energie Tirol, Südtiroler Platz 4, 6020 Innsbruck

Für den Inhalt verantwortlich: DI Bruno Oberhuber, Energie Tirol

Konzept und Redaktion: Energie Tirol, DI Robert Traunmüller, DI Daniela Färber

Zeichnungen, Planskizzen: wenn nicht anders angegeben, Energie Tirol

Stand: Juli 2020

