



Aus Forschung und Technik Nr. 6
Luft- und Winddichtheit bei der Steildachdämmung
mit Polyurethan-Hartschaum



Herausgeber:
IVPU – Industrieverband
Polyurethan-Hartschaum e.V.
www.daemmt-besser.de

© 2008 by IVPU
1. Auflage, Mai 2008

1 Raumklima und thermische Behaglichkeit	4
1.1 Energetische Optimierung der Gebäudehülle	4
1.2 Luft- und Winddichtheit	5
1.3 Planung der Luftdichtheitsschicht	5
2 Anforderungen an die Luft- und Winddichtheit nach DIN 4108-7 und Energieeinsparverordnung	7
3 Steildachdämmung mit Polyurethan-Hartschaum	8
3.1 Polyurethan-Dämmung mit sichtbarem Dachstuhl	8
3.2 Polyurethan-Dämmung, Dachkonstruktion raumseitig nicht sichtbar	13
4 Eigenschaften von Polyurethan-Hartschaum – Übersicht für das Steildach	17
5 Anhang	18
5.1 Planungshilfen und Technische Informationen	18
5.2 Verzeichnis der Bilder	19

1 Raumklima und thermische Behaglichkeit

Heutzutage verbringt ein Großteil der Menschen im Durchschnitt zwei Drittel des Lebens in Wohn- und Arbeitsräumen. Die bauphysikalischen Eigenschaften der Raum umschließenden Bauteile – Dächer, Decken, Wände – schaffen daher eine wichtige Voraussetzung für die thermische Behaglichkeit in Räumen und das Wohlbefinden der Bewohner. Ein optimaler Wärmeschutz spart zudem Heizkosten und schont die Umwelt.

Eine hochwertige Wärmedämmung aus Polyurethan-Hartschaum sorgt für warme Bauteiloberflächen und ist entscheidend für Wohnbehaglichkeit und Komfort. Doch nur auf die Wärmedämmung bzw. die Dämmstoffdicke zu

achten, ist nicht genug. Auch die Luftdichtheit spielt beim Thema Behaglichkeit eine wichtige Rolle. Bei Zuglufterscheinungen wird die Raumluft als unbehaglich kühl empfunden, selbst bei höheren Raumtemperaturen. Durch Fugen und Lücken dringt feuchtwarme Luft in Konstruktionen ein und kann von den Baustoffen aufgenommen werden. Die Feuchtigkeit senkt die Dämmwirkung und ist ein Nährboden für Schimmel und Fäulnis. Durch eine undichte Gebäudehülle können Schäden in der Baukonstruktion entstehen.

Bei einer dichten Gebäudehülle entsteht keine Zugluft, Bauschäden werden vermieden und die Räume haben ein behaglicheres Raumklima.

Bild 1

Hochleistungsdämmung aus Polyurethan ist entscheidend für Wohnbehaglichkeit und Komfort in den eigenen vier Wänden



1.1 Energetische Optimierung der Gebäudehülle

Ein Gebäude verliert die meiste Energie durch seine Gebäudehülle, d. h. durch Dach, Außenwand, Fenster und Boden bzw. Keller. Ziel der Wärmedämmung mit hochwertigen Dämmstoffen ist es, den Wärmedurchgang durch die Gebäudehülle zu minimieren. Dadurch

- verringern sich die Heizkosten,
- werden Bauschäden, insbesondere Feuchtigkeitsschäden vermieden,
- verbessert sich das Raumklima und somit auch die Wohnbehaglichkeit,
- steigert sich der Wert des Hauses; so sind ab 2008 Hauseigentümer oder Vermieter verpflichtet, beim Verkauf oder Vermietung der Immobilie einen Energieausweis vorzulegen, der u. a. die Qualität der Wärmedämmung zeigt,
- werden die gesetzlichen Auflagen erfüllt (z. B. Anforderungen nach EnEV bzw. DIN 4108-7).

Für jeden Gebäudetyp lassen sich Energieeinsparmöglichkeiten durch optimale Wärmeschutzmaßnahmen ermitteln. Neben optimaler Wärmedämmung und Wärmebrückenfreiheit ist die Luft- und Winddichtheit der Gebäudehülle eine weitere wichtige Voraussetzung, um Wärmeverluste zu vermindern.

1.2 Luft- und Winddichtheit

Außenbauteile, wie Dächer und Wände müssen auf der Innenseite luftdicht ausgeführt werden, damit die Raumluft nicht durch Fugen nach außen oder in das Bauteil eindringen kann.

Warme Luft kann deutlich mehr Wasser aufnehmen als kältere Luft. Wenn die warme, feuchte Raumluft in kalte Außenbauteile gelangt, kühlt sie ab. Dabei kondensiert ein Teil der in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit. Es bildet sich Tauwasser, das in vielen Fällen nicht mehr austrocknen kann. Das Bauteil wird feucht und es entstehen Bauschäden. Außerdem geht durch Raumluft, die über undichte Fugen nach außen gelangt, viel Wärme verloren. Die fachgerechte Ausführung einer luft- und winddichten Gebäudehülle verhindert Zuglufterscheinungen, die das Raumklima ungünstig beeinflussen (siehe Bild 2).

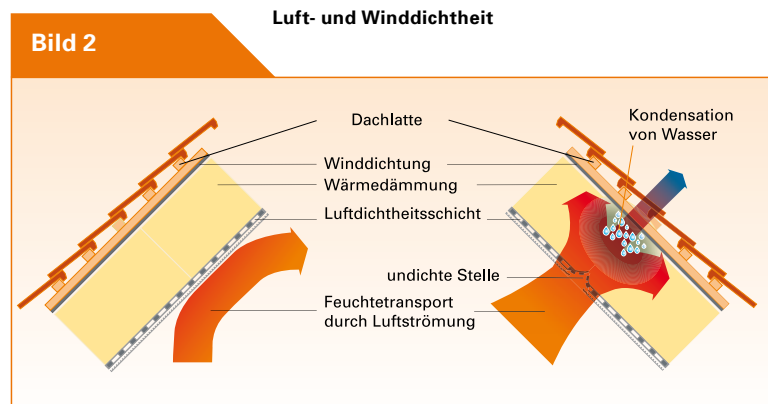
Die **Luftdichtheitsschicht** befindet sich in der Regel raumseitig, d. h. auf der warmen Seite der Konstruktion. Sie verhindert, dass warme und feuchte Luft durch die raumseitige Bekleidung in die Konstruktion eindringt oder diese für Luftströmungen durchlässig ist (Konvektion). Die Luftdichtheitsschicht kann gleichzeitig die Funktion einer Dampfsperre oder -bremse übernehmen und damit den Transport von Feuchtigkeit durch Diffusionsvorgänge verhindern.

Die **Winddichtung** (z. B. in Form einer Unterspann-/ Unterdeckbahn oder eines Unterdaches) wird außen, d. h. auf der kalten Seite der Konstruktion angebracht. Sie schützt die Dämmung vor Durchströmung mit Kaltluft. Schlagregen und Flugschnee werden auf der Winddichtung abgeleitet.

Faserige Dämmstoffe können von kalter Außenluft durchströmt werden. Dadurch wird deren Dämmwirkung herabgesetzt. Polyurethan-Hartschaum ist geschlossenzellig, eine Durchströmung ist daher nicht möglich.

1.3 Planung der Luftdichtheitsschicht

Um gute Luftdichtheitswerte zu erreichen, muss eine gewerkeübergreifende Planung erfolgen. Außerdem ist eine sorgfältige Ausführung unabdingbar. Hierbei müssen die Arbeitsschritte der einzelnen Handwerker durch die Bauleitung aufeinander abgestimmt werden.



Steildächer bestehen aus folgenden Funktionsschichten:

■ Dachdeckung:

Sie ist der obere Abschluss von Gebäuden und dient dem Wetterschutz.

■ Zusatzmaßnahme zur Regensicherheit (Winddichtung):

Unterhalb der Dachdeckung werden Unterdächer, Unterdeckungen oder Unterspannungen als zusätzliche Maßnahme angeordnet, die vor Schlagregen, Flugschnee und Staub schützen. Bei Aufsparrendämmsystemen aus Polyurethan ist diese Zusatzmaßnahme meist integriert, z. B. durch überlappende und wasserableitende Deckschichten oder Kaschierungen. In aller Regel übernehmen Unterdächer, Unterdeckungen oder Unterspannungen die Funktion der Winddichtung.

■ Wärmeschutz:

Der bauliche Wärmeschutz hat die Aufgabe, die Behaglichkeit und Gesundheit der Bewohner zu gewährleisten, Bauschäden zu vermeiden, Energie einzusparen und die CO₂-Emissionen zu verringern.

Im Vergleich mit anderen Dämmstoffen erfüllt die Hochleistungsdämmung aus Polyurethan-Hartschaum diese Anforderungen mit niedrigeren Aufbauhöhen. Polyurethan-Dämmstoffe sind zudem geschlossenzellig. Eine innere Konvektion, wie sie bei Faser-Dämmstoffen auftreten und zur Verringerung der Dämmwirkung führen kann, ist damit ausgeschlossen.

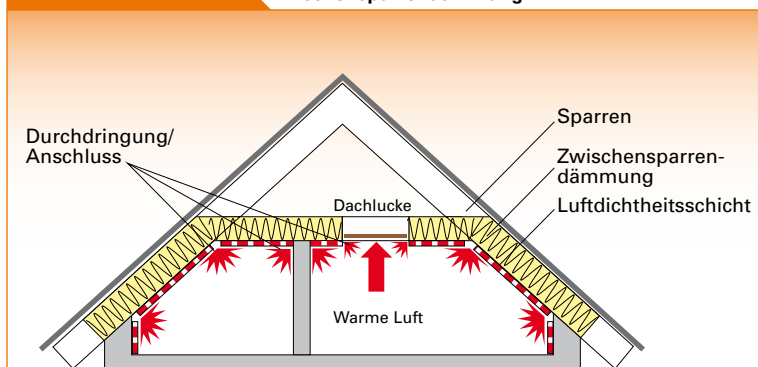
■ Dampfsperre oder -bremse (Luftdichtheitsschicht):

Feuchtigkeit in Bauteilen, insbesondere in wärmedämmten Konstruktionen kann erhebliche Bauschäden verursachen. Dampfsperren oder -bremsen verhindern, dass durch Diffusionsvorgänge Feuchtigkeit aus den Innenräumen in die Dachkonstruktion eindringen und zu schädlicher Tauwasserbildung führen kann.

Die gesamte Dachkonstruktion muss zur Gebäudeinnenseite luftdicht abgeschlossen sein. In aller Regel übernimmt Luftdichtheitsschicht auch die die Funktion der Dampfsperre / Dampfbremse.

Bild 3

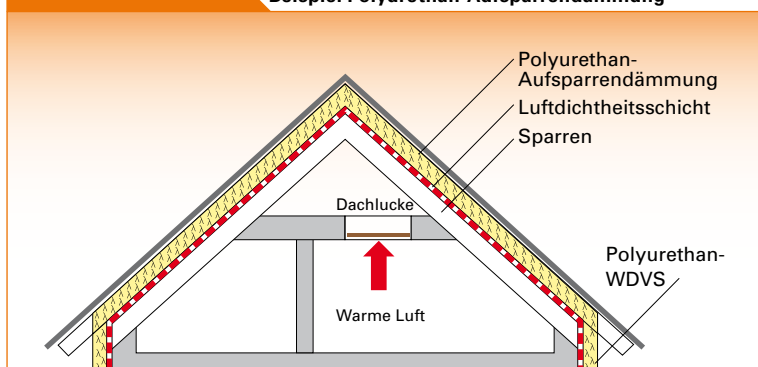
Schematische Darstellung einer Dachkonstruktion mit raumseitiger Luftdichtheitsschicht – Beispiel Zwischensparrendämmung



Je nach Lage der Dämmung und Luftdichtheitsschicht ergeben sich unterschiedliche Anschlussdetails, z. B. im Trauf- oder Ortgangsbereich, an Durchdringungen oder an Dachflächenfenstern. Zusätzlich sind bei einer Dachkonstruktion mit Zwischensparrendämmung zahlreiche Durchdringungen der Luftdichtheitsschicht zu beachten (z. B. durch Innenwände) und konstruktiv zu lösen (siehe Bild 3).

Bild 4

Schematische Darstellung einer Dachkonstruktion mit raumseitiger Luftdichtheitsschicht – Beispiel Polyurethan-Aufsparrendämmung



Bei einer vollflächigen Polyurethan-Aufsparrendämmung bleibt die Luftdichtheitsschicht weitgehend ungestört (siehe Bild 4).

Konvektive Wärmeverluste vermeiden

Bei Durchdringungen, z. B. eines Schornsteines durch die Dachfläche oder ein Dachflächenfenster, entsteht zwischen den Bauteilen eine Fuge. Bei nicht fachgerecht abgedichteten Fugen findet ein Luftaustausch statt. Die warme Innenraumluft transportiert Wärmeenergie direkt durch die Fuge nach außen, umgekehrt dringt kalte Außenluft ins Innere und muss aufgewärmt werden.

Über den Wärmeverlust hinaus bergen solche Fugen die Gefahr, dass sich der mit der warmen Innenraumluft transportierte Wasserdampf als Tauwasser niederschlagen kann.

Luftdichtheit und gesundes Wohnen

Nach sorgfältiger Planung der Luftdichtheit bleibt die Frage, ob dies dem gesunden Wohnen förderlich ist. Wo bleibt die im Gebäude entstehende Feuchtigkeit? Wie verhält es sich im Dachraum? Muss ein Dach nicht „atmen“?

Bewohnte Räume müssen aus hygienischen Gründen be- und entlüftet werden. Dies darf jedoch nicht durch einen unkontrollierten Luftaustausch über Fugen in der Konstruktion erfolgen, sondern muss durch gezielte Raumlüftung sichergestellt werden. Wird bei luftdichter Gebäudeaußenhülle ein ausreichend kontrollierter Luftaustausch sichergestellt, ist zugleich auch ein wohngesundes Klima im Gebäude gewährleistet.

Die weit verbreitete Meinung, man könne über so genannte diffusionsoffene Konstruktionen die Feuchtigkeit aus der Raumluft nach außen transportieren, ist aus bauphysikalischer Sicht nicht richtig. Es zeigt sich immer wieder, dass trotz außenseitiger diffusionsoffener Unterspann- bzw. Unterdeckbahn dennoch große Schäden entstehen können. Bei mangelhafter Luftdichtheitsschicht werden insbesondere durch Konvektion große Feuchtigkeitsmengen transportiert, die innerhalb der Konstruktion zu Tauwasser führen können. Bei Zwischensparrendämmungen liegt die Tauebene (d. h. im Bereich, wo Kondenswasser entsteht) in der tragenden Holzkonstruktion. Daraus resultierende Feuchteschäden sind bei Konstruktionen mit Aufsparrendämmungen ausgeschlossen, da alle Holzbauteile von der warmen Raumluft umgeben werden.

2 Anforderungen nach DIN 4108-7 und Energieeinsparverordnung

Die DIN 4108-7 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele“ sowie die Energieeinsparverordnung (EnEV) schreiben fest, dass die Wärme übertragende Umfassungsfläche zu errichtender Gebäude einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik auszuführen ist. Im Hinblick auf die Gesundheit der Bewohner ist der erforderliche Mindestluftwechsel sicherzustellen.

Mit dem **Blower-Door-Verfahren** (Differenzdruckverfahren) kann die Dichtheit eines Gebäudes geprüft werden. Der bei einer Druckdifferenz zwischen innen und außen gemessene Volumenstrom von 50 Pa, bezogen auf das beheizte Raumluftvolumen, darf bei Gebäuden

- ohne raumluftechnische Anlagen $3,0 \text{ h}^{-1}$
- mit raumluftechnischen Anlagen $1,5 \text{ h}^{-1}$ und
- bei Passivhäuser $0,6 \text{ h}^{-1}$ nicht überschreiten.

Lüftungseinrichtungen in der Gebäudehülle müssen einstellbar und leicht regulierbar sein.

Energieeffizientes Lüften

Die Abfuhr überschüssiger Feuchte ist Aufgabe der kontrollierten Lüftung (Fensterlüftung oder Lüftungsanlage). Dabei lässt sich der notwendige Luftaustausch am einfachsten durch das Öffnen der Fenster erreichen. Ein Dauerlüften durch Kippen der Fenster ist wenig wirksam. Es führt zu einer stärkeren Abkühlung der Innenoberflächen und insbesondere in den Fensterlaibungen wird Schimmelpilzwachstum begünstigt. Effizient ist die Stoßlüftung, bei der drei- bis viermal am Tag die Fenster für fünf bis zehn Minuten ganz geöffnet werden. Dabei sollte sinnvollerweise eine Querlüftung entstehen.

Um das Energiepotenzial eines gut gedämmten Gebäudes voll ausnutzen zu können, ist eine energieeffiziente Lüftung sinnvoll. Lüftungswärmeverluste können mit dezentralen und zentralen Lüftungsanlagen mit oder ohne Wärmerückgewinnung vermieden werden. Wichtig ist, dass Architekt und Fachplaner die gewünschte Lüftungsart in einem möglichst frühen Planungsstadium festlegen.

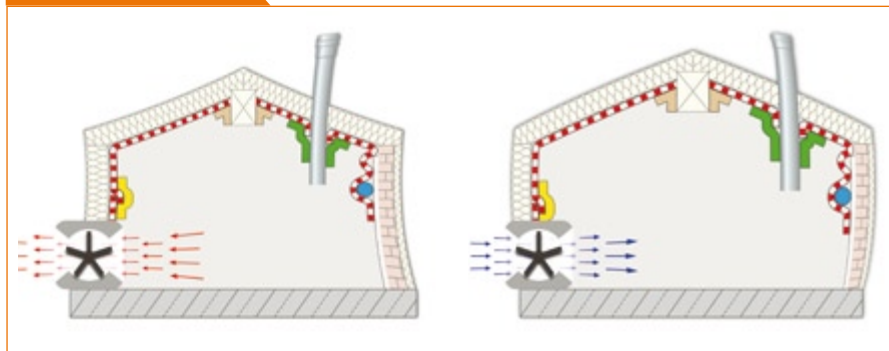
Bild 5

Einbau des Blower-Door-Ventilators und der Messeinrichtung



Blower-Door-Messung mit Unter- und Überdruck

Bild 6



Um einen Unterdruck von 50 Pa im Gebäude zu erzeugen, fördert das Blower-Door-Gebläse die Raumlufte nach außen. Danach pumpt das Gebläse Außenluft in das Gebäude und erzeugt einen Überdruck von 50 Pa - dies entspricht ungefähr einer Windstärke von 5.

Blower-Door-Messung

Mit der Blower-Door-Messung können Luftundichtheiten an einem Gebäude festgestellt werden. Mit Hilfe eines regelbaren Ventilators, der luftdicht in die Öffnung einer Außentür eingebaut ist (siehe Bild 5), wird eine Druckdifferenz zwischen dem Gebäudeinneren und der Außenluft aufgebaut. Fenster und Türen müssen geschlossen sein. Je mehr Schwachstellen in der Luftdichtheitsschicht vorhanden sind bzw. Luftundichtheiten das Haus aufweist, desto mehr Leistung muss mittels des Blower-Door-Ventilators aufgewendet werden, um den Unterdruck oder Überdruck konstant zu halten. Der gemessene Luftstrom gibt Auskunft über die Größe der Undichtheiten.

Maßeinheit ist die Luftwechselrate n_{50} , d. h. bei einem Prüfdruck (Über- oder Unterdruck) von 50 Pa wird der Volumenstrom der Luftdurchlässigkeit ermittelt. Daraus kann die Luftwechselrate n_{50} berechnet werden, die angibt, wie oft pro Stunde bei einem Prüfdruck von 50 Pa die Innenluft des Gebäudes durch den Leckagestrom komplett ausgetauscht wird (siehe Bild 6).

3 Steildachdämmung mit Polyurethan-Hartschaum

Aufsparrendämmsysteme aus Polyurethan-Hartschaum (PUR/PIR) bieten einen optimalen, wärmebrückenfreien Wärmeschutz. Sie umhüllen die Dachkonstruktion wie ein wärmer Mantel und schützen sie so gegen Witterungseinflüsse. Für die Wahl von Polyurethan-Hartschaum sprechen seine außerordentliche niedrige Wärmeleitfähigkeit und seine Leistungsfähigkeit bei dünnen Dämmschichten. Bereits mit geringen Aufbauhöhen lässt sich eine sehr gute Wärmedämmung erreichen.

Weitere Vorteile der Aufsparrendämmung mit Polyurethan-Hartschaum:

- Eine Vielfalt an architektonischen Gestaltungsmöglichkeiten ergeben sich z. B. durch die im Raum sichtbaren Sparren bzw. der gesamten Holztragkonstruktion. Alternativ können die Sparren auch unterseitig verkleidet werden.
- Bei vollflächiger Dämmung auf den Sparren sind sehr viel weniger Anschlüsse der Luftdichtheitsschicht an den Baukörper notwendig (z.B. keine Anschlüsse an Innenwänden und Pfetten). Dadurch können Arbeitszeit und Material (Folie, Klebebänder etc.) eingespart werden.
- Es wird eine höhere Ausführungssicherheit erreicht, da die Anschlussfugenlänge deutlich reduziert wird.
- Die Verlegung der Polyurethan-Dämmung von oben bedeutet einfachere Handhabung und Verarbeitung.

PUR/PIR-Dämmplatten lassen sich einfach und rationell verlegen. Werden Dächer mit ausgebauten Dachgeschossen neu eingedeckt, kann man die Wärmedämmung auf den Sparren aufbringen, ohne dass die Innenseite verändert wird. Die Räume unter dem Dach können weiter genutzt werden.

Alle nachfolgend dargestellten Details sind als Anregung für die Planung und Ausführung zu verstehen. Grundsätzlich sind die einschlägigen technischen Richtlinien, z. B. Normen, Fachregeln oder Verlegehinweise der Hersteller einzuhalten. Anforderungen an U-Werte, Diffusionsverhalten durch bauphysikalische Gesetzmäßigkeiten, sowie Anforderungen an die Ausführung des Dachaufbaus sollten im Vorfeld objektbezogen festgelegt werden. Die IVPU Mitgliedsfirmen bieten eine Detailberatung an.

3.1 Polyurethan-Dämmung mit sichtbarem Dachstuhl

In einer Steildachkonstruktion, bei der die Wärmedämmschicht aus Polyurethan-Hartschaum auf eine Sichtholzschalung aufgelegt wird, ist die erforderliche Luftdichtheit in der Fläche herzustellen. Je nach Produkt und Herstellervorgabe wird eine luftdichte Schalungsbahn mit verklebten Überlappungen und entsprechend luftdichter Ausführung an die angrenzenden Bauteile und Durchdringungen verlegt.

Bild 7

Aufsparren-Kombidämmung mit Polyurethan

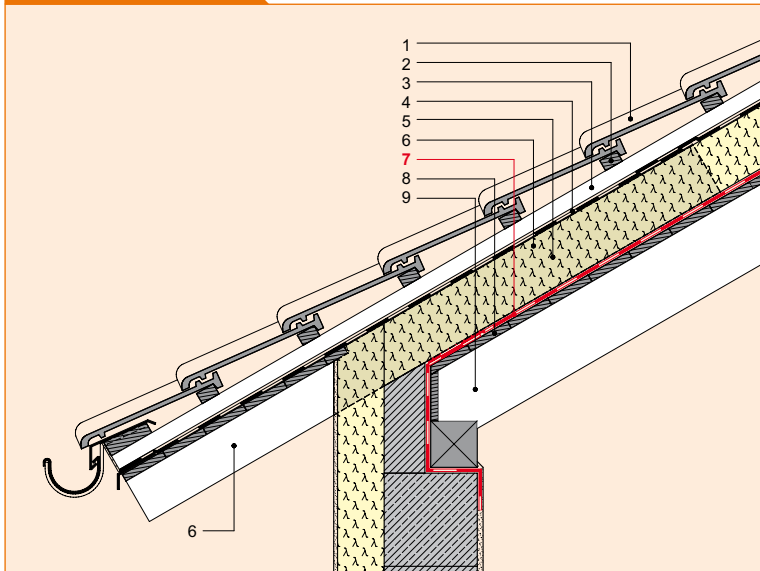


Polyurethan-Aufsparrendämmelemente können mit anderen Dämmstoffen, die zwischen den Sparren angebracht sind, kombiniert werden. Wird z. B. in einem Altbau die Dacheindeckung erneuert, kann die vorhandene, unzureichende Zwischensparrendämmung erhalten bleiben. Durch die zusätzliche Polyurethan-Aufsparrendämmung wird eine erheblich bessere Dämmleistung ohne Wärmebrücken erzielt.

3.1.1 Traufe

Bild 8

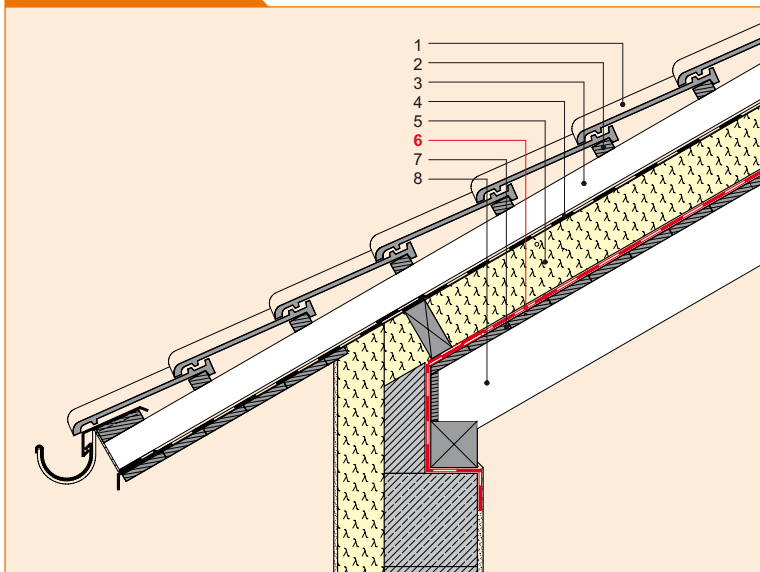
Traufanschluss mit Stichsparren



- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Windsperre / Unterdach /
Unterdeckung /Unterspannung
- 5 Polyurethan-Wärmedämmelement
mit integrierter wasserführender Ebene
- 6 Stichsparren
- 7 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 8 Sichtschalung
- 9 Sparren

Bild 9

Traufanschluss mit auskragender erhöhter Konterlatte

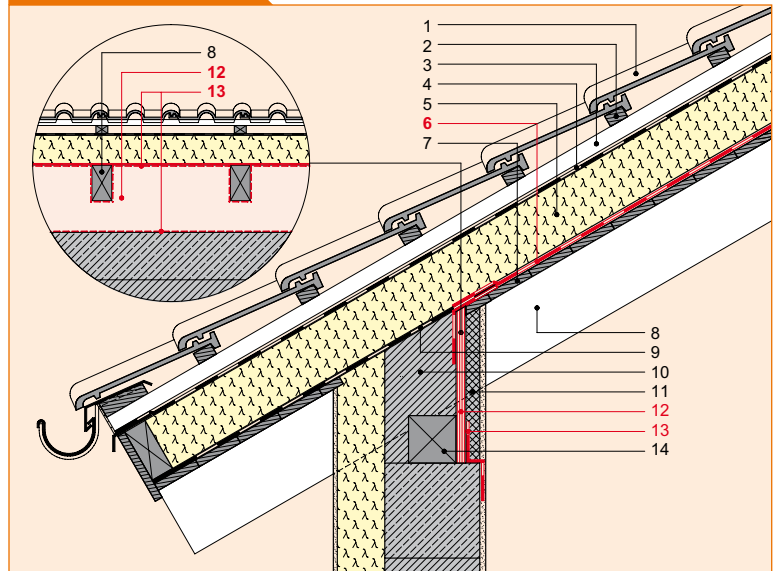


- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 erhöhte Konterlatte
- 4 Windsperre / Unterdach /
Unterdeckung /Unterspannung
- 5 Polyurethan-Wärmedämmelement
mit integrierter wasserführender Ebene
- 6 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 7 Sichtschalung
- 8 Sparren

Bild 10

Traufanschluss mit durchlaufenden Sparren

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Windsperre / Unterdach / Unterdeckung / Unterspannung
- 5 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Ebene
- 6 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 7 Sichtschalung
- 8 Sparren
- 9 Schalungsbahn
- 10 Ausmauerung Sparrenfeld
- 11 Putzträgerplatte
- 12 Stellbrett luftdicht
- 13 Luftdichter Anschluss an Stellbrett, umlaufend
- 14 Pfette



3.1.2 Ortgang

Bild 11

Ortganganschluss mit Flugsparren

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Windsperre / Unterdach / Unterdeckung / Unterspannung
- 5 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Ebene
- 6 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 7 Sichtschalung
- 8 Sparren
- 9 Pfette
- 10 Abdichtung umlaufend
- 11 Aufdoppelung Pfette
- 12 Flugsparren

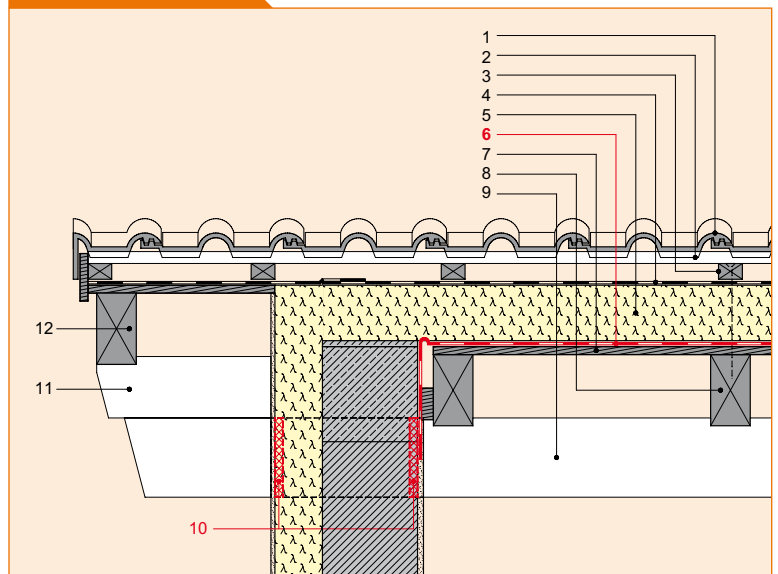
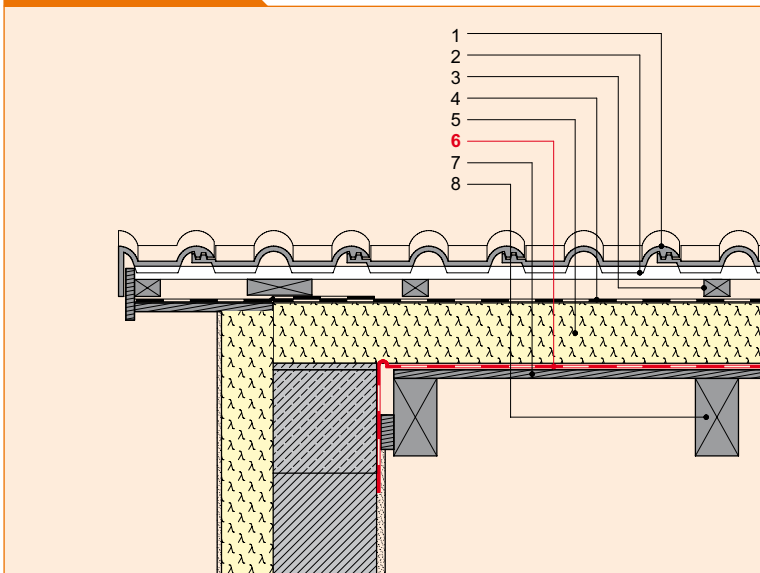
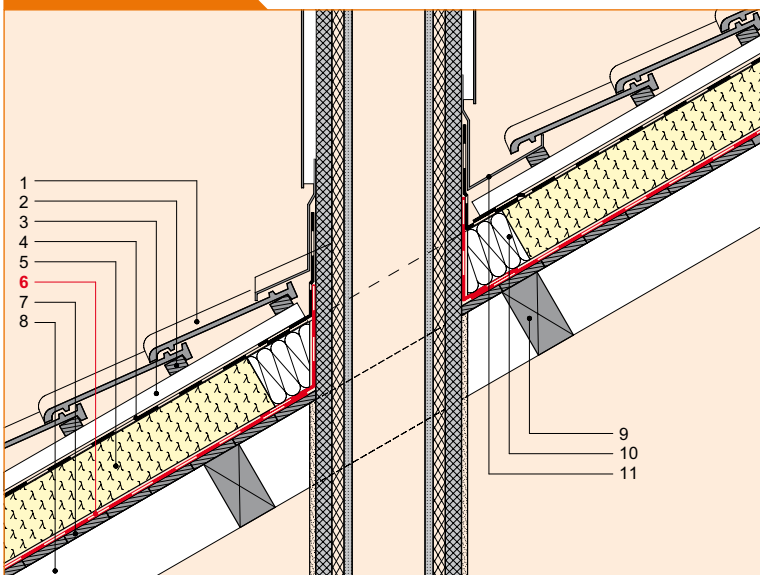


Bild 12
Ortganganschluss ohne außenliegende Sparren


- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Windsperre / Unterdach /
Unterdeckung /Unterspannung
- 5 Polyurethan-Wärmedämmelement
mit integrierter wasserführender Ebene
- 6 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 7 Sichtschalung
- 8 Sparren

3.1.3 Durchdringungen und aufgehende Bauteile

Bild 13
Kaminanschluss


- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Windsperre / Unterdach /
Unterdeckung /Unterspannung
- 5 Polyurethan-Wärmedämmelement
mit integrierter wasserführender Ebene
- 6 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 7 Sichtschalung
- 8 Sparren
- 9 Wechsel
- 10 nichtbrennbarer Wärmedämmstoff
- 11 Kaminverwahrung

Bild 14

Anschlüsse Gauben und aufgehende Bauteile

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Windsperre / Unterdach / Unterdeckung / Unterspannung
- 5 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Ebene
- 6 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 7 Sichtschalung
- 8 Sparren
- 9 Außenwandbekleidung
- 10 Holzwerkstoffplatte wasserfest verleimt
- 11 Polyurethan-Wärmedämmung
- 12 Tragkonstruktion Gaube Ausfachung mit Zuschnitten aus Polyurethan-Hartschaum
- 13 Innenwandbekleidung

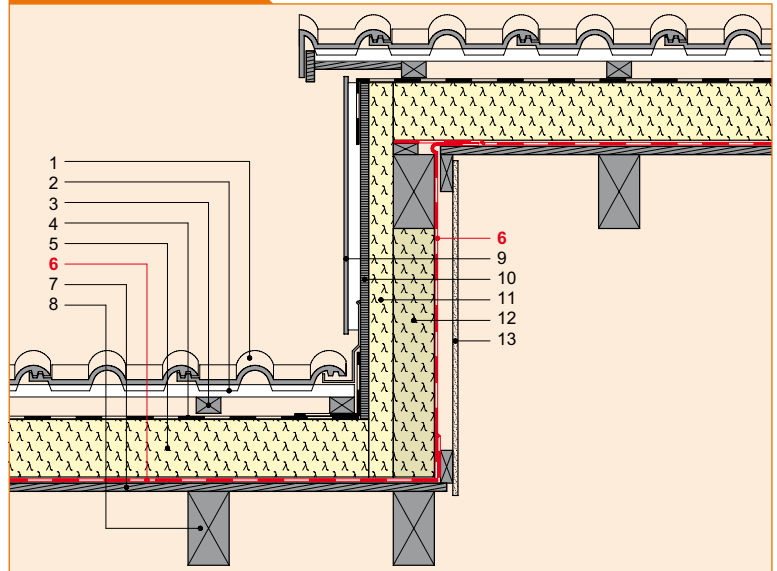
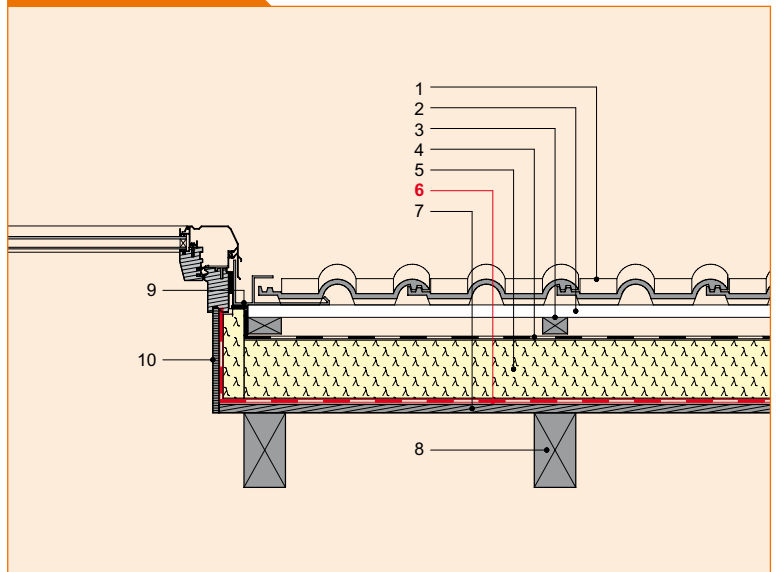


Bild 15

Dachflächenfenster

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Windsperre / Unterdach / Unterdeckung / Unterspannung
- 5 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Ebene
- 6 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 7 Sichtschalung
- 8 Sparren
- 9 Eindeckrahmen
- 10 Innenfutter



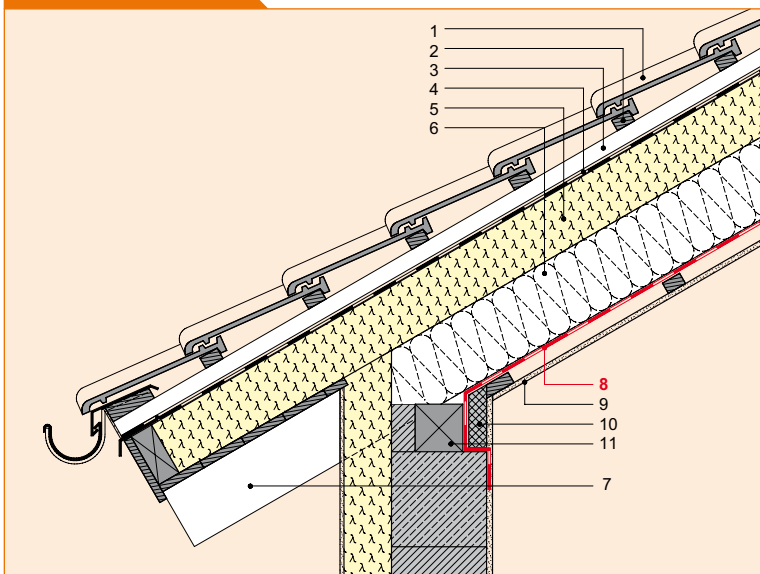
3.2 Polyurethan-Dämmung, Dachkonstruktion raumseitig nicht sichtbar

Werden die Polyurethan-Dämmplatten direkt auf den Sparren verlegt, so soll je nach Produkt und Herstellerangabe eine Folie luftdicht als Zwischenlage auf oder unter den Sparren angebracht werden. Überlappungen und Anschlüsse sind dauerhaft luftdicht zu schließen. Bei Dachsanierungen ist die geforderte Luftdichtheit auch bei Gebäuden mit bereits ausgebauten Dachräumen meist nicht gegeben. In diesem Fall muss die Luftdichtheit separat hergestellt werden. Generell gilt: Die einzelnen Bauteilschichten (z. B. s_d -Werte, Dampfbremse, Wärmeleitfähigkeit der Dämmschichten) sollten bauphysikalisch aufeinander abgestimmt sein.

3.2.1 Vollsparrendämmung

Bild 16

Traufabschluss mit durchlaufenden Sparren, Luftdichtheitsschicht unter den Sparren

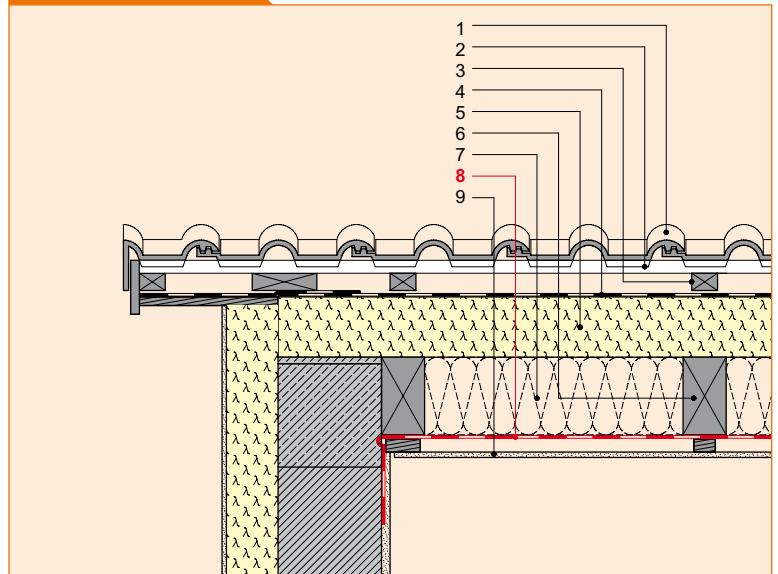


- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Windsperre / Unterdach / Unterdeckung / Unterspannung
- 5 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Ebene
- 6 Zwischensparrendämmung
- 7 Sparren
- 8 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 9 Deckenbekleidung
- 10 Putzträgerplatte
- 11 Pfette

3.2.1.2 Ortgang

Bild 17

**Ortganganschluss ohne außenliegende Sparren,
Luftdichtheitsschicht unter den Sparren**

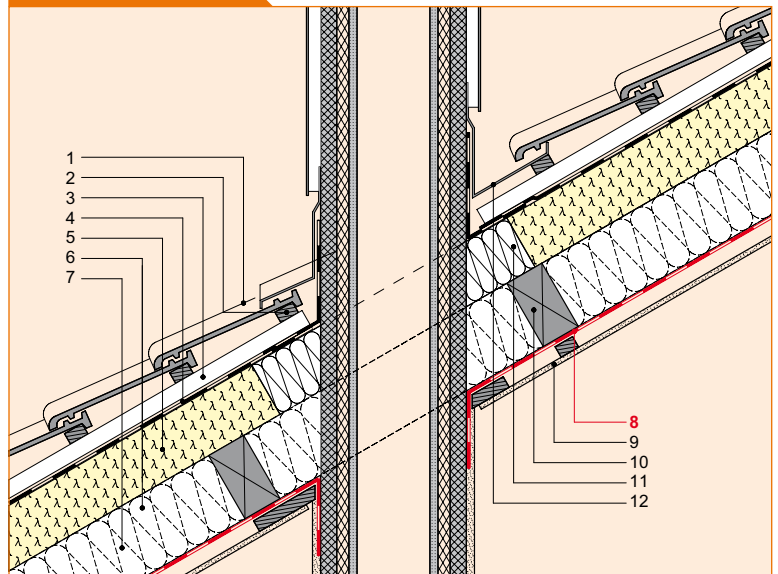


- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Windsperre / Unterdach /
Unterdeckung /Unterspannung
- 5 Polyurethan-Wärmedämmelement mit
integrierter wasserführender Ebene
- 6 Sparren
- 7 Zwischensparrendämmung
- 8 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 9 Deckenbekleidung

3.2.1.3 Aufgehende Bauteile und Durchdringungen

Bild 18

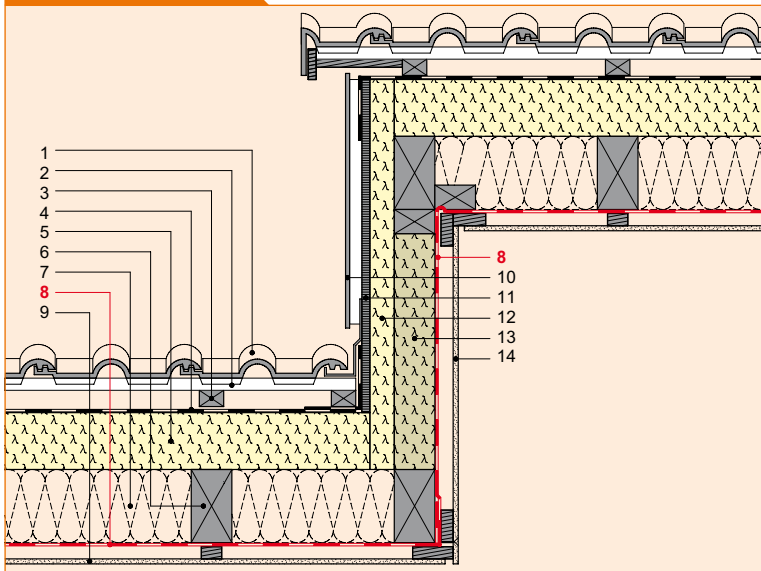
**Kaminanschluss,
Luftdichtheitsschicht unter den Sparren**



- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Windsperre / Unterdach /
Unterdeckung /Unterspannung
- 5 Polyurethan-Wärmedämmelement mit
integrierter wasserführender Ebene
- 6 Sparren
- 7 Zwischensparrendämmung
- 8 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 9 Deckenbekleidung
- 10 Wechsel
- 11 nichtbrennbarer Wärmedämmstoff
- 12 Kaminverwahrung

Bild 19

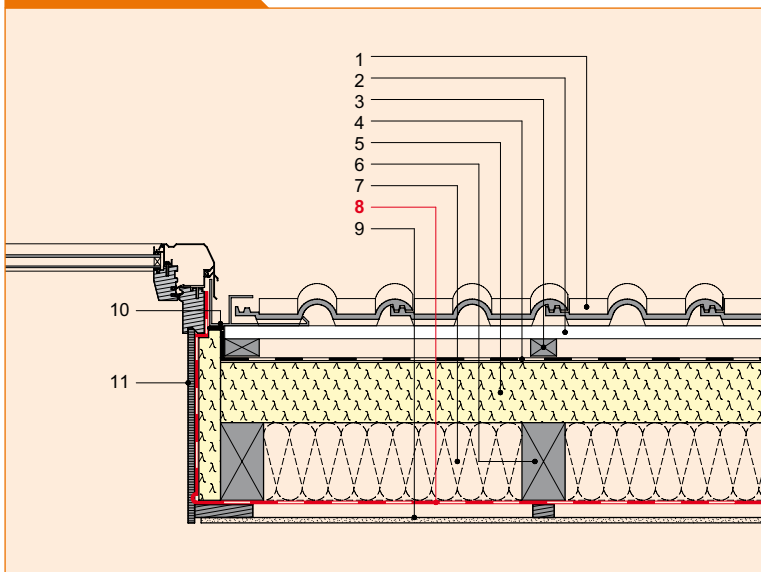
Gauben und aufgehende Bauteile, Luftdichtheitsschicht unter den Sparren



- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Windsperre / Unterdach / Unterdeckung /Unterspannung
- 5 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Ebene
- 6 Sparren
- 7 Zwischensparrendämmung
- 8 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 9 Deckenbekleidung
- 10 Außenwandbekleidung
- 11 Holzwerkstoffplatte wasserfest verleimt
- 12 Polyurethan-Wärmedämmung
- 13 Tragkonstruktion Gaube: Ausfachung mit Zuschnitten aus Polyurethan-Hartschaum
- 14 Innenwandbekleidung

Bild 20

Dachflächenfenster, Luftdichtheitsschicht unter den Sparren



- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Windsperre / Unterdach / Unterdeckung /Unterspannung
- 5 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Ebene
- 6 Sparren
- 7 Zwischensparrendämmung
- 8 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 9 Deckenbekleidung
- 10 Eindeckrahmen
- 11 Innenfutter

3.2.2 Teilsparrendämmung

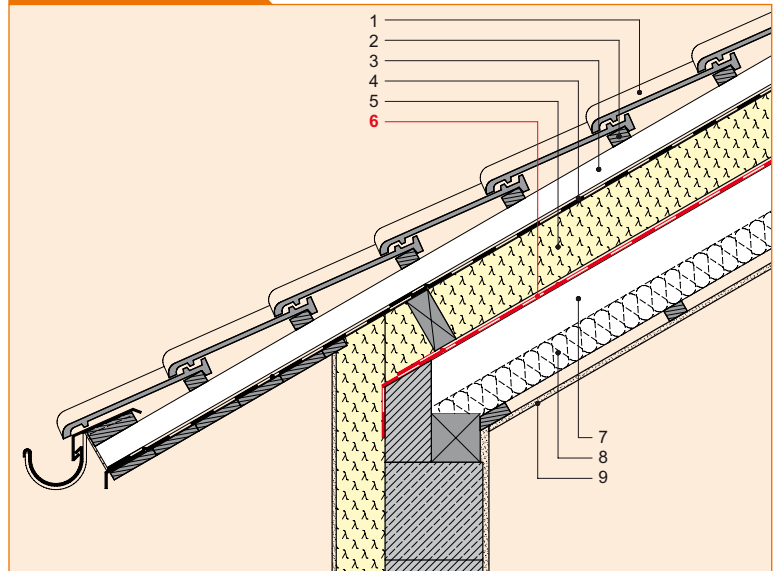
3.2.2.1 Traufe

Traufanschluss mit auskragender erhöhter Konterlatte, Luftdichtheitsschicht oberhalb der Sparren

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 erhöhte Konterlatte
- 4 Windsperre / Unterdach / Unterdeckung / Unterspannung
- 5 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Ebene
- 6 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 7 Sparren
- 8 vorhandene Zwischensparrendämmung
- 9 Deckenbekleidung

Bild 21

Traufanschluss mit auskragender erhöhter Konterlatte



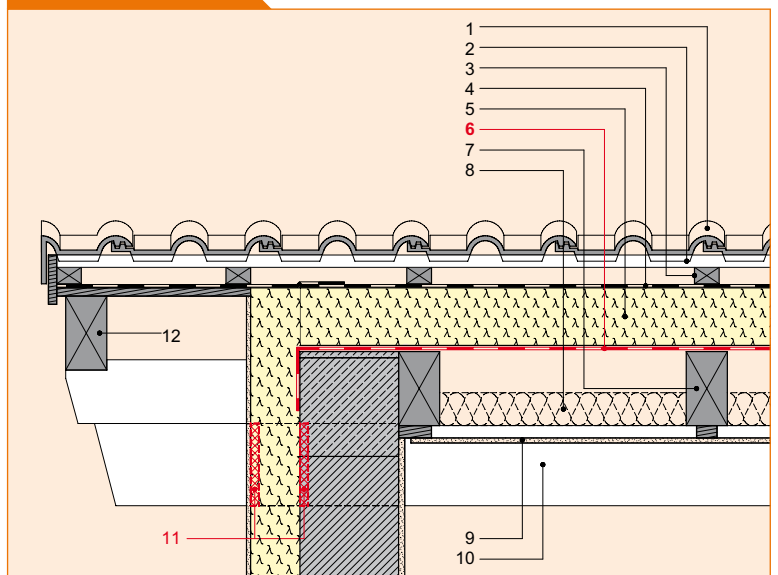
3.2.2.2 Ortgang

Ortganganschluss mit Flugsparren, Luftdichtheitsschicht oberhalb der Sparren

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Windsperre / Unterdach / Unterdeckung / Unterspannung
- 5 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Ebene
- 6 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 7 Sparren
- 8 vorhandene Zwischensparrendämmung
- 9 Deckenbekleidung
- 10 Pfette
- 11 Abdichtung umlaufend
- 12 Flugsparren

Bild 22

Ortganganschluss mit Flugsparren



4 Eigenschaften von Polyurethan-Hartschaum – Übersicht für das Steildach

Tabelle 1
Eigenschaften von Polyurethan-Hartschaum (PUR/PIR)

Eigenschaft	Norm/ Vorschrift	Einheit	Stufen/ Klassen nach DIN EN 13165	Dämmung		
				auf den Sparren	zwischen den Sparren; oberste, begehbare Geschossdecke	unter den Sparren; oberste Geschoss- decke u. Kellerdecke unterseitig
PUR/PIR- Qualitätstyp	DIN V 4108-10	–	–	PUR/PIR 024 DAD PUR/PIR 028 DAD	PUR/PIR 024 DZ PUR/PIR 028 DZ PUR/PIR 030 DZ	PUR/PIR 024 DI PUR/PIR 028 DI PUR/PIR 030 DI
Wärmeleitfähigkeit λ	Nach allgem. bauaufsicht- licher Zulas- sung	W/(m·K)	–	0,024 0,028	0,024 0,028 0,030	0,024 0,028 0,030
Wärmedurchlasswider- stand	DIN EN 13165	(m ² ·K)/W	–	nach Herstellerangabe		
Druckfestigkeit oder Druckspannung bei 10% Stauchung	EN 826	kPa	CS(10/Y)i	≥ 100		
Zulässige Dauer-Druckbe- lastung über 20 Jahre; bei Stauchung ≤ 2%	EN 1606	kPa	CC(i ₁ /i ₂ /20) σ_c	20		
Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene	EN 1607	kPa	TRi	40 – 100 (bei Rohdichten von 30 bis 40 kg/m ³) 40 – 900 (bei Rohdichten von 30 bis 80 kg/m ³)		
E-Modul aus Zugversuch	EN 1607	MPa	–	6 – 9 (bei Rohdichten von 30 bis 40 kg/m ³) 8 – 32 (bei Rohdichten von 30 bis 80 kg/m ³)		
Scherfestigkeit	EN 12090	kPa	–	80 – 120 (bei Rohdichten von 30 bis 40 kg/m ³) 120 – 450 (bei Rohdichten von 30 bis 80 kg/m ³)		
Biegefestigkeit	EN 12089	kPa	–	250 – 500 (bei Rohdichten von 30 bis 40 kg/m ³) 250 – 1300 (bei Rohdichten von 30 bis 80 kg/m ³)		
Dimensionsstabilität bei definierten Temperatur- und Feuchtebedingungen	EN 1604	%	DS(TH)2	Mindestanforderungen in der Wärme: Länge und Breite ≤ 5; Dicke ≤ 10 und in der Kälte: Länge und Breite ≤ 1; Dicke ≤ 2 werden erfüllt.		
Wärmeausdehnungs- koeffizient	Anlehnung an DIN 1604	–	–	PUR-Dämmplatten mit flexiblen Deckschichten: 3 – 7·10 ⁻⁵ ·K ⁻¹ PUR-Dämmplatten ohne Deckschichten: 5 – 8·10 ⁻⁵ ·K ⁻¹		
Verformung unter Druck- und Temperaturbelastung		%	DLT(i)5	keine Anforderung		
Geschlossenzeitigkeit	ISO 4590	Vol.-%	–	> 90		
Brandverhalten	DIN 4102	–	–	B 1 (schwerentflammbar) B 2 (normalentflammbar)		
Spezifische Wärmekapazität	EN 12524	J/(kg·K)	–	1400		
Ebenheit nach einseitiger Befeuchtung	EN 825	mm	FWi	keine Anforderung		
Wasseraufnahme nach 28-tägiger Unterwasser- lagerung	EN 12087	Vol.-%	WL(T)i	1,0 bis 2,5		
Wasserdampf-Diffusions- widerstandszahl	EN 12086	μ	Mui	40 – 200 ¹⁾ dickenabhängig		
Temperaturbeständigkeit	–	°C	–	–30 bis +90 ²⁾ kurzzeitig heißbitumenbeständig bis +250		

¹⁾ Polyurethan-Hartschaum-Dämmelemente mit Alu-Deckschichten sind nahezu dampfdiffusionsdicht

²⁾ Mit Spezialprodukten aus Polyurethan-Hartschaum sind tiefere bzw. höhere Temperaturbelastungen möglich.

5 Anhang

5.1 Planungshilfen und Technische Informationen

Der IVPU bietet Planungshilfen und Technische Informationen an, die ausführlich über den Einsatz und die Eignung von Polyurethan-Hartschaum als Wärmedämmung in verschiedenen Anwendungsgebieten informieren:

Planungshilfen

- Steildach
- Flachdach
- Fußboden und Decke
- Wand

Die Schriften und Planungshilfen sind auf der Polyurethan-Website www.daemmt-besser.de veröffentlicht.

Weitere Informationen und Konstruktionshilfen (Ausschreibungstexte, wärmedämmtechnische Berechnungen, Preis und Lieferangaben) sind bei den IVPU Mitgliedsfirmen erhältlich. Das aktuelle Mitgliederverzeichnis kann von der IVPU-Website abgerufen werden.

5.2 Verzeichnis der Bilder

Bild 1	Hochleistungsdämmung aus Polyurethan ist entscheidend für Wohnbehaglichkeit und Komfort in den eigenen vier Wänden Quelle: IVPU / Fertighaus Weiss GmbH	Bild 11	Ortganganschluss mit Flugsparren Quelle: IVPU
Bild 2	Luft- und Winddichtheit Quelle: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) / IVPU	Bild 12	Ortganganschluss ohne außenliegende Sparren Quelle: IVPU
Bild 3	Schematische Darstellung einer Dachkonstruktion mit raumseitiger Luftdichtheitsschicht – Beispiel Zwischensparrendämmung Quelle: IVPU	Bild 13	Kaminanschluss Quelle: IVPU
Bild 4	Schematische Darstellung einer Dachkonstruktion mit raumseitiger Luftdichtheitsschicht – Beispiel Polyurethan-Aufsparrendämmung Quelle: IVPU	Bild 14	Anschlüsse Gauben und aufgehende Bauteile Quelle: IVPU
Bild 5	Einbau des Blower-Door-Ventilators und der Messeinrichtung Quelle: IVPU	Bild 15	Dachflächenfenster Quelle: IVPU
Bild 6	Blower-Door-Messung mit Unter- und Überdruck Quelle: SIGA	Bild 16	Traufanschluss mit durchlaufenden Sparren, Luftdichtheitsschicht unter den Sparren Quelle: IVPU
Bild 7	Aufsparren-Kombidämmung mit Polyurethan Quelle: IVPU	Bild 17	Ortganganschluss ohne außenliegende Sparren, Luftdichtheitsschicht unter den Sparren Quelle: IVPU
Bild 8	Traufanschluss mit Sichtsparren Quelle: IVPU	Bild 18	Kaminanschluss, Luftdichtheitsschicht unter den Sparren Quelle: IVPU
Bild 9	Traufanschluss mit auskragender erhöhter Konterlatte Quelle: IVPU	Bild 19	Gauben und aufgehende Bauteile, Luftdichtheitsschicht unter den Sparren Quelle: IVPU
Bild 10	Traufanschluss mit durchlaufenden Sparren Quelle: IVPU	Bild 20	Dachflächenfenster, Luftdichtheitsschicht unter den Sparren Quelle: IVPU
		Bild 21	Traufanschluss mit auskragender erhöhter Konterlatte Quelle: IVPU
		Bild 22	Ortganganschluss mit Flugsparren Quelle: IVPU



IVPU Industrieverband Polyurethan-Hartschaum e. V.
Im Kaisemer 5 • 70191 Stuttgart
Telefon +49 (0) 711 29 17 16 • Telefax +49 (0) 711 29 49 02
ivpu@ivpu.de • www.daemmt-besser.de

Polyurethan-Hartschaum (PUR/PIR) **Dämmstoffhersteller**

AWA GmbH Dachbaustoffwerke
Member of the IKO Group
Maarstraße 48
53227 Bonn
www.awa.de

KARL BACHL GmbH & Co KG
Kunststoffverarbeitung
Osterbachtal 1
94133 Röhrnbach
www.bachl.de

Paul Bauder GmbH & Co. KG
Korntaler Landstr. 63
70499 Stuttgart
www.bauder.de

Celotex Limited
Industrial Estate, Lady Lane
GB-Hadleigh, Ipswich,
Suffolk IP7 6BA
Grossbritannien
www.celotex.co.uk

EcoTherm Deutschland
GmbH & Co. KG
Fuggerstrasse 15
49479 Ibbenbüren
www.ecotherm-deutschland.com

Linzmeier Bauelemente GmbH
Postfach 12 63
88492 Riedlingen
www.linzmeier.de

puren gmbh
Rengoldshauser Str. 4
88662 Überlingen
www.puren.com

Recticel Dämmsysteme GmbH
Hagenauer Str. 42
65203 Wiesbaden
www.recticel.de

Rohstoffhersteller

Bayer MaterialScience AG
www.bayermaterialscience.de

C.O.I.M. S.p.A.
Chimica Organica Industriale
Milanese
www.coimgroup.com

Elastogran GmbH
European Business Management
Insulation
www.elastogran.de

Huntsman (Germany) GmbH
www.huntsman.com

Momentive Performance Materials
(Suisse) Sarl
www.momentive.com

M.P.I. Chemie B.V.
www.mpi-chemie.com

Solvay Fluor GmbH
www.solvay-fluor.com