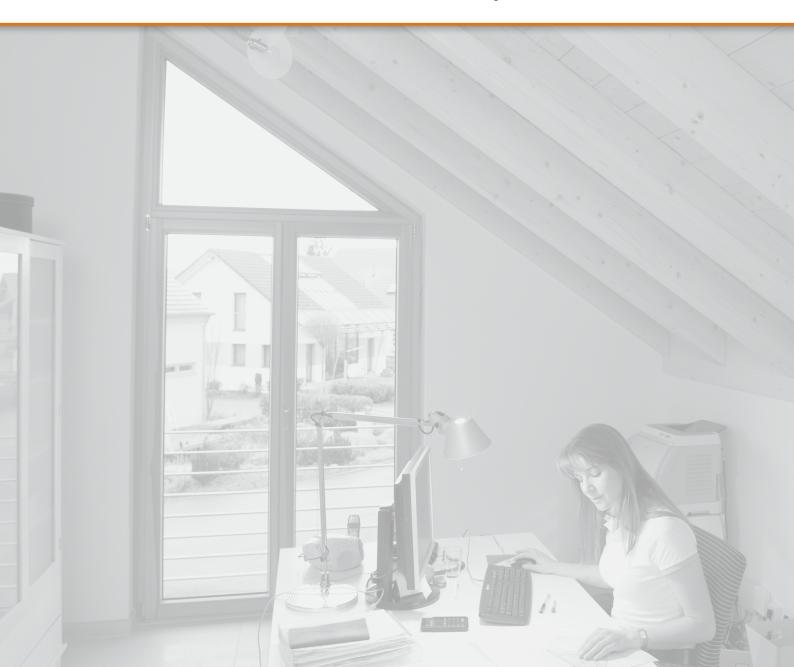




Steildach dämmen mit Polyurethan-Hartschaum



## Steildach dämmen mit Polyurethan-Hartschaum



Im Ein- und Mehrfamilienhausbau sind Steildächer die vorherrschende Dachkonstruktion. Das Steildach bietet individuelle Gestaltungsmöglichkeiten und schafft zusätzlichen, behaglichen Wohnraum unter dem Dach. Zur Wohnbehaglichkeit gehören angenehme Temperaturen im ganzen Haus – im Winter warm, im Sommer kühl.

Wohnraum wird erst dann wertvoll, wenn neben der Behaglichkeit und dem Wohnklima auch die Energiebilanz stimmt. Bis zu einem Drittel der kostbaren Heizenergie kann über ein schlecht gedämmtes Dach entweichen. Mit leistungsfähiger Wärmedämmung aus Polyurethan-Hartschaum (PUR/PIR) können diese Energieverluste wirkungsvoll vermindert und Heizkosten eingespart werden.

Für die Wärmedämmung von Steildächern mit PUR/PIR-Hartschaum hat sich vor allem die Dämmung auf den Sparren bewährt. Sie ist – bauphysikalisch und wirtschaftlich gesehen – die beste Methode. Die Aufsparrendämmung kann auch mit einer Zwischen- oder Untersparrendämmung kombiniert werden.

Die Wirksamkeit der Wärmedämmung hängt von den bauphysikalischen Eigenschaften des Dämm-Materials ab. Für Polyurethan-Hartschaum spricht seine außerordentlich niedrige Wärmeleitfähigkeit. Die Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV 2009) an die Wärmedämmung von Neu- und Altbauten können mit sehr schlanken Polyurethan-Dämmsystemen erfüllt werden. Polyurethan-Hartschaum ist damit viel leistungsfähiger als konventionelle Dämmstoffe.

Polyurethan-Hartschaum Dämmstoffe mit diffusionsdichten Deckschichten werden in der Wärmeleitfähigkeitsstufe WLS 024 angeboten. Mit diffusionsoffenen Deckschichten sind diese Dämmstoffe in der WLS 028 erhältlich. Dämmplatten oder Formteile aus Polyurethan-Blockschaum fallen in die WLS 030. Nahezu alle anderen im Steildach eingesetzten Dämmstoffe haben schlechtere Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit.

Inhalt

1 Ba	uphysikalische und technische			nierungslösungen für Steildächer –	
An	forderungen	4	Ko	nstruktionsbeispiele	20
1.1	Energieeinsparverordnung (EnEV)	4			
1.2	Energieausweis	5	3. 1	Ungedämmte Dachkonstruk-	
1.3	Energiesparender Wärmeschutz	5		tionen bei sichtbaren Sparren	20
1.4	Mindestwärmeschutz	6	3.2	Ungedämmte Dachkonstruk-	
1.5	Vermeidung von Wärmebrücken	6		tionen bei raumseitiger Beklei-	
1.6	Luft- und Winddichtheit			dung	23
	der Gebäudehülle	6	3.3	Dachkonstruktionen bei vorhan-	
1.7	Regensicherheit – Zusätzliche			dener Zwischensparrendämmung	25
	Maßnahmen zur Bedachung	7	3.4	Dachkonstruktionen bei vorhan-	
1.8	Sommerlicher Wärmeschutz	8		dener Aufsparrendämmung	28
1.9	Polyurethan-Qualitätstypen	9	3.5	Massivdachkonstruktionen	29
1.10	Brandverhalten	10			
1.11	Befestigung und Lastabtragung	11	4 Ve	rlegeempfehlungen	30
1.12	Schallschutz	12			
				rteile der Polyurethan-Hartschaum	
			Dä	mmung im Steildach	32
	ärmedämmung von Steildächern				
im	Neubau – Konstruktionsbeispiele	16	5.1	Produkteigenschaften von Poly- urethan-Hartschaum im Überblick	32
2.1	Polyurethan-Dämmung auf		5.2	Wirtschaftlichkeit von Polyurethan-	
	den Sparren und raumseitiger			Dämmsystemen im Vergleich mit	
	Bekleidung	16		anderen Steildach-Dämmungen	32
2.2	Polyurethan-Dämmung auf				
	sichtbaren Sparren	17	6 Gi	iteüberwachung von Polyurethan-	
2.3	Polyurethan-Dämmung auf		Ha	rtschaum Dämmstoffen	
	den Sparren in Kombination mit		mi	t ÜGPU-Qualitätszeichen	33
	einer Zwischensparrendämmung	18			
2.4	Polyurethan-Dämmung unter		7 Tec	chnische und physikalische	
	den Sparren in Kombination mit		Eig	genschaften von Polyurethan-	
	ainer Zwiechenenerrendämmung	10	Ha	rtechaum im Staildach	2/

## 1 Bauphysikalische und technische Anforderungen

#### Anforderungen aus Normen und Richtlinien

Beim Neubau oder der Sanierung eines Steildaches sind eine Reihe von bautechnischen und bauphysikalischen Anforderungen aus vorgegebenen Normen und fachtechnischen Regeln in der jeweils gültigen Fassung zu erfüllen:

#### Energieeinsparverordnung – EnEV 2009:

Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden

#### **DIN 4102:**

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen

- Teil 1 Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
- Teil 7 Bedachungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

#### **DIN 4108:**

Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden

- Beiblatt 2 Wärmebrücken: Planungsund Ausführungsbeispiele
- Teil 2 Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
- Teil 3 Klimabedingter Feuchteschutz Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
- Teil 4 Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
- Teil 6 Berechnung des Jahresheizwärmeund des Jahresheizenergiebedarfs
- Teil 7 Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele
- Teil 10 Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe: Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe

#### **DIN 4109**:

Schallschutz im Hochbau: Anforderungen und Nachweise

#### DIN V 18599:

Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung

#### **DIN EN ISO 6946:**

Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren

#### **DIN EN 13165**:

Wärmedämmstoffe für Gebäude: Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan-Hartschaum (PUR) - Spezifikation

#### **DIN EN 13501**:

Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten

- Teil 1 Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten
- Teil 2 Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen

#### Regelwerk des Deutschen Dachdeckerhandwerks:

aufgestellt und herausgegeben vom Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks – Fachverband Dach, Wand- und Abdichtungstechnik – e.V. (ZVDH), Köln:

- Grundregel für Dachdeckungen, Abdichtungen und Außenwandbekleidungen
- Merkblatt Wärmeschutz bei Dach und Wand

#### 1.1 Energieeinsparverordnung (EnEV)

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) bewertet das Gebäude als ganzheitliches System. Neben dem baulichen Wärmeschutz werden unter anderem die Anlagentechnik und die Warmwasserbereitung in die Bilanzierung der Energiegewinne und –verluste einbezogen. Im Nichtwohnungsbau werden außerdem Belüftung, Klimatisierung und Beleuchtung detailliert berücksichtigt.

Der bauliche Wärmeschutz im Neu- und Altbau hat die Aufgabe,

- die Behaglichkeit und Gesundheit der Bewohner zu gewährleisten,
- Bauschäden zu vermeiden,
- Heizenergie einzusparen und die Umwelt zu entlasten.

Wärmeverluste entstehen in erster Linie durch unzureichende Wärmedämmung der Gebäudehülle und unkontrollierte Lüftung infolge von nicht luftdichten Bauteilen. Je besser der Wärmeschutz, desto weniger Energie wird zur Deckung des Heizwärmebedarfs benötigt. Hinzu kommt: Das Gebäude und seine Hülle stellen ein System mit einer langen Lebensdauer und einem dementsprechend langfristigen Energieeinspareffekt dar.

Für jeden Gebäudetyp lassen sich Einsparmöglichkeiten durch optimale Wärmeschutzmaßnahmen ermitteln. Bei Altbauten liegt die zu erwartende Energieeinsparung durch Wärmedämm-Maßnahmen im Durchschnitt bei 50 %.

In der EnEV sind die Höchstwerte des Jahres-Primärenergiebedarfs und der spezifischen Transmissionswärmeverluste von Gebäuden festgelegt. Eine Begrenzung des Primärenergiebedarfs und der Transmissionswärmeverluste im Sinne der EnEV wird durch einen energiesparenden Wärmeschutz erreicht.

Als Anforderungen der EnEV sind zu beachten:

- Energiesparender Wärmeschutz,
- Mindestwärmeschutz.
- Vermeidung von Wärmebrücken,
- Dichtheit der Gebäudehülle,
- Sommerlicher Wärmeschutz.

#### 1.2 Energieausweis

In privaten Haushalten stellen die Heizkosten den größten Anteil der Betriebskosten dar. Noch immer wird ein Drittel des gesamten Primärenergiebedarfs für die Raumheizung und Warmwasserbereitung aufgewendet. Anders als bei Autos oder Haushaltgeräten wissen Käufer oder Mieter von Wohnungen und Häusern nur wenig über deren Energiebedarf. Objektive Informationen sind Mangelware, Vergleichsmaßstäbe fehlen. Die Einführung des Energieausweises für Gebäude soll hier Transparenz schaffen.

Der Energieausweis dokumentiert die energetische Qualität eines Gebäudes. Mieter und Käufer können sich mit Hilfe des Energieausweises bereits bei der Objektsuche über die Energieeffizienz eines Gebäudes informieren. Darüber hinaus sind jedem Energieausweis Modernisierungsempfehlungen beigefügt.

In Deutschland muss der Energieausweis für Neubauten gemäß EnEV ausgestellt werden. Verkäufer oder Vermieter von Altbauwohnungen bzw. Gebäude im Bestand sind verpflichtet, potenziellen Käufern oder Neumietern einen Energieausweis zugänglich zu machen, wenn diese ihn verlangen.

1.3 Energiesparender Wärmeschutz

Unter energiesparendem Wärmeschutz versteht man Maßnahmen, die den Heizenergiebedarf in einem Gebäude bei entsprechender Nutzung nach vorgegebenen Anforderungen reduzieren.

Für einen zeitgemäßen Wärmeschutz im Sinne der EnEV 2009 empfiehlt der IVPU für die Dämmung von Steildächern im Neubau den U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizienten)  $von \le 0.16 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$ 

Diesen Wert können Planer direkt in die Berechnungen gemäß EnEV 2009 für den Neubau einsetzen (vergleiche Tabelle 1).

Für den Altbau sind die Anforderungen an den U-Wert einzelner Bauteile in der EnEV vorgeschrieben. Bei der U-Wert Berechnung muss der vorhandene Aufbau berücksichtigt werden. Die Anforderungen der EnEV stellen ein Mindestmaß dar. Da mit geringem Mehraufwand eine deutliche Verbesserung erzielt werden kann, werden auch für die Sanierung niedrigere U-Werte empfohlen.

Tabelle 1 Steildach im Neubau und im Gebäudebestand						
	Steildach Aufsparrendämmung					
		Neubau				
	IVPU-Em	pfehlung	Passivhaus	Empfehlung		
PUR/PIR- Hartschaum	U-Wert	Dämmstoff- dicke	U-Wert	Dämmstoff- dicke		
	W/(m²⋅K)	mm	W/(m²·K)	mm		
	≤ 0,16		≤ 0,10			
WLS 024		≥ 140*		≥ 240*		
WLS 028		≥ 160*		≥ 260*		
		Gebäudebestan	d			
	EnEV-Anfor	derung 2009	IVPU-Em	pfehlung		
	≤ 0,24		≤ 0,18			
WLS 024		≥ 100**		≥ 140**		
WLS 028		≥ 120**		≥ 160**		

I I-Warte und PI IR/PIR-Dämmetoffdicken für das

- siehe Konstruktionsbeispiel Bild 6
- \*\* siehe Konstruktionsbeispiel Bild 17 b

Weitere Informationen zum Energieausweis veröffentlicht die dena -Deutsche Energie-Agentur im Internet unter www.zukunft-haus.info

#### 1.4 Mindestwärmeschutz

Unter Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 versteht man Maßnahmen, um Tauwasserund Schimmelpilzfreiheit sowie ein hygienisches Raumklima zu gewährleisten. Die Anforderungen des Mindestwärmeschutzes müssen an jeder Stelle des Gebäudes nach den anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden.

Der Mindestwärmeschutz darf nicht mit dem energiesparenden Wärmeschutz verwechselt werden. Die Ausführung von Mindestwärmeschutz-Maßnahmen garantiert nicht die Einhaltung der EnEV.

#### 1.5 Vermeidung von Wärmebrücken

Wärmebrücken sind örtlich begrenzte Schwachstellen einer Baukonstruktion, durch die mehr Wärme abfließen kann als durch die umgebenden Flächen. Wärmebrücken bewirken Wärmeverluste, niedrigere Oberflächentemperaturen und verursachen letztendlich einen erhöhten Heizwärmebedarf. Die niedrigeren Oberflächentemperaturen führen zur Bildung von Tauwasser an der raumseitigen Bauteiloberfläche, wodurch es zu Feuchteschäden und Schimmelpilzbildung kommen kann.

Die EnEV schreibt vor, dass der Wärmebrückeneinfluss auf den Jahresheizwärmebedarf nach den Regeln der Technik und den wirtschaftlich vertretbaren Maßnahmen so gering wie möglich gehalten wird. Der verbleibende Einfluss der Wärmebrücken ist bei der Ermittlung des Transmissionswärmeverlusts und des Jahres-Primärenergiebedarfs zu berücksichtigen.

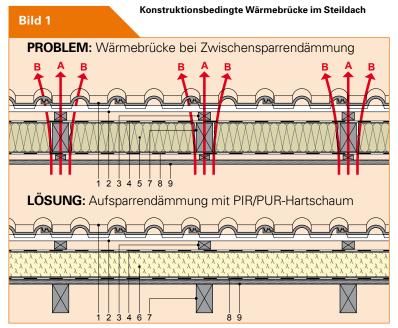
Wärmebrücken können durch die fachgerechte Dämmung mit Polyurethan-Hartschaum minimiert werden. So lassen sich Wärmebrücken, die bei der Zwischensparren-Dämmung von Steildächern unvermeidbar sind, durch den Einsatz von PUR/PIR-Hartschaum-Dämmplatten mit umlaufender Kantenausbildung (Nut/Feder oder Stufenfalz) auf den Sparren problemlos ausschließen.

## 1.6 Luft- und Winddichtheit der Gebäudehülle

Die allgemeinen Anforderungen an die Luftund Winddichtheit der Gebäudehülle und an den Mindestluftwechsel sind in der EnEV und in der DIN 4108-7 aufgeführt.

#### Luftdichtheit:

Die Luftdichtheitsschicht soll Durchströmungen der Konstruktion von innen nach außen verhindern. Sie befindet sich in der Regel raumseitig, also auf der warmen Seite der Wärmedämmung<sup>1</sup>. Die fachgerechte Ausführung einer luftdichten Gebäudehülle erfordert entsprechende planerische Vorgaben.



- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Windsperre / Unterdach / Unterdeckung / Unterspannung
- 5 Zwischensparrendämmung / Faserdämmstoff
- 6 Polyurethan-Wärmedämmelement
- 7 Sparren
- 8 Luftdichtsheitsschicht / Dampfbremse
- 9 Raumseitige Bekleidung
- A Wärmebrücke durch Sparren
- B Wärmebrücke durch schwundbedingte Fugenbildung

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Vgl. Aus Forschung und Technik Nr. 6: Luft- und Winddichtheit bei der Steildachdämmung mit Polyurethan-Hartschaum Herausgegeben vom IVPU – Industrieverband Polyurethan-Hartschaum e. V. Stuttgart, 2008.

Im Steildachaufbau wird der dauerhaft luftdichte Anschluss der Luftdichtheitsschicht an das Umfassungsmauerwerk, an Holzrahmenkonstruktionen und an Dachdurchdringungen mit vorkomprimierten Fugendichtbändern, geeigneten Klebemassen, Klebebändern und Anpresslatten oder durch Einputzen hergestellt. Die Anwendungsempfehlungen der Materialhersteller sind zu beachten.

Traufseitig werden zur luftdichten Ausführung z.B. Konstruktionen mit Stichsparren, also ohne durchgehende Sparren, empfohlen. Die luftdichte Schicht wird dabei über die Sparrenstirnseiten geführt und an der Außenwand angeschlossen. Eine Abdichtung um den Sparrenmittels Dichtbändern oder ähnlichem Material ist ebenfalls möglich.

Die Luftdichtheit der Gebäudehülle kann mit einem Differenzdruckverfahren, z. B. mit dem nach DIN EN 13829 genormten Blower-Door-Messverfahren, geprüft werden. Der bei einer Druckdifferenz zwischen innen und außen von 50 Pa gemessene Luftvolumenstrom – bezogen auf das beheizte Raumluftvolumen – darf bei Gebäuden

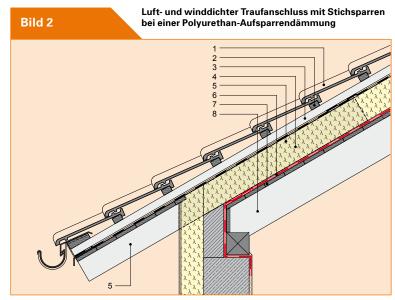
- I ohne raumlufttechnische Anlagen 3,0 h-1
- mit raumlufttechnischen Anlagen 1,5 h-1
- bei Passivhäuser 0,6 h-1 nicht überschreiten.

#### Winddichtheit:

Die Winddichtheitsschicht soll das Einströmen kalter Außenluft in die Konstruktion vermeiden. Sie befindet sich immer außenseitig, also auf der kalten Seite der Wärmedämmung. Bei einer Aufsparrendämmung mit Polyurethan-Hartschaum kann auf eine separate Winddichtheitsschicht verzichtet werden, da PUR/PIR-Wärmedämmelmente – im Gegensatz zu anderen Wärmedämmstoffen – nicht von der Luft durchströmt werden können und somit winddicht sind.

## 1.7 Regensicherheit – Zusätzliche Maßnahmen zur Bedachung

Entsprechend den Fachregeln des Deutschen Dachdeckerhandwerks ZVDH sind Zusatzmaßnahmen zur Regensicherheit bei der Planung und Ausführung vorzusehen. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn erhöhte Anforderungen an die Dachdeckung gestellt werden.



Erhöhte Anforderungen liegen vor, wenn

- die Regeldachneigung des Bedachungsmaterials unterschritten wird.
- konstruktive Besonderheiten wie z.B. verschnittene Dachflächen berücksichtigt werden müssen,
- das Dachgeschoss zu Wohnzwecken genutzt wird,
- klimatische Verhältnisse wie z.B. schneereiches Gebiet, windexponierte Lage, extremer Standort eine wichtige Rolle spielen und / oder
- örtliche Bestimmungen dies ergeben.

In diesen Fällen sind eine oder mehrere der folgenden Zusatzmaßnahmen zur Regensicherheit erforderlich:

- Unterdach
- Unterdeckung
- Unterspannung

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Deckschicht
- 5 Stichsparren
- 6 Luftdichtheitsschicht/ Dampfbremse
- 7 Sichtschalung
- 8 Sparren

Es sind Zusatzmaßnahmen erforderlich, wenn die Unterdeckung die Funktion einer Behelfsdeckung einschließen soll, und/oder die Regeldachneigung des Bedachungsmaterials unterschritten wird. Als Behelfsdeckung gelten Unterdeckbahnen oder Wärmedämmelemente mit oberseitigen Bahnen, welche entsprechend den Vorgaben der ZVDH Produktdatenblätter auf ihre Schlagregensicherheit hin geprüft sind und einer erhöhten Alterung widerstehen.

Werkstoff und von der Deckungsart.2

an heißen Tagen die Raumtemperatur - vor allem in Wohnungen unter dem Dach - auf

Die Zusatzmaßnahmen sind abhängig vom 1.8 Sommerlicher Wärmeschutz Der sommerliche Wärmeschutz hat die Aufgabe, einem erträglichen Niveau zu halten. Um einen

energiesparenden sommerlichen Wärmeschutz sicherzustellen, sind nach EnEV bei Gebäuden mit mehr als 30 % Fensterflächenanteil, die in der DIN 4108-2 festgelegten höchstzulässigen Sonneneintragskennwerte einzuhalten.

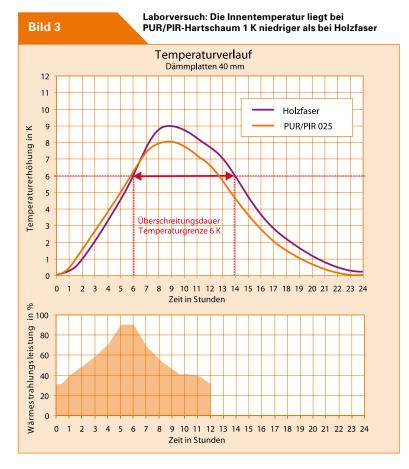
Thermische Computersimulationen haben gezeigt,

- dass die einfallende Sonneneinstrahlung über die Fenster den größten Einfluss auf das sommerliche Raumklima hat und daher insbesondere ein wirksamer Sonnenschutz an der Fensterfläche ein angenehmes Raumklima schafft:
- dass der Einfluss der unterschiedlichen Wärmespeicherfähigkeit der Dämmstoffe auf das sommerliche Raumklima vernachlässigbar gering ist.3

#### Einfluss der Speichermasse auf den sommerlichen Wärmeschutz

Wärmedämmstoffe können Wärme aufgrund ihrer niedrigen Wärmeleitfähigkeit und vergleichsweise geringen Masse nur langsam aufnehmen und abgeben. Ihre effektive Wärmespeicherkapazität ist daher gering. Die Aufgabe von Wärmedämmstoffen besteht darin, dass sie an heißen Sommertagen den Wärmefluss durch die Außenhülle eindämmen und dadurch das Aufheizen der Räume vermindern. Für ein behagliches Klima in Dachgeschossräumen während der Sommerperiode sind außen liegende Sonnenschutzvorrichtungen an Dachfenstern oder Dachgauben - wie beispielsweise Rollläden, Markisen und Jalousien - zwingend erforderlich. Durch Lüften während der Nacht, insbesondere in den frühen Morgenstunden, wird die in den innen liegenden Bauteilen z.B. Wände und Decken gespeicherte Wärme abgeführt.

Dacheindeckungen können sich an heißen Sommertagen auf über 80°C erwärmen. Daher ist es notwendig, das Dach gut zu dämmen, um den Wärmedurchgang von außen nach innen zu verringern. Wie gut ein Dach vor Hitze schützt, hängt vom Wärmedurchgangkoeffizienten (U-Wert) ab. Je besser die Dämmung, je niedriger der U-Wert, desto weniger Wärme dringt während der heißen Mittagsstunden in



<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Vgl. Fachregel für Dachdeckungen mit Dachziegeln und Dachsteinen. Aufgestellt und herausgegeben vom Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Aus Forschung und Technik Nr. 4: Sommerlicher Wärmeschutz, Herausgegeben vom IVPU – Industrieverband Polyurethan-Hartschaum e. V., Stuttgart, 2004.

den Dachraum ein. Eine Dachdämmung mit Polyurethan bietet im Sommer wie im Winter einen besonders guten Wärmeschutz. Polyurethan ist hochwirksam und lässt bei gleicher Dicke 40 % weniger Wärme als konventionelle Dämmstoffe in den Dachraum durch.<sup>4</sup>

In einem Laborversuch hat das Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V. München die Einflüsse von Wärmespeicherfähigkeit und Wärmedurchlasswiderstand auf die Innentemperaturen untersucht. Der Versuchsaufbau simulierte die wechselnde Sonneneinstrahlung auf ein Dach über den Tagesverlauf und den Wärmedurchgang in einem darunter liegenden Innenraum (siehe Bild 3).

Vergleicht man die Temperaturverläufe bei Dämmstoffen gleicher Dicke, so fällt auf, dass der höhere Wärmedurchlasswiderstand von Polyurethan-Hartschaum die höhere Wärmespeichermasse der Holzfaser im Laufe des Tages überkompensiert. Die im Inneren gemessene Höchsttemperatur liegt bei Polyurethan um rund 1 Kelvin niedriger.

Eine gute Wärmedämmung ist Voraussetzung für ein angenehmes Raumklima auch im Sommer. Bei gleicher Dämmstoffdicke ist Polyurethan-Hartschaum wirksamer als konventionelle Dämmstoffe.

#### 1.9 Polyurethan-Qualitätstypen

Die verschiedenen Anwendungsgebiete von Wärmedämmungen im Steildach sind in DIN 4108-10 mit entsprechenden Kurzzeichen festgelegt. Die Polyurethan-Qualitätstypen der Überwachungsgemeinschaft Polyurethan-Hartschaum (ÜGPU) erleichtern Planern, Architekten und Handwerkern den Umgang mit Wärmeleitfähigkeitsstufen und Kurzzeichen.

Tabelle 2		Bedeutung der Kurzzeichen nac für das Anwendungsgebiet Stei	-	
Anwendungs- gebiet	Kurz- zeichen	Anwendungsbeispiele	PUR/PIR- Qualitätstypen	
Steildach (Dach, Decke)	DAD	Außendämmung von Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Deckungen	PUR/PIR 024 DAD PUR/PIR 028 DAD	
	DZ DZ	Zwischensparrendämmung, zweischaliges Dach, nicht be- gehbare, aber zugängliche oberste Geschossdecken	PUR/PIR 024 DZ PUR/PIR 028 DZ PUR/PIR 030 DZ	
	DI	Innendämmung der Decke (unterseitig) oder des Daches, Dämmung unter den Sparren/ Tragkonstruktion, abgehängte Decke, usw.	PUR/PIR 024 DI PUR/PIR 028 DI PUR/PIR 030 DI	

Die ÜGPU legt hohe Qualitätsanforderungen an Polyurethan-Hartschaum-Dämmplatten fest. Externe, bauaufsichtlich anerkannte und unabhängige Prüfinstitute kontrollieren regelmäßig durch Entnahme und Überprüfung von Stichproben die Einhaltung dieser Anforderungen.

Werkmäßig hergestellte Polyurethan-Hartschaum-Wärmedämmstoffe entsprechen den gesetzlichen Anforderungen und sind über die europäische Produktnorm DIN EN 13165 geregelt. Dämmprodukte aus Polyurethan-Hartschaum, die mit dem ÜGPU-Qualitätszeichen gekennzeichnet sind, bieten dem Anwender optimale Sicherheit.

Das vorgesehene Anwendungsgebiet, z. B. Aufsparrendämmung, wird im Klartext auf dem Etikett am PUR/PIR-Dämmprodukt angegeben. Die wichtigsten Produkteigenschaften gehen aus der Bezeichnung für den PUR/PIR-Qualitätstyp hervor.<sup>5</sup>

Die Bezeichnung für den Qualitätstyp "PUR/PIR 024 DAD" bedeutet z. B.

**PUR/PIR** – Es handelt sich um einen Wärmedämmstoff aus Polyurethan-Hartschaum (PUR/PIR)

**024** – Der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit beträgt  $\lambda = 0.024 \text{ W/(m\cdot K)}$ 

DAD – Das Kurzzeichen steht für das Anwendungsgebiet
 "Steildach – Außendämmung unter Deckungen".

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Die Angaben beziehen sich auf einen Vergleich von Polyurethan der WLS 024 mit einem Dämmstoff der WLS 040.

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Leistungsfähige PUR/PIR-Dämmstoffe für hochwertiges Bauen: Qualitätssicherung mit der ÜGPU. Herausgegeben von der ÜGPU, Stuttgart, 2005.

#### 1.10 Brandverhalten

Polyurethan-Hartschaum ist bauaufsichtlich als "schwerentflammbar" oder "normalentflammbar" eingestuft und tropft im Brandfall weder "brennend" noch "nicht brennend" ab. Laut einer Untersuchung der MPA Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart (MPA Stuttgart, Otto-Graf-Institut) neigt PUR/PIR-Hartschaum im Brandfall nicht zum Glimmen. Ein Brand breitet sich nicht unbemerkt in der Dämmschicht aus. 6 und 7

In bestimmten Fällen verlangen die Landesbauordnungen, dass die Dachkonstruktion der Feuerwiderstandsklasse REI 30 (feuerhemmend) nach DIN EN 13501-2 entspricht.

Der Feuerwiderstand bezieht sich auf die Gesamtkonstruktion (z.B. am Dach in Verbindung mit allen Schichten, wie Sparren, Dämmstoff und Schalung). Ausschlaggebend ist die Dauer in Minuten, die das Dach dem Feuer standhält und die Brandausbreitung verhindert.

Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis P-MPA-E-04-025 für Dachkonstruktionen der Feuerwiderstandsklasse REI 30 (nach DIN EN 13501-2) erstreckt sich auf nahezu alle bauüblichen Ausführungsvarianten mit Polyurethan-Hartschaum. Dies gilt auch für die Standardkonstruktion mit einer 19 mm dicken Holzschalung.<sup>8</sup>

Bedachungen müssen gegen eine Brandbeanspruchung von außen durch Flugfeuer und strahlende Wärme ausreichend lang widerstandsfähig sein.

In Verbindung mit einer harten Bedachung (Dachziegel, Blech oder Bitumenbahn) werden die brandschutztechnischen Anforderungen an Dämmstoffe nach DIN 4102-7 innerhalb der Steildachkonstruktion bei Wohngebäuden (ausgenommen Hochhäuser) bereits mit normalentflammbaren PUR/PIR-Dämmstoffen erfüllt.

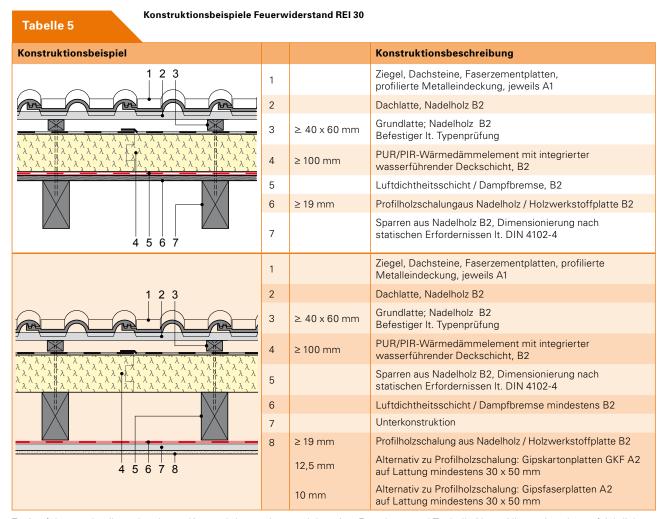
Tabelle 3	Zuordnung der Feuerwiderstandklassen zu den bauaufsichtlichen Bezeichnungen		
Bauaufsichliche Anforderungen	Europäische Klasse Bauteile	Europäische Klassen für tragende Bauteile	
	ohne Raumabschluß	mit Raumabschluß	DIN 4102-2
feuerhemmend	R 30	REI 30	F 30-A, F 30-B
hochfeuerhemmend	R 60	REI 60	F 60-AB, F 60-A
feuerbeständig	R 90	REI 90	F 90-AB, F 90-A

Tabelle 4	Herleitung des Kurzzeichens
R (Résistance)	Tragfähigkeit
E (Étanchéité)	Raumabschluss
I (Isolation)	Wärmedämmung (unter Brandeinwirkung)
30, 60, 90	Feuerwiderstand in Minuten

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> Forschungs- und Materialprüfungsanstalt Baden-Württemberg (FMPA), Otto-Graf-Institut, Stuttgart: Prüfbericht 16-27375, Stuttgart, 1998 und Jagfeld, Peter: Schwel- und Glimmbrandrisiken von Dämmstoffen im Flachdach, Stuttgart.

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> Wärmedämmstoffe aus Polyurethan-Hartschaum: Herstellung – Anwendung – Eigenschaften, Herausgegeben vom IVPU – Industrieverband Polyurethan-Hartschaum e. V., Stuttgart, 2008.

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> Aus Forschung und Technik, Nr. 5: Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis für feuerhemmende Steildachkonstruktionen mit einer Aufsparrendämmung aus Polyurethan-Hartschaum (PUR/PIR) – Feuerwiderstandsklasse REI 30, Herausgegeben vom IVPU-Industrieverband Polyurethan-Hartschaum e.V., Stuttgart, 2008.



Zu Ausführungsdetails und weiteren Konstruktionsvarianten siehe "Aus Forschung und Technik, Nr. 5: Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis für feuerhemmende Steildachkonstruktionen mit einer Aufsparrendämmung aus Polyurethan-Hartschaum (PUR/PIR) P-MPA-E-04-025"

#### 1.11 Befestigung und Lastabtragung

## Statische Lastabtragung bei der Polyurethan-Aufsparrendämmung

Beim Aufsparrendämmsystem werden die Traglatten der Dachdeckung aus dem direkten Verbund mit den Sparren gelöst. Die Lasten von Dachdeckung, Schnee- und Windlast müssen daher über die Konterlatten, die auf dem PUR/PIR-Dämmsystem angeordnet sind, in die Sparren eingeleitet werden. Diese Kräfte können

- kontinuierlich, d.h. auf direktem Wege abgetragen (z. B. über Schrauben) oder
- durch Addition der Lastkomponenten über Traufknaggen oder Traufbohlen in die Unterkonstruktion eingeleitet werden.

#### Kontinuierliche Lastabtragung

Bei der kontinuierlichen Lastabtragung werden die Kräfte durch bauaufsichtlich zugelassene Spezialschrauben aufgenommen, die in einem vorgeschriebenen Winkel zur Dachfläche eingeschraubt werden. Auf diese Weise wird der Dachschub in eine Zugkraft in den Schrauben und in eine Druckkraft senkrecht zur Dachfläche zerlegt und abgetragen. Die zusätzlichen Befestigungen zur Aufnahme der Windsogkräfte werden unter 90° zur Dachschräge verschraubt. Die IVPU Mitgliedsfirmen führen statische Berechnungen für die Lastabtragung im Steildachbereich durch.

#### 1.12 Schallschutz

Neben der Wärmedämmung von Bauteilen ist auch der Schallschutz von Bedeutung. Der Schallschutz eines Bauteils wird von mehreren Faktoren bestimmt. Dazu gehören unter anderem die Planung der verwendeten Baustoffe und die fachgerechte Ausführung.

#### Schallschutz gegen Außenlärm

Für den Schutz gegen Außenlärm ist in erster Linie der Schalldurchgang durch die Außenbauteile ("Direktschalldämmung") maßgebend. Die Beurteilung des Schallschutzes nach DIN 4109 erfolgt immer für einen konkreten Raum in Abhängigkeit von der jeweiligen Außenlärmbelastung. Hierbei müssen alle Außenbauteile des Raumes (z. B. Fenster) berücksichtigt werden.

#### Direktschalldämmung von Steildächern Tabelle 6 Schalldämm-Maß Zeile Skizze Konstruktionsbeschreibung $R_{w,P}$ [dB] (R<sub>w,R</sub> [dB]) Dachsteineindeckung Dachlatte Konterlatte > 100 mm Polyurethan-Wärmedämmelement 36 mit integrierter wasserführender 1 (34)Deckschicht Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse > 19 mm Holzschalung Sparren Dachsteineindeckung Dachlatte Konterlatte > 110 mm Polyurethan-Wärmedämmelement 42 - 44 mit integrierter wasserführender 2 (40 - 42)Deckschicht und unterseitigem Faserdämmstoff>30mm Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse 19-28 mm Holzschalung Sparren Dachsteineindeckung Dachlatte Konterlatte 35 mm Holzwolleleichtbauplatte > 110 mm Polyurethan-Wärmedämmelement 3 (44)mit integrierter wasserführender Deckschicht Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse 19-28 mm Holzschalung Sparren

#### Direktschalldämmung von Steildächern (Fortsetzung)

Tabe	Tabelle 6  Direktschalldämmung von Steildächern (Fortsetzung)				
Zeile	Skizze	Konstruktionsbeschreibung	Schalldämm-Maß R <sub>w,P</sub> [dB] (R <sub>w,R</sub> [dB])		
4		Dachsteineindeckung Dachlatte Konterlatte > 120 mm Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Deckschicht Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse 80/140 mm Sparren 80 mm Mineralfaserdämmung Unterkonstruktion 12,5 mm Gipsbauplatten	46 (44)		
5		Dachsteineindeckung Dachlatte Konterlatte  > 120 mm Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Deckschicht Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse 24 mm Holzschalung 80/140 mm Sparren 80 mm Mineralfaserdämmung Unterkonstruktion 12,5 mm Gipsbauplatten	46 (44)		
6		Dachsteineindeckung Dachlatte Konterlatte 50 mm Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Deckschicht 80/140 mm Sparren 140 mm Mineralfaserdämmung Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse Unterkonstruktion 12,5 mm Gipsbauplatten	50 (48)		
7		Dachsteineindeckung Dachlatte Konterlatte > 100 mm Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Deckschicht Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse 80/140 mm Sparren Unterkonstruktion 25 mm Holzwolleleichtbauplatte 18 mm Gipsputz	53 (51)		

## Schalllängsdämmung (Flankenschalldämmung)

Bei Wohnungstrennwänden in Dachgeschossen, bei Doppel- oder Reihenhäusern mit durchlaufenden Dachkonstruktionen wird der Schall nicht nur durch die Trennwand selbst, sondern auch über flankierende Bauteile z.B. Außenwände oder das Dach übertragen. Daher ist im Bereich des Dachanschlusses an eine Trennwand besonders auf die Flankenschallübertragung zu achten.

Die Schalllängsdämmung von Dächern mit Polyurethan-Hartschaum beträgt je nach Konstruktion oberhalb der Trennwand zwischen 60 dB und 73 dB.<sup>9</sup>

Durch eine Dachabschottung über Haustrennwänden von Reihen- und Doppelhäusern wird die Schalllängsübertragung über den Dachhohlraum erheblich vermindert.

Die Haustrennwand wird durch Aufmauerung aus Porenbeton mit einer wärmedämmenden Hohlraumfüllung bis zur Dacheindeckung erhöht. Im Bereich der Aufmauerung sind die Dachsteine eingemörtelt.

#### Zusammenhang Direktschalldämmung – Schalllängsdämmung

Um aus einem bekannten Direktschalldämm-Maß die Schalllängsdämmung ermitteln zu können, ist für den Planer die Korrelation zwischen beiden Größen interessant. Auf der Grundlage der vorgenommenen Untersuchungen wird der Zusammenhang zwischen Direktschalldämmung  $R_w$  und Schalllängsdämmung  $D_{n,t,w}$  näherungsweise wie folgt angegeben:

$$D_{n,f,w} = R_{w,R} + K$$

**R**<sub>w, R</sub> Schalldämm-Maß des Daches (siehe Tabelle 7)

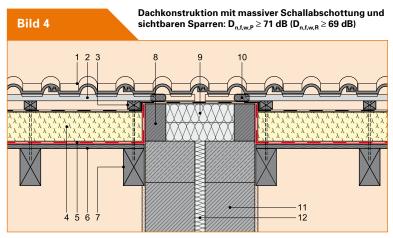
Korrekturglied (siehe Tabelle 7)

Das Korrekturglied K ist hierbei abhängig von der Ausführung des Dachanschlussdetails der Trennwand. Die bisher üblichen Ausführungen ergeben Korrekturwerte von 15 bis 20 dB. Die Schalllängsdämmung  $D_{n,f,w,R}$  mit einer massiven Dachabschottung über dem Trennwandkopf ist um 30 dB höher als die Direktschalldämmung  $R_{w,R}$ 

Wird ein höheres Schallschutzniveau angestrebt, können Zusatzmaßnahmen erforderlich werden. Die IVPU-Mitglieder bieten entsprechende Lösungen an.

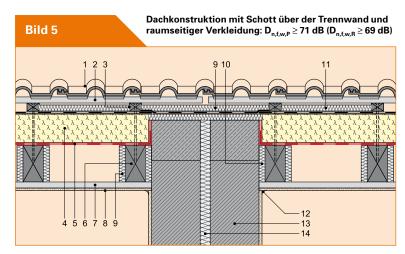
Aus brandschutztechnischen Gründen sollte die Dachlattung über der Haustrennwand durch Metallprofile ersetzt werden.

Sowohl für die Schalllängsdämmung über Haustrennwand oder Wohnungstrennwand als auch den Schalldirektdurchgang - d. h. von außen nach innen - liegen Prüfzeugnisse für Dach- und Detailkonstruktionen mit PUR/PIR-Hartschaum Dämmung vor.<sup>10</sup> und <sup>11</sup> auf Seite <sup>15</sup>



- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Deckschicht
- 5 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 6 Profilholzschalung / Holzwerkstoffplatten
- 7 Sparren
- 8 Porenbetonmauerwerk, beidseitig als Abschottung oberhalb der Trennwand
- 9 Mineralfaserplatten zwischen Porenbetonmauerwerk
- 10 Einmörtelung Dachsteine
- 11 Trennwand verputzt, zweischalige Ausführung
- 12 Mineralfaserplatten in Trennwandfuge

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> Bericht 3346: Schall-Längsdämmung von mit PUR-Hartschaum gedämmten Steildachkonstruktionen, Herausgegeben von Kurz u. Fischer, Winnenden, 2004.



- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Deckschicht
- 5 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 6 Sparren
- 7 Lattung
- 8 Gipsbauplatte 12,5 mm
- 9 Mineralfaserplatte 30 mm
- 10 Mineralfaser
- 11 Mineralfaserplatte 30 mm je 1 Sparrenfeld
- 12 Dauerelastische Abdichtung
- 13 Trennwand verputzt, zweischalige Ausführung
- 14 Mineralfaserplatten in Trennwandfuge

### Erreichbare Schalllängsdämmung (Norm-Flankenpegeldifferenz) $\mathbf{D}_{\mathrm{n,f,w}}$ bei Tabelle 7 bekanntem Schalldämm-Maß R<sub>w.R</sub> Zeile Skizze Maßnahmen Korrekturglied K ohne Maßnahmen 15 über der Trennwand mit Mineralfaserschott über der Trennwand - z. B. zwischen verschiedenen Nutzungseinheiten 20 2 im Dachgeschoss mit massivem Schott über der Trennwand - z. B. zwischen verschiedenen Nutzungseinheiten 30 3 im Dachgeschoss

<sup>&</sup>lt;sup>10</sup> Verbesserung des Schallschutzes von mit PUR-Hartschaum aufsparrengedämmten Steildachaufbauten – Abschlussbericht 4149, Herausgegeben von Kurz und Fischer, Winnenden, 2004.

<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> Sparrendachkonstruktionen mit Polyurethan-Hartschaumplatten – Prüfbericht 0043.06 – P 145/04, Herausgegeben von ita – Ingenieurgesellschaft für technische Akustik mbH, Beratende Ingenieure VBI, Wiesbaden-Delkenheim, 2006.

#### 2 Wärmedämmung von Steildächern im Neubau - Konstruktionsbeispiele

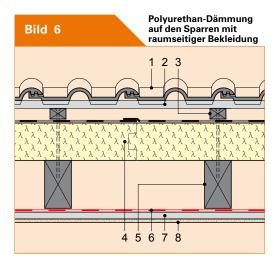
Bei einer Aufsparrendämmung wird die gesamte Konstruktion von der Polyurethan-Dämmung vollflächig eingehüllt. Die wärmebrückenfreie Dämmschicht schützt die Dachkonstruktion vor Temperatureinflüssen. Die Vielfalt der Polyurethan-Dämmelemente setzt der Gestaltung des Dachraumes fast keine Grenzen: Die Sparren können raumseitig bekleidet werden (s. Kapitel 2.1) oder sichtbar bleiben (s. Kapitel 2.2). Die Aufsparrendämmung kann auch mit einer Zwischensparrendämmung kombiniert werden (s. Kapitel 2.3). In der Regel werden Polyurethan-Wärmedämmelemente mit integrierter wasserführender Deckschicht eingesetzt, die gleichzeitig die Funktion der Unterdeckung unterhalb der Bedachung, entsprechend den Fachregeln des Deutschen Dachdeckerhandwerks übernehmen. Ein ausreichender Lüftungsquerschnitt zwischen Dämmung und Dachdeckung wird

Tabelle zu Bild 6

durch die Konterlattung sichergestellt. Für spezielle Anwendungen werden multifunktionale Verbundplatten angeboten. Dazu gehören z.B. PUR/PIR-Steildachdämmelemente mit Schallschutzfunktion, mit integrierter Unterkonstruktion für Metalldeckungen oder mit raumseitiger Bekleidung. Zur Befestigung der dünnen und leistungsfähigen Polyurethan-Platten können kürzere Befestigungsmittel eingesetzt werden. Das spart Kosten und erleichtert die Arbeit.

#### 2.1 Dachaufbau mit Polyurethan-Dämmung auf den Sparren und raumseitiger Bekleidung

Dachschrägen und Sparrenfelder von Dachaufbauten mit Polyurethan-Dämmung können raumseitig bekleidet, tapeziert oder gestrichen werden.



- 1 Dachdeckung
- Dachlatte
- Konterlatte
- Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Deckschicht
- 5 Sparren
- Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- Unterkonstruktion
- 8 Raumseitige Bekleidung

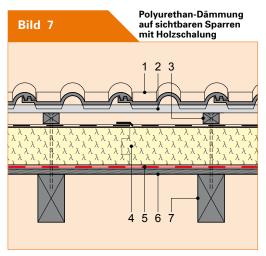
U-Werte für einen Dachaufbau mit Polyurethan-Dämmung auf den Sparren mit raumseitiger

Bekieldung			
PUR/PIR-	U-Werte *) W/(m²·K)		
Dämmstoffdicke mm	Qualitätstypen		
	PUR/PIR 024 DAD	PUR/PIR 028 DAD	
80	0,26	0,30	
100	0,22	0,25	
120	0,18	0,21	
140	0,16	0,18	
160	0,14	0,16	
180	0,13	0,15	
200	0,11	0,13	
240 (Passivhaus)	0,10	0,11	

- \*) Die Wärmeübergangswiderstände R<sub>si</sub> und R<sub>se</sub> und 13 % Sparrenanteil sowie eine 12,5 mm dicke Gipskartonplatte sind berücksichtigt. Das Polyurethan-Wärmedämmelement hat eine integrierte wasserführende Deckschicht
- Die Berechnung wurde für die in Bild 6 genannte Schichtenfolge durchgeführt. Weitere objektspezifische Besonderheiten, z. B. nach DIN EN ISO 6946 wurden nicht berücksichtigt.

#### 2.2 Dachaufbau mit Polyurethan-Dämmung auf sichtbaren Sparren

Bei der Aufsparrendämmung können Holzschalung und Sparren sichtbar bleiben. Der natürliche Holzeindruck – naturbelassen oder koloriert – sorgt für eine angenehme, behagliche Atmosphäre. Der nutzbare Wohnraum wird vergrößert und ermöglicht so eine optimale Nutzung kleiner Grundflächen.

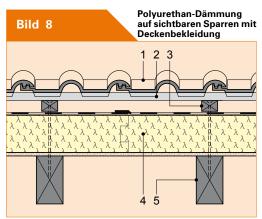


- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Deckschicht
- 5 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 6 Holzschalung
- 7 Sparren

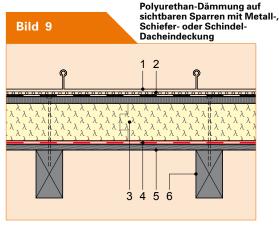
Tabelle zu Bild 7  U-Werte für einen Dachaufbau mit Polyurethan- Dämmung auf sichtbaren Sparren.			
PUR/PIR-	U-Werte *) W/(m²·K)		
Dämmstoffdicke	Qualitätstypen		
mm	PUR/PIR 024 DAD	PUR/PIR 028 DAD	
80	0,27	0,31	
100	0,22	0,26	
120	0,19	0,22	
140	0,16	0,19	
160	0,14	0,17	
180	0,13	0,15	
200	0,12	0,13	
240 (Passivhaus)	0.10	0.11	

\*) Die Wärmeübergangswiderstände  $\rm R_{si}$  und  $\rm R_{se}$  sowie 19 mm Profilholzschalung sind berücksichtigt. Das Polyurethan-Wärmedämmelement hat eine integrierte wasserführende Deckschicht

Die Berechnung wurde für die in Bild 7 genannte Schichtenfolge durchgeführt. Weitere objektspezifische Besonderheiten, z. B. nach DIN EN ISO 6946 wurden nicht berücksichtigt.



- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Deckschicht sowie streich- und tapezierfähiger Deckenbekleidung\*
- 5 Sparren
- \* Zur Herstellung der Luftdichtheit werden von IVPU-Mitgliedsunternehmen Lösungen angeboten

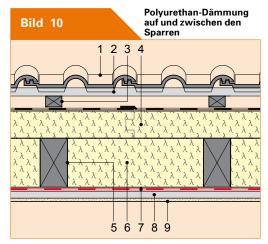


- 1 Dacheindeckung
- 2 Trennlage
- 3 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter Unterkonstruktion für die Dacheindeckung
- 4 Luftdichtheitsschicht / Dampfsperre
- 5 Holzschalung
- 6 Sparren

2.3 Dachaufbau mit Polyurethan-Dämmung auf den Sparren in Kombination mit einer Zwischensparrendämmung

Polyurethan-Aufsparrendämmelemente der Wärmeleitfähigkeitsstufe (WLS) 028 / 030 können mit einer Zwischensparrendämmung kombiniert werden.

Die Kombination einer Auf- und Zwischensparrendämmung mit Polyurethan bietet sich auch für die Dämmung von Steildächern im Passivhausbau an. Es sind auch passivhaustaugliche Dämmlösungen mit sichtbaren Sparren möglich (siehe Kapitel 2.2)



- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Deckschicht
- 5 Sparren
- 6 Polyurethan-Wärmedämmelement zwischen den Sparren
- 7 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 3 Unterkonstruktion
- 9 Raumseitige Bekleidung

Tabelle zu Bild 10	U-Werte für einen Dachaufbau mit Polyurethan- Dämmung auf und zwischen den Sparren.		
	U-Werte *) W/(m²⋅K)		
PUR/PIR- Dämmstoffdicke	Qualitätstypen		
mm	PUR/PIR 024 DAD PUR/PIR 024 DZ	PUR/PIR 028 DAD PUR/PIR 028 DZ	
120 DAD + 160 DZ	0,10	0,11	
160 DAD + 160 DZ	0,09	0,10	

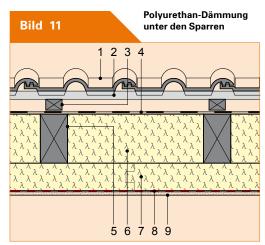
<sup>\*)</sup> Die Wärmeübergangswiderstände  $R_{\rm si}$  und  $R_{\rm ser}$  13 % Sparrenanteil (Holzfeuchte < 12%) sowie eine 12,5 mm dicke Gipskartonplatte sind berücksichtigt. Das PolyurethanWärmedämmelement hat eine integrierte wasserführende Deckschicht

Die Berechnung wurde für die in Bild 10 genannte Schichtenfolge durchgeführt. Weitere objektspezifische Besonderheiten, z. B. nach DIN EN ISO 6946 wurden nicht berücksichtigt.

#### 2.4 Dachaufbau mit Polyurethan-Dämmung unter den Sparren in Kombination mit einer Zwischensparrendämmung

Bei einer vorhandenen Zwischensparrendämmung kann mit zusätzlichen PUR/PIR-Wärmedämmelementen unter den Sparren eine hervorragende Dämmleistung erreicht werden. Wegen der geringen Dämmstoffdicke ist der

Raumverlust im Vergleich mit anderen Dämmstoffen sehr gering. Bei einer Polyurethan-Untersparrendämmung bilden die Sparren keine Wärmebrücken. Angeboten werden großformatige Dämmplatten mit umlaufender wärmebrückenfreier Kantenausbildung und Verbundplatten mit Funktionsschichten (Gipsfaser oder Gipskarton). Mit diesem Trockenbausystem kann man in einem Arbeitsgang dämmen und raumseitig einen sauberen Abschluss herstellen.



#### Polyurethan-Dämmung unter den Sparren mit integrierter Ausbauplatte in Kombination mit einer Zwischensparrendämmung

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Unterspannbahn
- 5 Sparren
- 6 Zwischensparrendämmung
- 7 Polyurethan-Wärmedämmelement unter den Sparren
- 8 Luftdichtheit
- 9 Ausbauplatte

Tabelle zu Bild 11  U-Werte für einen Dachaufbau mit Polyurethan-Dä mung unter den Sparren mit integrierter Ausbauplat in Kombination mit einer Zwischensparrendämmung		
PUR/PIR-Dämmstoffdicke mm	U-Werte *) W/(m²·K) Qualitätstyp PUR/PIR 024 DI	
40	0,16	
60	0,14	
80	0,13	
100	0,12	

<sup>\*)</sup> Die Wärmeübergangswiderstände  $R_{\rm si}$  und  $R_{\rm se}$  sowie 13% Sparrenanteil, 160 mm Zwischensparrendämmung WLS 028, 12,5 mm Gipskarton auf 24 mm Lattung sind berücksichtigt.

Die Berechnung wurde für die in Bild 11 genannte Schichtenfolge durchgeführt. Weitere objektspezifische Besonderheiten, z. B. nach DIN EN ISO 6946 wurden nicht berücksichtigt.

# 3 Sanierungslösungen für Steildächer – Konstruktionsbeispiele

3.1 Sanierung von ungedämmten Dachkonstruktionen bei sichtbaren Sparren

## Sanierung von außen mit einer Polyurethan-Aufsparrendämmung

Ein gut gedämmtes Dach ist eine Investition für die Zukunft. Für die Sanierung der ungedämmten Dachkonstruktionen von außen (vgl. Bild 12 bis 14) ist grundsätzlich jede Polyurethan-Aufsparrendämmung für den Neubau möglich (siehe Kapitel 2.1 bis 2.4).



Vorhandene Dachsituation: Ungedämmtes Dach mit Unterspannung

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Sparren

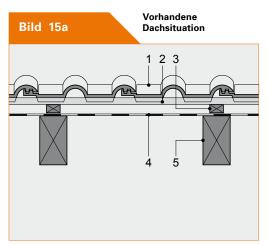
- Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Unterspannbahn
- 5 Sparren



- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Unterdeckung
- 5 Holzschalung
- 6 Sparren

#### Sanierung von innen mit einer Polyurethan-Zwischensparrendämmung

Voraussetzung für eine Sanierung von innen ist in jedem Fall eine intakte Dachdeckung, die eine funktionierende wasserführende Ebene mit einschließt. Die vorhandene Unterspannbahn ist auf ihre Funktionalität zu prüfen. Gegebenenfalls ist eine Hinterlüftungsebene einzuplanen.

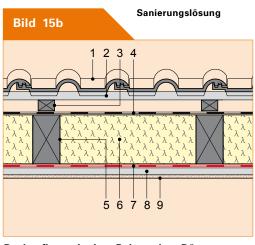


#### Ungedämmtes Dach mit Unterspannung

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Unterspannbahn

Tabelle zu Bild 15b

5 Sparren



## Dachaufbau mit einer Polyurethan-Dämmung zwischen den Sparren

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Unterspannbahn
- 5 Sparren
- 6 Polyurethan-Wärmedämmelement zwischen den Sparren
- 7 Luftdichtheitsschicht/ Dampfbremse
- 8 Unterkonstruktion
- 9 Raumseitige Bekleidung

U-Werte für eine Sanierung mit Polyurethan-Dämmung
zwischen den Sparren

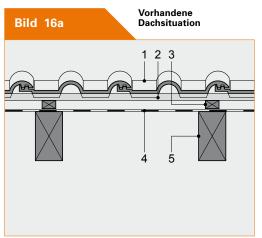
PUR/PIR-	U-Werte *) W/(m²-K)		
Dämmstoffdicke	Qualitätstypen		
mm	PUR/PIR 024 DZ	PUR/PIR 028 DZ	
100	0,31	0,34	
120	0,27	0,29	
140	0,23	0,26	
160	0,21	0,23	
180	0,19	0,20	
200	0,17	0,19	

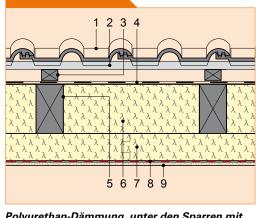
<sup>\*)</sup> Die Wärmeübergangswiderstände  $R_{\rm si}$  und  $R_{\rm se}$  sowie 13% Sparrenanteil und 12,5 mm Gipskartonplatte auf 24 mm Lattung sind berücksichtigt.

Die Berechnung wurde für die in Bild 15b genannte Schichtenfolge durchgeführt. Weitere objektspezifische Besonderheiten, z. B. nach DIN EN ISO 6946 wurden nicht berücksichtigt.

#### Sanierung von innen mit einer Polyurethan-Untersparrendämmung in Kombination mit einer Zwischensparrendämmung

Auch bei dieser Sanierungslösung ist die vorhandene Unterspannbahn zu prüfen. Gegebenenfalls muss eine Hinterlüftungsebene eingeplant werden.





#### Ungedämmtes Dach mit Unterdeckung

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Unterdeckung

Tabelle zu Bild

5 Sparren

#### Polyurethan-Dämmung unter den Sparren mit integrierter Ausbauplatte in Kombination mit einer Zwischensparrendämmung

1 Dachdeckung

Bild 16b

- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Unterspannbahn
- 5 Sparren
- 6 Zwischensparrendämmung
- 7 Polyurethan-Wärmedämmelement unter den Sparren8 Luftdichtheit

Sanierungslösung

9 Ausbauplatte

16b	U-Werte für eine Sanierung mit Polyurethan-Dämmung unter den S integrierter Ausbauplatte in Kombination mit einer Zwischensparre	
-----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

PUR/PIR-Dämmstoffdicke mm	U-Werte *) W/(m²-K) für die Zwischensparrendämmung		
Qualitätstyp PUR/PIR 024 DI	PUR/PIR 028 DZ 140 mm	Dämmstoff mit WLS 035 140 mm	
40	0,18	0,20	
60	0,15	0,17	
80	0,14	0,15	

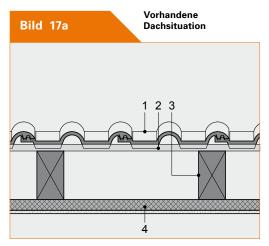
<sup>\*)</sup> Die Wärmeübergangswiderstände  $R_{\rm si}$  und  $R_{\rm se}$  sowie 13% Sparrenanteil und 12,5 mm Gipskarton sind berücksichtigt.

Die Berechnung wurde für die in Bild 16b genannte Schichtenfolge durchgeführt. Weitere objektspezifische Besonderheiten, z. B. nach DIN EN ISO 6946 wurden nicht berücksichtigt.

#### 3.2 Sanierung von ungedämmten Dachkonstruktionen bei raumseitiger Bekleidung

#### Sanierung von außen mit einer Polyurethan-Dämmung auf den Sparren bei raumseitiger Bekleidung

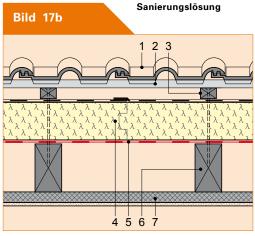
Die Vorteile einer Sanierung mit Polyurethan-Aufsparrendämmung liegen auf der Hand: Die Dämmelemente fungieren gleichzeitig als Unterdeckung und ersetzen die übliche Holzschalung. Sofort nach der Verlegung der Polyurethan-Dämmplatten ist die Dachkonstruktion gegen die Witterung geschützt. Eine Aufdopplung der Sparren oder aufwändige Veränderungen der Anschlüsse sind nicht notwendig. Auch großformatige Polyurethandämmplatten lassen sich aufgrund ihres geringen Gewichts schnell und leicht verlegen.



## Ungedämmtes Dach mit raumseitiger Bekleidung

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Sparren
- 4 Raumseitige Bekleidung mit geringer Dämmwirkung

Tabelle zu Bild 17b



#### Polyurethan-Dämmung auf den Sparren mit raumseitiger Bekleidung

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Deckschicht
- 5 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 6 Sparren
- Raumseitige Bekleidung mit geringer Dämmwirkung

#### U-Werte für eine Sanierung mit Polyurethan-Dämmung auf den Sparren mit raumseitiger Bekleidung

PUR/PIR-	U-Werte *) W/(m²·K)		
Dämmstoffdicke	Qualitätstypen		
mm	PUR/PIR 024 DAD	PUR/PIR 028 DAD	
80	0,26	0,29	
100	0,21	0,24	
120	0,18	0,21	
140	0,16	0,18	
160	0,14	0,16	
180	0,12	0,14	
200	0,11	0,13	

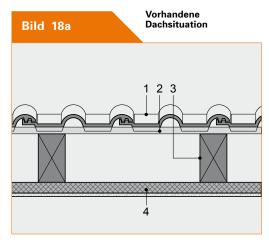
<sup>\*)</sup> Die Wärmeübergangswiderstände  $R_{\rm si}$  und  $R_{\rm se}$ , 13% Sparrenanteil sowie einer 20 mm dicken HWL-Platte (DIN 1101) und 15 mm Putz sind berücksichtigt.

Die Berechnung wurde für die in Bild 17b genannte Schichtenfolge durchgeführt. Weitere objektspezifische Besonderheiten, z. B. nach DIN EN ISO 6946 wurden nicht berücksichtigt.

#### Sanierung von außen mit einer Polyurethan-Aufsparrendämmung in Kombination mit einer Zwischensparrendämmung

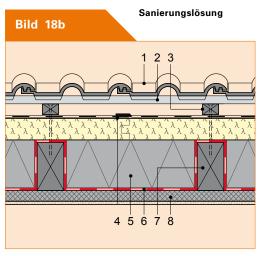
Ist die Luftdichtheitsschicht/Dampfbremse nicht vorhanden oder nicht mehr funktionsfähig, kann sie von außen durch geeignete Dampfbrems-

bahnen, die schlaufenförmig um die Sparren verlegt werden, hergestellt werden. Auf die Zwischensparrendämmung werden Polyurethan-Aufsparrendämmplatten verlegt. Für diese Lösung können nur Polyurethan-Dämmplatten mit diffusionsoffenen Deckschichten (WLS 028 / 030) verwendet werden.



## Ungedämmtes Dach mit raumseitiger Bekleidung

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Sparren
- 4 Raumseitige Bekleidung mit geringer Dämmwirkung



## Polyurethan-Dämmung auf den Sparren in Kombination mit einer Zwischensparrendämmung

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Deckschicht
- 5 Zwischensparrendämmung
- 6 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse schlaufenförmig verlegt
- 7 Sparren
- 8 Raumseitige Bekleidung mit geringer Dämmwirkung

U-Werte für eine Sanierung mit Polyurethan-Dämmung auf den Sparren in Kombination mit einer Zwischensparrendämmung

Zwischenspar- PUR/PIR-		U-Werte *) W/(m²⋅K)		
rendämmung WLS 040	Dämmstoff- dicke	Qualitätstypen		
mm	mm	PUR/PIR 028 DAD	PUR/PIR 030 DAD	
	50	-	0,25	
	60	-	0,23	
	80	0,19	-	
100	100	0,17	-	
100	120	0,15	-	
	140	0,13	-	
	160	0,12	-	
	180	0,11	-	
	50	-	0,22	
	60	-	0,21	
	80	0,18	-	
120	100	0,16	-	
120	120	0,14	-	
	140	0,13	-	
	160	0,12	-	
	180	0,11	-	
	50	-	0,20	
	60	-	0,19	
140	80	0,16	-	
140	100	0,15	-	
	120	0,13	-	
	140	0,12	-	
	50	-	0,19	
	60	-	0,18	
160	80	0,15	-	
100	100	0,14	-	
	120	0,13	-	
	140	0,12	-	

\*) Die Wärmeübergangswiderstände  $\rm R_{si}$  und  $\rm R_{se}$  , 13 % Sparrenanteil, eine 20 mm HWL-Platte (DIN 1101) und 15 mm Putz sind berücksichtigt.

Die Berechnung wurde für die in Bild 18b genannte Schichtenfolge durchgeführt. Weitere objektspezifische Besonderheiten, z. B. nach DIN EN ISO 6946 wurden nicht berücksichtigt.

#### 3.3 Sanierung von Dachkonstruktionen bei vorhandener Zwischensparrendämmung

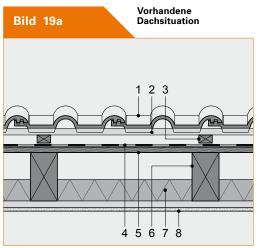
#### Sanierung von außen

Wird bei Altbauten mit geringen Sparrenhöhen die Dachdeckung erneuert, kann die vorhandene Zwischensparrendämmung erhalten bleiben. Die zusätzliche Polyurethan-Aufsparrendämmung erzielt eine verbesserte Dämmleistung ohne Wärmebrücken. Vorhandene Installationen bleiben unverändert. Das Hausinnere wird während der Dachsanierung durch Witterung und Schmutz kaum beeinträchtigt. Die sonst notwendige Aufdoppelung der Sparren entfällt. So lässt sich wertvoller Wohnraum gewinnen.

Faustregel zur Dimensionierung der Aufsparrendämmung: Die vorhandene Zwischensparrendämmung (≥ WLS 040) kann verbleiben, wenn die zusätzliche Aufsparrendämmung mit Polyurethan der WLS 024 mindestens 4 cm dicker ist (WLS 028 mindestens 6 cm dicker). Dies gilt auch für den Fall, dass auf der Innenseite keine funktionsfähige luft- und wasserdampfdichte Schicht besteht. Abweichende Ausführungen sind bauphysikalisch zu prüfen. Die Luft-/Winddichtheit ist durch konstruktive Maßnahmen z. B. oberhalb der Zwischensparrendämmung sicherzustellen.

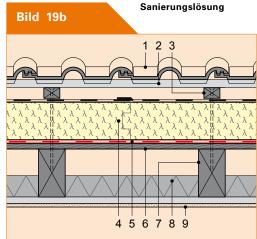
Ist keine wirksame Zwischensparrendämmung vorhanden, richtet sich die Dicke der Polyurethan-Aufsparrendämmung nach den aktuellen wärmedämmtechnischen Anforderungen (z. B. EnEV). Bei der Entfernung vorhandener Mineralwolle müssen Vorschriften zum Arbeitsschutz beachtet werden.

#### Sanierung von außen mit einer Polyurethan-Dämmung auf den Sparren bei vorhandener Holzschalung und raumseitiger Bekleidung



#### Dach mit Holzschalung und vorhandener Zwischensparrendämmung sowie raumseitiger Bekleidung

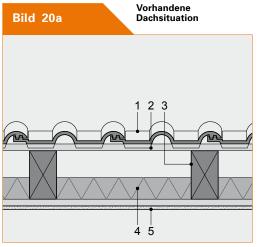
- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Unterdeckung Bitumenschalungsbahn
- 5 Holzschalung
- 6 Sparren
- 7 vorhandene Zwischensparrendämmung
- 8 Raumseitige Bekleidung auf Unterkonstruktion



#### Polyurethan-Dämmung auf den Sparren bei vorhandener Holzschalung und unzureichender Zwischensparrendämmung sowie raumseitiger Bekleidung

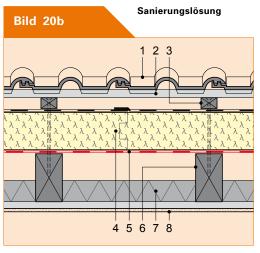
- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Deckschicht
- 5 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 6 Holzschalung
- 7 Sparren
- 8 vorhandene Zwischensparrendämmung
- 9 Raumseitige Bekleidung auf Unterkonstruktion

#### Sanierung von außen mit einer Polyurethan-Dämmung auf den Sparren bei raumseitiger Bekleidung



Dach mit vorhandener Zwischensparrendämmung und raumseitiger Bekleidung

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Sparren
- 4 vorhandene Zwischensparrendämmung
- 5 Raumseitige Bekleidung auf Unterkonstruktion



Polyurethan-Dämmung auf den Sparren in Kombination mit vorhandener unzureichender Zwischensparrendämmung und raumseitiger Bekleidung

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Deckschicht
- 5 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 6 Sparren
- 7 vorhandene Zwischensparrendämmung
  - Raumseitige Bekleidung auf Unterkonstruktion

#### Tabelle zu Bild 20b

U-Werte für eine Sanierung mit Polyurethan-Dämmung auf den Sparren in Kombination mit vorhandener Zwischensparrendämmung und raumseitiger Bekleidung

Zwischensparren-	PUR/PIR-	U-Werte *) W/(m²·K)		
dämmung WLS 040	Dämmstoff- dicke	Qualitätstypen		
mm	mm	PUR/PIR 024 DAD	PUR/PIR 028 DAD	
	120	0,14	-	
	140	0,12	0,14	
80	160	0,11	0,13	
	180	0,10	0,12	
	200	0,09	0,11	
	140	0,12	-	
100	160	0,11	0,12	
100	180	0,10	0,11	
	200	0,09	0,10	
	160	0,10	-	
120	180	0,09	0,11	
	200	0,09	0,10	

<sup>\*)</sup> Die Wärmeübergangswiderstände  $R_{\rm si}$  und  $R_{\rm ser}$  13% Sparrenanteil und 12,5 mm Gipskarton auf 24 mm Lattung sind berücksichtigt.

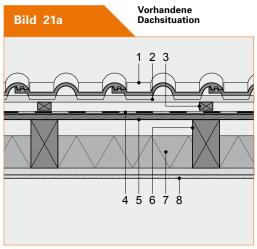
Die Berechnung wurde für die in Bild 20b genannte Schichtenfolge durchgeführt. Weitere objektspezifische Besonderheiten, z. B. nach DIN EN ISO 6946 wurden nicht berücksichtigt.

#### Sanierung von innen

Ein ungenutzter Dachraum kann mit einer zusätzlichen Polyurethan-Untersparrendämmung in attraktiven Wohnraum verwandelt werden. Aufgrund der geringen Dämmstoffdicken ist auch der Raumverlust gering. Der Wärmeschutz wird erheblich verbessert, die Sparren müssen nicht aufgedoppelt werden und bilden keine Wärmebrücken.

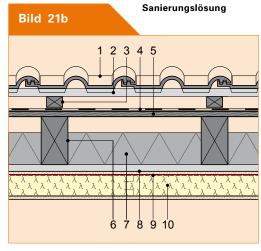
Voraussetzung für die Dämmung unter den Sparren ist in jedem Fall eine intakte Dachdeckung. In Kombination mit einer vorhandenen Zwischensparrendämmung werden PolyurethanDämmplatten oder Polyurethan-Verbundelemente mit starren Deckschichten (Gipsfaser oder Gipskarton) empfohlen. Mit diesem Trockenbausystem kann man in einem Arbeitsgang dämmen und raumseitig einen sauberen Abschluss herstellen. Die Anschlüsse sind dauerhaft luftdicht herzustellen. Je nach System wird der Einbau einer Dampfbremse, die gleichzeitig die Funktion der Luftdichtheitsschicht erfüllt, empfohlen.

Sanierung von innen mit einer Polyurethan-Dämmung unter den Sparren mit integrierter Ausbauplatte



#### Dach mit Holzschalung und vorhandener Zwischensparrendämmung sowie raumseitiger Bekleidung

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Unterdeckung Bitumenschalungsbahn
- 5 Holzschalung
- 6 Sparren
- 7 Vorhandene Zwischensparrendämmung
- 8 Raumseitige Bekleidung auf Unterkonstruktion
- \*) Die Wärmeübergangswiderstände  $R_{\rm si}$  und  $R_{\rm ser}$  13% Sparrenanteil, 12,5 mm Gipskarton auf 24 mm Lattung und 19 mm Holzschalung sind berücksichtigt. Die Berechnung wurde für die in Bild 21b genannte Schichtenfolge durchgeführt. Weitere objektspezifische Besonderheiten, z. B. nach DIN EN ISO 6946 wurden nicht berücksichtigt.



#### Polyurethan-Dämmung unter den Sparren mit integrierter Ausbauplatte bei vorhandener Zwischensparrendämmung

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Unterdeckung
- 5 Holzschalung
- 6 Sparren

U-Werte für eine Sanierung mit Polyurethan-Däm-

- 7 Zwischensparrendämmung
- 8 Deckenbekleidung auf Unterkonstruktion
- 9 Luftdichtheitsschicht
- 10 Polyurethan-Wärmedämmelement unter den Sparren mit integrierter Ausbauplatte

Tabelle zu Bild 21b	mung unter den Sparren mit integrierter Aus platte bei vorhandener Zwischensparrendäm		
Zwischensparren-	PUR/PIR-	U-Werte *) W/(m²·K)	
dämmung WLS 040 mm	Dämmstoffdicke mm	Qualitätstypen PUR/PIR 024 DI	
	40	0,27	
80	60	0,22	
80	80	0,18	
	100	0,16	
	40	0,24	
100	60	0,20	
100	80	0,17	
	100	0,15	
	40	0,22	
120	60	0,18	
120	80	0,16	
	100	0,14	

Bild 22a

# 3.4 Sanierung von Dachkonstruktionen bei vorhandener Aufsparrendämmung

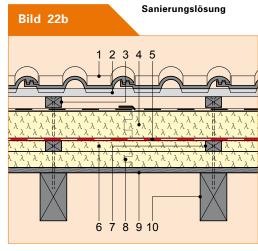
Aufsparrendämmsysteme werden seit über 30 Jahren erfolgreich ausgeführt. Diese Systeme können durch eine zusätzliche Polyurethan-

Vorhandene

**Dachsituation** 

Aufsparrendämmung an aktuelle Dämmstandards angepasst werden. Für diese Lösungen sollten Polyurethan-Dämmplatten mit diffusionsoffenen Deckschichten (WLS 028 / 030) verwendet werden.

## Sanierung von außen mit zusätzlicher Polyurethan-Aufsparrendämmung



Vorhandene Polyurethan-Dämmung auf den Sparren mit sichtbarem Dachstuhl

- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Polyurethan-Wärmedämmelement

Tabelle zu Bild 22b

- 5 Holzschalung
- 6 Sparren

#### U-Werte für eine Sanierung von außen mit einer zusätzlichen Polyurethan-Aufsparrendämmung

4 5 6

Vorhandene	PUR/PIR-	U-Werte *) W/(m²⋅K)			
Polyurethan- Dämmung	Dämmstoff- dicke	Qualitätstypen			
PUR/PIR 025 DAD	mm	PUR/PIR 028 DAD	PUR/PIR 030 DAD		
	50	-	0,18		
	80	0,15	-		
60	100	0,14	-		
00	120	0,12	-		
	140	0,11	-		
	160	0,11	-		
	50	-	0,16		
	80	0,14	-		
75	100	0,13	-		
75	120	0,12	-		
	140	0,11	-		
	160	0,10	-		
	50	-	0,15		
	80	0,13	-		
90	100	0,12 -			
90	120	0,11	-		
	140	0,10	-		
	160	0,09	-		

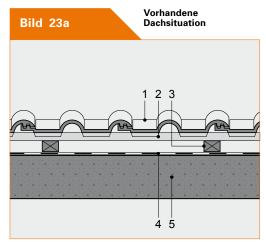
- Sanierungslösung von außen mit einer zusätzlichen Polyurethan-Aufsparrendämmung
- 1 Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- 4 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Deckschicht
- 5 Luftdichtheitsschicht (diffusionsoffen)
- 6 Zuschnitt Polyurethan-Wärmedämmung
- vorhandene Konterlatte
- 8 vorhandenes Polyurethan-Wärmedämmelement
- 9 Holzschalung
- 10 Sparren

\*) Die Wärmeübergangswiderstände  $R_{\rm si}$  und  $R_{\rm ser}$  13% Sparrenanteil, 19 mm Holzschalung, 40 mm Polyurethan-Zuschnitte der WLS 028, und 40 mm Konterlatte sind berücksichtigt.

Die Berechnung wurde für die in Bild 22b genannte Schichtenfolge durchgeführt. Weitere objektspezifische Besonderheiten, z.B. nach DIN EN ISO 6946 wurden nicht berücksichtigt

#### 3.5 Sanierung von Massivdachkonstruktionen

#### Sanierung der Massivdachkonstruktion mit einer Polyurethan-Dämmung



#### Ungedämmte Massivdachkonstruktion

- Dachdeckung
- Dachlatte
- Konterlatte
- 4 Unterdeckbahn
- Massiv-Dachkonstruktion (Normalbeton / Leichtbeton

# Sanierungslösung Bild 23b 2 3 4 5 6

#### Polyurethan-Dämmung auf der Massivdachkonstruktion

- Dachdeckung
- 2 Dachlatte
- 3 Konterlatte
- Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Deckschicht
- 5 Luftdichtheitsschicht/ Dampfbremse
- 6 Massiv-Dachkonstruktion (Normalbeton / Leichtbeton

Tabelle zu Bild 23b	U-Werte für eine Sanierung eines Massivdacher mit einer Polyurethan-Dämmung

PUR/PIR-	U-Werte *	) W/(m²·K)		
Dämmstoffdicke mm	Qualitätstypen			
	PUR/PIR 024 DAD	PUR/PIR 028 DAD		
80	0,26	0,30		
100	0,21	0,25		
120	0,18	0,21		
140	0,16	0,18		
160	0,14	0,16		
180	0,13	0,14		
200	0,11	0,13		

<sup>\*)</sup> Die Wärmeübergangswiderstände  $R_{\rm si}$  und  $R_{\rm se}$ , 20 cm Leichtbeton LB 15, 1200 kg/m³, sind berücksichtigt.

Die Berechnung wurde für die in Bild 23b genannte Schichtenfolge durchgeführt. Weitere objektspezifische Besonderheiten, z.B. nach DIN EN ISO 6946 wurden nicht berücksichtigt.

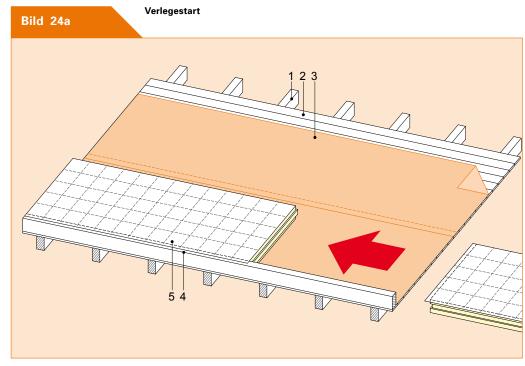
#### 4 Verlegeempfehlungen

Nachfolgend werden allgemeine Empfehlungen zur Verlegung von PUR/PIR-Aufsparrendämmsystemen gegeben. Bei Planung und Ausführung sind die Anforderungen aus dem Regelwerk des ZVDH zu berücksichtigen. Zusätzlich sind Herstellervorgaben zu beachten. Dies gilt ebenso bei der Ausführung von Zwischenund Untersparrendämmungen.

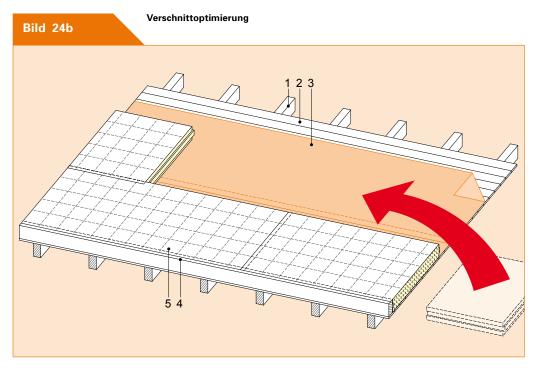
PUR/PIR-Hartschaum-Steildachelemente werden reihenweise parallel zur Traufe verlegt. Die Verlegung erfolgt von unten nach oben. Die Längsüberlappung wird zur Wasserableitung über das Traufholz/Anschlagbrett auf das Tropfblech geführt. Die Zuschnittplatte vom Ende der ersten Reihe kann als Anfangsplatte

der zweiten Reihe eingesetzt werden. Dadurch wird der Verschnitt minimiert. Bei Gauben/ Kehlen wird jeweils von der Kehle zum Ortgang gearbeitet. Zur Befestigung der PUR/ PIR-Dämmsysteme sind entsprechend den statischen Vorgaben Konterlatten oder Konterplatten jeweils mit dem vorgegebenen Mindestquerschnitt zu verwenden. Die Befestigung erfolgt in der Regel mit bauaufsichtlich zugelassenen Schrauben (vergleiche Kapitel 1.11).

Die Fugen zwischen zugeschnittenen Dämmplatten an Kehle, First, Graten etc. sind wärmebrückenfrei mit Polyurethan-Montageschaum auszuschäumen und oberseitig entsprechend den Herstellerangaben abzudichten.



- 1 Sparren
- 2 Holzschalung
- 3 Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- 4 Traufholz / Anschlagbrett
- 5 Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Deckschicht



- Sparren Holzschalung Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse Traufholz /
- Anschlagbrett
- Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Deckschicht

# Polyurethan-Steildachelemente mit Konterlattung Bild 24c 6 5 4

- Sparren
- . Holzschalung 2 3
- Luftdichtheitsschicht / Dampfbremse
- Traufholz / Anschlagbrett
  Polyurethan-Wärmedämmelement mit integrierter wasserführender Deckschicht
- 6 Konterlatte

#### 5 Vorteile der Polyurethan-Hartschaum Dämmung im Steildach

5.1 Produkteigenschaften von Polyurethan-Hartschaum im Überblick

#### Eigenschaften von Polyurethan-Hartschaum, Tabelle 8 die beim Einsatz im Steildach von Vorteil sind Eigenschaften von Vorteile Polyurethan-Hartschaum Wärmeleitfähigkeitsstufen Optimale Wärmedämmung 024,028 und 030 Geringe Dämmstoffdicken und somit niedriger Konstruktionsaufbau Raumgewinn Kostengünstige Bauweise durch kurze Befestigungselemente Bei der Aufsparrendämmung niedrige Anschlusshöhen an Traufe und Ortgang Hohe Druckfestigkeit Sichere Ableitung der Dachlasten durch kontinuierliche Lastabtragung ■ Dach- bzw. Unterkonstruktion kann unter Berücksichtigung der statischen Anforderungen auf der Dämmschicht aufgebracht werden ■ Robust Belastbar ■ Weitgehend feuchtigkeits-Beidseitige Kaschierung mit hochwertigen Deckunempfindlich Schutz vor Beschädigung bei schichten Transport und Verlegung Deckschichten dienen als wasserführende Ebene Chemisch beständig Beständig gegen bauübliche Lösungsmittel sowie Weichmacher, die z.B. in Holzschutzmitteln, Dichtungsmassen und Dichtungsbahnen vorkommen. ■ Fäulnisfest Biologisch beständig Schimmelfest Alterungsbeständig keine Abgabe von gesundheitsgefähr-Gesundheitsverträglich denden Stoffen. Multifunktionelle Hochwertiger Dämmstoff mit integrier-PUR/PIR-Verbundelemente/ ten Funktionsschichten (Holzwerkstoffe, Ausbauplatten) und Unterdeckbahnen. -systeme Wirtschaftliche Verlegung ■ Mühelos mit konventionellen Werkdurch aerinaes Gewicht zeugen oder Maschinen zu verarbeiten und einfache Verarbeitung ■ Großformatige Dämmplatten einfacher Transport weniger Arbeitsgänge

Baustoffklasse schwer-

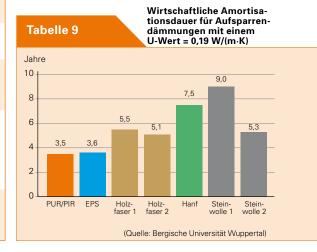
entflammbar)

entflammbar oder normal-

#### 5.2 Wirtschaftlichkeit von Polyurethan-Dämmsystemen im Vergleich mit anderen Steildach-Dämmungen

Wärmedämm-Maßnahmen tragen nicht nur zu Komfort und Behaglichkeit der Bewohner bei, sondern bestimmen auch wesentlich die Betriebskosten eines Gebäudes. Angesichts der stark steigenden Energiekosten, kommt der Energieeffizienz von Gebäuden immer größere Bedeutung zu.

Um die Wirtschaftlichkeit von Dämmsystemen zu bewerten, müssen Dämmleistung, Langlebigkeit, Material- und Einbaukosten sowie die zu erzielenden Energieeinsparungen berücksichtigt werden. Als wirtschaftlich werden Maßnahmen angesehen, die sich innerhalb der Nutzungszeit amortisieren. Nach einer Untersuchung der Bergischen Universität Wuppertal rechnet sich eine Aufsparrendämmung mit Polyurethan unter den untersuchten Randbedingungen innerhalb von dreieinhalb Jahren. Die Amortisationszeit ist somit sehr viel kürzer als die Nutzungszeit von Polyurethan-Dämmstoffen im Gebäude von etwa 50 Jahren. Polyurethan-Aufsparrendämmungen sind in wirtschaftlicher Hinsicht eine Investition, die sich in kurzer Zeit bezahlt macht, und dann die Betriebskosten nachhaltig über die gesamte Nutzungsdauer des Gebäudes senkt.12



<sup>&</sup>lt;sup>12</sup> Vergleich von Produkten für die Aufsparrendämmung unter ökologischen, technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten, Bericht herausgegeben von der Bergischen Universität Wuppertal, Wuppertal, 2009.

Glimmt nicht, schmilzt nicht und brennt

nicht tropfend ab

#### 6 Güteüberwachung von Polyurethan-Hartschaum Dämmstoffen mit ÜGPU-Qualitätszeichen

Werkmäßig hergestellte Polyurethan-Hartschaum Wärmedämmstoffe (PUR/PIR) entsprechen den gesetzlichen Anforderungen und sind über die europäische Produktnorm DIN EN 13165 geregelt. In Deutschland ist die Verwendung von PUR/PIR-Hartschaum Wärmedämmstoffen durch die Landesbauordnungen und die Liste der "Technischen Baubestimmungen" festgelegt. Zu den Anwendungsregeln für Wärmedämmstoffe zählen

- die Anwendungsnorm DIN 4108-10 und
- die Bemessungsnorm DIN V 4108-4.

Dämmprodukte aus PUR/PIR, die mit dem ÜGPU-Qualitätszeichen gekennzeichnet sind, haben einen hohen Qualitätsstandard.

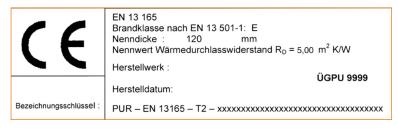
Das ÜGPU-Qualitätszeichen steht für gesicherte Produktqualität:

- Übereinstimmung mit den bauaufsichtlichen Anforderungen in Deutschland,
- Regelmäßige Überwachung durch bauaufsichtlich anerkannte und unabhängige Prüfinstitute,
- Regelmäßige Entnahme und Überprüfung von Stichproben,
- Optimale Eignung für das angegebene Anwendungsgebiet,
- Angabe des Bemessungswertes der Wärmeleitfähigkeit.

Für Energiebedarfsausweise nach EnEV und für andere wärmetechnische Berechnungen muss der auf dem Etikett angegebene Bemessungswertder Wärmeleitfähigkeit verwendet werden!

#### Musteretikett mit ÜGPU-Qualitätszeichen Bild 25 Polyurethan (PUR/PIR)-Hartschaum Aufsparrendämmung Anwendungsgebiet: Anwendungs- / Qualitätstyp nach DIN V 4108-10:2002 PUR 024 DAD Deckschicht: Aluminiumfolie Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit: Z-XX X-XXX λ = 0,024 W/(m · K) Nenndicke: Format 120 mm Außenmaß mm Einbaumaß: Platten Außenmaß: $m^2$ Einbaumaß: m<sup>2</sup> ÜGPU 9999 Herstellwerk: Baustoffklasse DIN 4102-B2 Herstelldatum:

Die grau hinterlegten Angaben können entweder auf dem CE-Label oder auf dem ÜGPU-Etikett aufgeführt werden!



# 7 Technische und physikalische Eigenschaften von Polyurethan-Hartschaum im Steildach

Eigenschaft	Norm/ Vorschrift	Einheit	Stufen/	Dämmung		
			Klassen nach DIN EN 13165	auf den Sparren	zwischen den Sparren; oberste, begehbare Geschossdecke	unterden Sparren; oberste Geschoss- decke u. Kellerdecke unterseitig
PUR/PIR- Qualitätstyp	DIN V 4108-10	_	-	PUR/PIR 024 DAD bis PUR/PIR 029 DAD	PUR/PIR 024 DZ bis PUR/PIR 029 DZ	PUR/PIR 024 DI bis PUR/PIR 029 DI
Wärmeleitfähigkeit λ	Nach allgem. bauaufsicht- licher Zulas- sung	W/(m⋅K)	-	0,024 – 0,029	0,024 – 0,029	0,024 – 0,029
Wärmedurchlasswider- stand R	DIN EN 13165	(m²·K)/W	-		nach Herstellerangabe	
Druckfestigkeit oder Druckspannung bei 10% Stauchung	EN 826	kPa	CS(10/Y)i		≥ 100 (dh) bzw. ≥ 150 (ds)	
Zulässige Dauer-Druckbe- lastung über 20 Jahre; bei Stauchung ≤ 2%	EN 1606	kPa	CC(i <sub>1</sub> /i <sub>2</sub> /20)σ <sub>c</sub>	≥ 20 (dh) bzw. ≥ 30 (ds)		
Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene	EN 1607	kPa	TRi	40 – 100 (bei Rohdichten von 30 bis 40 kg/m³) 40 – 900 (bei Rohdichten von 30 bis 80 kg/m³)		
E-Modul aus Zugversuch	EN 1607	MPa	-	6 – 9 (bei Rohdichten von 30 bis 40 kg/m³) 8 – 32 (bei Rohdichten von 30 bis 80 kg/m³)		
Scherfestigkeit	EN 12090	kPa	-	80 – 120 (bei Rohdichten von 30 bis 40 kg/m³) 120 – 450 (bei Rohdichten von 30 bis 80 kg/m³)		
Biegefestigkeit	EN 12089	kPa	_	250 – 500 (bei Rohdichten von 30 bis 40 kg/m³) 250 – 1300 (bei Rohdichten von 30 bis 80 kg/m³)		
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	-	_	PU-Dämmplatten mit flexiblen Deckschichten: 3 – 7·10·5·K·1 PU-Dämmplatten ohne Deckschichten: 5 – 8·10·5·K·1		
Verformung unter Druck- und Temperaturbelastung	EN 1605	%	DLT(i)5		keine Anforderung	
Geschlossenzelligkeit	ISO 4590	Vol%	-		> 90	
Brandverhalten	DIN 4102	-	-		B 1 (schwerentflammbar) B 2 (normalentflammbar)	
	EN 13501-1	-	_	C (schwerentflammbar) D und E (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 – 200¹¹ dickenabhängig		
Temperaturbeständigkeit		°C	_	–30 bis +90°C <sup>2)</sup> kurzzeitig heißbitumenbeständig bis +250°C		

<sup>&</sup>lt;sup>1)</sup> Polyurethan-Hartschaum Dämmelemente mit Alu-Deckschichten sind nahezu dampfdiffusionsdicht

<sup>&</sup>lt;sup>2)</sup> Mit Spezialprodukten aus Polyurethan-Hartschaum sind tiefere bzw. höhere Temperaturbelastungen möglich.







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

PU Steildach-App: U-Wert und Feuchteschutz direkt auf der Baustelle berechnen - App unter www.daemmt-besser.de/app downloaden!



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

Karl Bachl Kunststoffverarbeitung GmbH & Co. KG

www.bachl.de

Kingspan Insulation GmbH & Co. KG

www.kingspaninsulation.de

**RECTICEL Dämmsysteme GmbH** 

ustofftechnik GmbH

Dämmstoff GmbH

www.recticel-daemmsysteme.de

s.de

Paul Bauder GmbH & Co. KG

www.bauder.de

**IKO Insulations BV** 

www.enertherm.eu

Bitte entnehmen Sie die aktuellsten Informationen zu unseren Mitgliedern dem Mitgliedsverzeichnis unter: Hinweis: www.daemmt-besser.de/verband/mitglieder

her.at

Rohstoffherstell

**BASF Polyurethanes G** 

www.pu.basf.de

**Bayer MaterialScience AG** 

www.materialscience.bayer.com

C.O.I.M. S.p.A.

**Chimica Organica Industriale** 

Milanese

www.coimgroup.com

**DOW Europe GmbH** 

www.dowpolyurethanes.com

Huntsman (Germany) GmbH

www.huntsman.com/pu

#### Gastmitglieder

**Amcor Flexibles Singen GmbH** 

www.amcor.com

IFBS Industrieverband für

Bausysteme im Metallleichtbau e.V.

**INVENTEC Performance Chemicals –** 

www.ifbs.de

**Group Dehon** 

www.inventec.dehon.com

**Monier Braas GmbH** 

www.braas.de

**DÖRKEN GmbH & Co. KG** 

www.doerken.de

**DKF GmbH** 

vliepa GmbH

Vlies-, Papier- und Kunststoff-

veredlung

www.vliepa.com

Casthouseproducts