Steildach

NACHWEISFREI UND SICHER

Steildachaufbauten mit PU-Dämmung nach DIN 4108-3

IVPU Planungshilfe 24|01
www.daemmt-besser.de

Polyurethan dämmt besser®

INHALT

Nachweisfreie Steildachkonstruktionen nach DIN 4108-3

Baulicher Wärmeschutz 3

1.1 | Nenn- und Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit 3
1.2 | U-Wert-Anforderungen 3

Klimabedingter Feuchteschutz 4

2.1 | Tauwasser und Rücktrocknung 4

PU-Vorteile für die Steildachdämmung 5

Nachweisfreie Steildachaufbauten mit PU-Dämmung 6

4.1 | Planungs- und Ausführungshinweise 6
4.2 | Nachweisfreie mehrschichtige Steildachaufbauten mit PU-Dämmung .. 7
- PU-Aufsparrendämmung in Kombination mit Zwischensparrendämmung 8
- PU-Untersparrendämmung in Kombination mit Zwischensparrendämmung 11
4.3 | Dauerhaft luftdichte Anschlüsse 12

NACHWEISFREIE STEILDACHKONSTRUKTIONEN NACH DIN 4108-3

Heutige Anforderungen an den Wärme- und Feuchteschutz sind häufig nur durch mehrschichtige Bauteile mit einer abgestimmten Schichtenfolge sicher und wirtschaftlich zu erfüllen. Im Steildach zählen Aufbauten mit Polyurethan-Hartschaum-(PU-)Dämmung auf bzw. unter den Sparren zu den effizientesten und wirtschaftlichsten Lösungen für Neubau und Sanierung.

Die feuchtetechnische Beurteilung dieser Materialkombinationen wird durch die kürzlich ergänzte Auflistung nachweisfreier Bauteile in DIN 4108-3 erheblich vereinfacht. Hier werden bauphysikalisch sichere Konstruktionen übersichtlich und verständlich dargestellt. Die hier vorgestellten Steildachaufbauten mit PU-Dämmung sind nachgewiesen sicher und benötigen deshalb keinen individuellen Feuchteschutznachweis.

1 | BAULICHER WÄRMESCHUTZ

Der energiesparende Wärmeschutz begrenzt die Transmissionswärmeverluste durch die Gebäudehülle. Zu den Anforderungen an die Wärmedämmung kommen weitere hinzu: die Vermeidung von Wärmebrücken, die Luft- und Winddichtheit sowie der sommerliche Wärmeschutz.

Vorgaben an den Mindestwärmeschutz (nach DIN 4108-2) verfolgen das Ziel, eine Kondensation der Luftfeuchte auf kalten Bauteiloberflächen auszuschließen und damit einem Befall mit Schimmelpilzen und -sporen in den Wohnräumen vorzubeugen. Bei Bauteilen, die den energiesparenden Wärmeschutz gewährleisten, ist der Mindestwärmeschutz gegeben.

1.1 Nenn- und Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit

Der Wärmeschutznachweis wird gemäß GEG mit dem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit nach DIN 4108-4 berechnet. Der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von PU-Hartschaum-Dämmstoffen ist abhängig von der Deckschicht und der Dämmstoffdicke. Für PU-Dämmstoffe setzt er sich aus dem Nennwert mit einem Zuschlag von 3 %, jedoch mindestens 1 mW, zusammen. Qualitätsüberwachte PU-Dämmstoffe mit Q-Zeichen der Qualitätsgemeinschaft Polyurethan-Hartschaum sind mit dem Nennwert, dem Anwendungstyp nach DIN 4108-10, der Klasse zum Brandverhalten und dem CE-Zeichen gekennzeichnet.

Nennwert und Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit für PU-Hartschaum-Dämmstoffe im Steildach

Anwendungstyp nach DIN 4108-10	Dämmstoff-typ	Nennwert der Wärme-leitfähigkeit	Bemessungs-wert der Wärmeleit-fähigkeit
DAD Außendämmung von Dach oder Decke, witterungsgeschützt, unter Deckung	PU-Hart-schaum-Dämm-platte mit Alu- oder Mineral-vliesdeck-schicht	0,022 bis 0,028 W/(m·K)	0,023 bis 0,029 W/(m·K)*
DI Unterseitige Innen-dämmung der Decke oder des Daches, abgehängte Decke		0,022 bis 0,028 W/(m·K)	0,023 bis 0,029 W/(m·K)*

*) entspricht dem Nennwert + 1 mW/(m·K)

1.2 U-Wert-Anforderungen

Der U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) gilt als entscheidende Größe, wenn die energetische Qualität eines Bauteils bewertet werden soll. Je kleiner der U-Wert, desto geringer der Wärmeabfluss durch das Bauteil. Der U-Wert hat die Maßeinheit W/(m²·K) und gibt an, welche Wärmemenge pro Quadratmeter Dachfläche und Stunde fließt, wenn Außen- und Innenluft einen konstanten Temperaturunterschied von einem Kelvin (1 K) aufweisen.

Beispielhafte U-Wert-Anforderungen für Steildächer von Wohngebäuden (≥ 19 °C)

Anforderungen Neubau	U-Wert
GEG (Anlage 1) Neubau Technische Ausführung des Referenzgebäudes	U ≤ 0,20 W/(m²·K)
GEG (Anlage 5) Neubau Vereinfachtes Nachweisverfahren für ein zu errichtendes Wohngebäude	U ≤ 0,14 W/(m²·K)
Klimafreundlicher Neubau mit QNG-Zertifizierung (EH 40)	U ≤ 0,11 W/(m²·K)*
Anforderungen Sanierung	**U-Wert**
GEG (Anlage 7) Anforderung an Sanierung	U ≤ 0,24 W/(m²·K)
BEG EM Richtlinie Einzelmaßnahme Sanierung	U ≤ 0,14 W/(m²·K)
ESanMV Energetische Sanierungsmaßnahmen-Verordnung **)	U ≤ 0,14 W/(m²·K)

*) U-Wert des vereinfachten Nachweisverfahrens für ein EH 55 (H'_T =70 % von $H'_{T,Ref}$) wurde auf die Anforderung an ein EH 40 (H'_T = 55 % von $H'_{T,Ref}$) extrapoliert.

**) Steuerermäßigung nach § 35c EStG für energetische Maßnahmen bei zu eigenen Wohnzwecken genutzten Gebäuden.

2 | KLIMABEDINGTER FEUCHTESCHUTZ

Die Luftfeuchtigkeit beeinflusst unser Wohlbefinden in Räumen. Um die Gesundheit der Bewohner zu schützen und die Bausubstanz eines Gebäudes zu erhalten, müssen Bauschäden durch Schimmelbildung und Durchfeuchtung vermieden werden.

An der Bauteiloberfläche darf eine relative Luftfeuchte von 80 % nicht überschritten werden. Die Einhaltung dieser Anforderung ist bei den nachweisfreien Steildachkonstruktionen mit PU-Dämmung gegeben, so dass unter normativen Bedingungen kein Schimmelpilzrisiko besteht.

Auch im Inneren des Bauteils darf sich aus Wasserdampfdiffusion kein schädliches Tauwasser bilden. Das ist für die nachweisfreien PU-Steildachkonstruktionen sichergestellt. Deshalb können diese Konstruktionen ohne weiteren Feuchteschutznachweis eingesetzt werden.

Die Anforderungen an den Tauwasserschutz im Bauteil sind in der DIN 4108-3 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz“ festgelegt und werden im Merkblatt „Wärmeschutz bei Dach und Wand“ des ZVDH erläutert. Die DIN 4108-3 ist in der Musterliste der technischen Baubestimmungen enthalten und gilt damit als bauaufsichtlich eingeführt und die Anforderungen als baurechtlich vorgeschrieben. Vor allem die konstruktiven Maßnahmen, die den Wärme- und den Feuchteschutz bei Neubau oder Modernisierung eines Daches sicherstellen, muss der Handwerker zweifelsfrei beurteilen können.

2.1 Tauwasser und Rücktrocknung

Im Winter ist es außen kalt und trocken, im Gebäudeinneren warm und feucht. Die Folge ist ein Dampfdruckgefälle von innen nach außen. Von innen dringt Luftfeuchtigkeit aus der warmen, Raumluft in den Dachaufbau ein und kann, bei falscher Schichtenfolge, an kalten Stellen zu erhöhter Feuchte oder Tauwasser führen, die unter Umständen die Funktionssicherheit der Dachkonstruktion beeinträchtigen.

Tauwasser im Bauteilinneren fällt an, wenn der Dampfdruckverlauf an einer oder mehreren Stellen im Schichtenaufbau den dort möglichen Sättigungsdampfdruck überschreiten möchte. Dann ist an dieser Stelle eine 100 %ige Luftfeuchtigkeit erreicht, die zu Wasser kondensiert. Ob es dazu kommt, hängt vom Zusammenspiel aus Dampfdruckverlauf und Temperaturverteilung im Bauteil ab, das heißt von der Schichtenfolge hinsichtlich Diffusionswiderstand und Wärmedurchlasswiderstand. Deshalb müssen Reihenfolge und Eigenschaften der Schichten so aufeinander abgestimmt sein, dass aus der diffundierenden Feuchtigkeit kein flüssiges Wasser im Bauteilinneren („Tauwasser“) entstehen kann.

Tauwasserbildung im Bauteilinneren ist nach DIN 4108-3 unschädlich, wenn

- die Baustoffe, die mit Tauwasser in Berührung kommen, dadurch nicht geschädigt werden;
- das Tauwasser, das im Winter entsteht, im Sommer wieder rückstandsfrei austrocknen kann (nach innen wie nach außen);
- die flächenbezogene Tauwassermenge im Berechnungsverfahren nach DIN 4108-3 Anhang A an der Entstehungsstelle bei saugfähigen Baustoffen insgesamt 1,0 kg/m² und bei nicht saugfähigen Baustoffen 0,5 kg/m² nicht übersteigt;
- das Tauwasser nicht zur schädlichen Erhöhung der Holzfeuchte führt, d. h. wenn die Holzfeuchte bei Vollholz um nicht mehr als 5 %-Punkte und bei Holzwerkstoffen um nicht mehr als 3 %-Punkte erhöht wird. Diese Grenzen gelten nicht für Holzwolle-Leichtbauplatten und Mehrschicht-Leichtbauplatten nach DIN EN 13168.

Für beidseitig diffusionshemmend geschlossene Holzbauteile sieht die DIN 68800-2 die Berücksichtigung einer zusätzlichen Trocknungsreserve beim Tauwassernachweis vor. Dies dient als Sicherheit gegenüber Kondensatbildung, die entsteht, wenn feuchte Raumluft durch Undichtheiten eindringen kann. Die Trocknungsreserve ist nicht erforderlich, wenn die eindringende Raumluft nur solche Bereiche im Bauteil erreichen kann, die wärmer sind als die Kondensationstemperatur („Taupunkt“) der Raumluftfeuchte.

Relative Luftfeuchte:
φ = Relative Luftfeuchte
Einheit: %

Die relative Luftfeuchte gibt an, wieviel der maximal möglichen Wasserdampfmenge bereits in der Luft enthalten ist (bzw. wieviel Prozent des Sättigungsdampfdrucks bei einer bestimmten Temperatur erreicht sind). Bei gleicher Wasserdampfmenge in der Luft, erhöht sich die relative Luftfeuchte mit sinkender Temperatur.

3 | PU-VORTEILE FÜR DIE STEILDACHDÄMMUNG

Investitionen in ein Effizienzdach rentieren sich langfristig und führen über die gesamte Lebensdauer des Bauteils zu Energie- und CO_2-Einsparungen. Die PU-Dämmung bietet im Steildach eine Reihe von nachhaltig überzeugenden Vorteilen.

LANGE LEBENSDAUER
PU-Dämmstoffe sind besonders robust, druckfest, und formstabil. Sie bieten eine dauerhafte, hohe Dämmleistung und halten ein Gebäudeleben lang.

INNOVATIVER WÄRMESCHUTZ
PU-Dämmstoffe überzeugen mit einer extrem niedrigen Wärmeleitfähigkeit bei hoher Dämmleistung. Dadurch werden anspruchsvolle U-Wert-Anforderungen, die z. B. in Förderprogrammen vorgegeben sind, mit schlanken Dämmschichten erfüllt.

WENIGER MATERIALEINSATZ
PU-Dämmstoffe haben eine geringe Rohdichte. Die schlanken PU-Dämmungen sind sehr leicht. Ihr niedriges Flächengewicht schlägt sich nicht nur in einem geringen Rohstoff- und Energieeinsatz nieder, sondern ermöglicht eine besonders ökonomische Bauweise: kurze Verarbeitungszeiten, wenige und kürzere Befestigungselemente und geringer Lasteintrag in die Tragkonstruktion. Letzteres kommt vor allem der Sanierung alter Dachstühle zu Gute.

SPARREN OHNE AUFDOPPLUNG
Bei Kombinationslösungen mit einer PU-Aufsparren- oder Untersparrendämmung ist nur die statisch notwendige Sparrenhöhe erforderlich. Bei der Dachsanierung mit besserem U-Wert kann deshalb auf eine Aufdopplung der Sparren verzichtet werden. Diese Zusatzmaßnahme ist bei einer dickeren Dämmlösung, die nur zwischen den Sparren angebracht wird, erforderlich.

KEINE WOHNBEEINTRÄCHTIGUNG
Die Verlegung der PU-Aufsparrendämmung erfolgt ausschließlich von außen. Während der Sanierung können die darunter liegenden, ausgebauten Dachräume ohne Beeinträchtigung weiter genutzt werden.

QNG-KONFORM
QNG steht für „Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude“. PU-Dämmstoffe mit „pure life“-Zertifizierung erfüllen die stofflichen QNG-Anforderungen an Schadstoffvermeidung in Dämmstoffen. Sie sind gesundheitlich unbedenklich und für die Verwendung in Innenräumen uneingeschränkt geeignet.

WEITERVERWERTUNG VON PU-MATERIALRESTEN
Aus sortenreinen PU-Materialresten, die bei der Produktion oder der Verarbeitung an Baustellen anfallen, werden neue PU-Funktionswerkstoffe für Bauelemente hergestellt.

FORTLAUFENDE QUALITÄTSSICHERUNG
CE-Kennzeichnung, Umwelt-Produktdeklarationen (EPDs), das „Q-Zeichen“ für zertifizierte PU-Dämmstoffeigenschaften und das „pure life“-Siegel für emissions- und schadstoffgeprüfte PU-Dämmstoffe bieten Transparenz und geben Sicherheit.

NACHWEISFREIE KONSTRUKTIONEN NACH DIN 4108-3
Für die nachweisfreien Steildachkonstruktionen mit PU-Dämmung ist eine individuelle Glaserberechnung oder ein anderer Nachweis, wie z. B. die hygrothermische Simulation nach DIN EN 15026, nicht erforderlich. Sie sind bauphysikalisch sicher.

4 | NACHWEISFREIE STEILDACHAUFBAUTEN MIT PU-DÄMMUNG

4.1 Planungs- und Ausführungshinweise

Der energiesparende Wärmeschutz setzt die Luftdichtheit der Gebäudehülle voraus. Die Ausführung der Luftdichtheit muss entsprechend den Anforderungen der DIN 4108-7 „Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen“ erfolgen. Die wärmeübertragende Umfassungsfläche ist einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik auszuführen.

Die Luftdichtheitsschicht verhindert, dass warme und feuchte Luft durch die raumseitige Bekleidung in die Konstruktion eindringt oder diese für Luftströmungen (Konvektion) durchlässig ist. Sie kann gleichzeitig die Funktion einer Dampfsperre oder -bremse übernehmen und damit den Transport von Feuchtigkeit durch Diffusionsvorgänge verhindern.

Die Luftdichtheitsschicht wird in der Regel auf der warmen Seite der Konstruktion angeordnet. Bei mehrschichtigen Dachaufbauten mit PU-Dämmung (Kombidämmungen) kann die Luftdichtheitsschicht im Inneren der Konstruktion angeordnet sein.

Die Dacheindeckung/-abdichtung muss einen mittleren oder dunkleren Farbton aufweisen, damit eine entsprechende Erwärmung und Rücktrocknung der Konstruktionen möglich ist (Vgl. DIN 4108-3, Anhang D.2.3, Tabelle D.2). In diese Kategorie fallen u. a. mittelgraue, rote und dunklere Dachziegel bzw. Dachsteine, entsprechend beschichtete Bleche, oxidiertes Kupfer- und Zinkblech.

Weiße, helle oder hell beschichtete Materialien oder Metalle, wie z. B. Aluminium, sind für diese Aufbauten ohne Nachweis nicht zulässig.

Bei Dachaufbauten, deren Wärmedurchlasswiderstand der Zwischensparrendämmung in Verbindung mit der raumseitigen Bekleidung höchstens 20 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes beträgt, ist der Farbton der Dacheindeckung/-abdichtung ohne Einschränkungen wählbar.

Äquivalente Luftschichtdicke s_d (s_d-Wert)

Die wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d (s_d -Wert) ist ein bauphysikalisches Maß für den Wasserdampfdiffusionswiderstand eines Bauteils oder einer Bauteilschicht und definiert so dessen Eigenschaft als Dampfbremse. Den nachweisfreien Bauteilen in DIN 4108-3 sind unterschiedliche s_d -Werte für die diffusionshemmende Schicht unter der Wärmedämmung zugeordnet. Den s_d -Wert berechnet man aus der werkstoffspezifischen Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ mal der Dicke des Werkstoffes (in Meter):
$s_d = \mu \cdot d$ [m]

Der s_d -Wert eines Bauteils ergibt sich aus der Summe der s_d-Werte der einzelnen Bauteilschichten.

Definition von Bauteilschichten bezüglich ihrer Wasserdampfdurchlässigkeit entsprechend DIN 4108-3:
- diffusionsoffen $s_d \leq 0{,}5$ m
- diffusionsbremsend $0{,}5 \text{ m} < s_d \leq 10$ m
- diffusionshemmend $0{,}5 \text{ m} < s_d \leq 100$ m
- diffusionssperrend $100 \text{ m} < s_d < 1500$ m
- diffusionsdicht $s_d \geq 1500$ m

4.2 Nachweisfreie mehrschichtige Steildachaufbauten mit PU-Dämmung

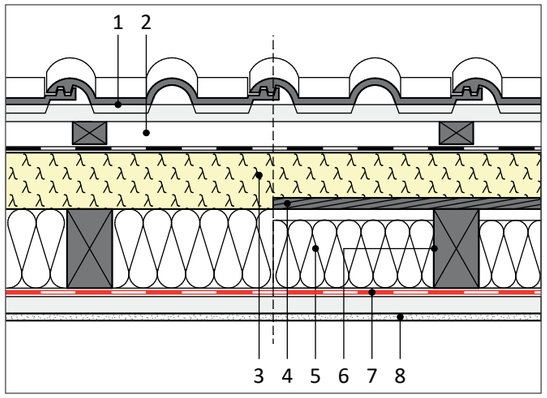
Für die nachfolgend aufgeführten mehrschichtigen Steildachaufbauten mit PU-Dämmung ist kein rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls infolge Wasserdampfdiffusion erforderlich, da kein Tauwasserrisiko besteht. Für die Beurteilung dieser Konstruktionen ist das Periodenbilanzverfahren nach Glaser nicht geeignet, da es ein stationäres Verfahren mit vereinfachten Klimarandbedingungen für „einfache“ Fälle ist. Bei den nachweisfreien Steildachaufbauten ist jedoch das reale Verhalten der Bauteile entscheidend, das mit dem Berechnungsverfahren nach Glaser nicht abgebildet werden kann.

Wärmedurchlasswiderstand (R-Wert)

Der Wärmedurchlasswiderstand beschreibt die Wärmedämmwirkung einer Bauteilschicht, wie z. B. einer Zwischensparren- oder Vollsparrendämmung. Der R-Wert ist der Quotient aus der betreffenden Schichtdicke d und dem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ_B.
$R = d/\lambda_B$
Einheit: [(m²·K)/W]

Umrechnungstabelle:
Wärmedurchlasswiderstand und Dämmdicke der Zwischensparrendämmung

Dämmstoff	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit	Wärmedurchlass-widerstand	Dämmstoffdicke
Mineralfaser	0,032 W/(m²·K)	R ≤ 5,7 (m²·K)/W	180 mm
	0,035 W/(m²·K)		200 mm
	0,040 W/(m²·K)		220 mm
	0,032 W/(m²·K)	R ≤ 5,2 (m²·K)/W	160 mm
	0,035 W/(m²·K)		180 mm
	0,040 W/(m²·K)		200 mm
	0,032 W/(m²·K)	R ≤ 4,0 (m²·K)/W	120 mm
	0,035 W/(m²·K)		140 mm
	0,040 W/(m²·K)		160 mm
Holzfaser	0,038 W/(m²·K)	R ≤ 5,2 (m²·K)/W	190 mm
	0,040 W/(m²·K)		200 mm
	0,038 W/(m²·K)	R ≤ 4,0 (m²·K)/W	150 mm
	0,040 W/(m²·K)		160 mm



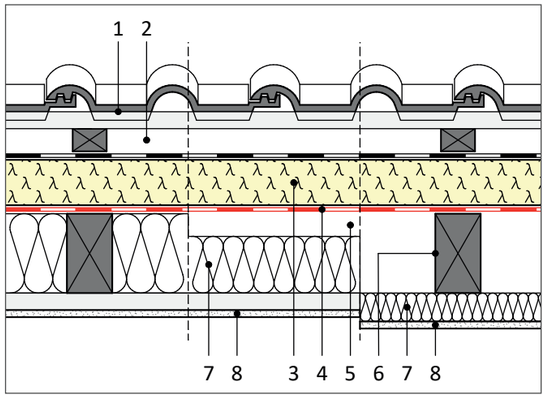
Grafik 1: PU-Aufsparrendämmung in Kombination mit Zwischensparrendämmung – Luftdichtheitsschicht unterhalb der Tragkonstruktion (Sparren)

1 | Dachdeckung auf Traglattung
2 | Konterlattenebene als belüftete Luftschicht
3 | PU-Dämmelement ≥ 80 mm mit integrierter wasserführender Ebene (Unterdeckung $s_{d,e}$ < 0,5 m)
4 | ggf. Holzschalung
5 | Zwischensparrendämmung aus Mineralwolle, R ≤ 5,7 (m²·K)/W oder aus Holzfaser, R ≤ 5,2 (m²·K)/W (ggf. mit oberseitiger Luftschicht) - in Verbindung mit Schicht 8
6 | Sparren
7 | Luftdichtheitsschicht mit $s_{d,i}$ = 2-10 m
8 | Raumseitige Bekleidung, ggf. inkl. Dämmung

U-Wert-Tabelle zu Grafik 1

Dämmstoffkombination	U-Wert W/(m²·K) | Dicke in mm			
PU-Aufsparrendämmung + Mineralfaser-Zwischensparrendämmung	**≤ 0,24**	**≤ 0,20**	**≤ 0,14**	**≤ 0,11**
PU-Hartschaum alukaschiert WLS 023	80	80	80	100
Mineralfaser WLS 035	≥ 20	≥ 50	≥ 160	200 [1]
PU-Hartschaum mineralvlieskaschiert WLS 026 / 027 [2]	80	80	80	120
Mineralfaser WLS 035	≥ 40	≥ 80	≥ 180	≥ 180
PU-Aufsparrendämmung + Holzfaser-Zwischensparrendämmung	**≤ 0,24**	**≤ 0,20**	**≤ 0,14**	**≤ 0,11**
PU-Hartschaum alukaschiert WLS 023	80	80	80	120
Holzfaser WLS 038	≥ 20	≥ 50	≥ 160	180 [1]
PU-Hartschaum mineralvlieskaschiert WLS 026 / 027 [2]	80	80	80	120
Holzfaser WLS 038	≥ 40	≥ 80	≥ 180	180 [1]

1 | Zwischensparrendämmung: maximal zulässiger R-Wert
2 | PU-Hartschaum mit WLS 027 bei 80 mm ≤ d < 120 mm, PU-Hartschaum mit WLS 026 bei d ≥ 120 mm
U-Werte unter Berücksichtigung der Wärmeübergangswiderstände R_{si} und R_{se} sowie eines Holzanteils von 12,3 % (Balken b/h=80/200 mm, a=650 mm).



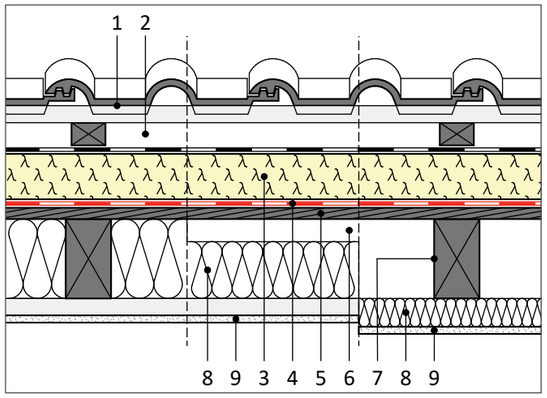
Grafik 2: PU-Aufsparrendämmung in Kombination mit Zwischensparrendämmung ohne Schalung auf den Sparren – Luftdichtheitsschicht oberhalb der Tragkonstruktion (Sparren)

1 | Dachdeckung auf Traglattung
2 | Konterlattenebene als belüftete Luftschicht
3 | PU-Dämmelement ≥ 80 mm mit integrierter wasserführender Ebene (Unterdeckung $s_{d,e}$ < 0,5 m)
4 | Luftdichtheitsschicht mit s_d > 2 m
5 | ggf. ruhende Luftschicht
6 | Sparren
7 | Zwischensparrendämmung oder Untersparrendämmung aus Mineralwolle, R ≤ 5,2 (m²·K)/W oder aus Holzfaser, R ≤ 4,0 (m²·K)/W - in Verbindung mit Schicht 8
8 | Raumseitige Bekleidung mit $s_{d,i}$ = 0,1-10 m, ggf. inkl. Dämmung

U-Wert-Tabelle zu Grafik 2

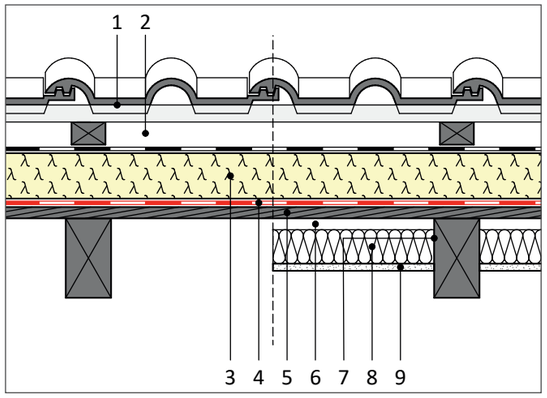
Dämmstoffkombination	U-Wert W/(m²·K) | Dicke in mm			
PU-Aufsparrendämmung + Mineralfaser-Zwischensparren- oder Untersparrendämmung	**≤ 0,24**	**≤ 0,20**	**≤ 0,14**	**≤ 0,11**
PU-Hartschaum alukaschiert WLS 023	80	80	80	120
Mineralfaser WLS 040	≥ 20	≥ 60	≥ 180	≥ 180
PU-Hartschaum mineralvlieskaschiert WLS 026 / 027 [2]	80	80	80	120
Mineralfaser WLS 040	≥ 40	≥ 80	≥ 200 [1]	≥ 200 [1]
PU-Aufsparrendämmung + Holzfaser-Zwischensparren- oder Untersparrendämmung	**≤ 0,24**	**≤ 0,20**	**≤ 0,14**	**≤ 0,11**
PU-Hartschaum alukaschiert WLS 023	80	80	100	140
Holzfaser WLS 040	≥ 20	≥ 60	≥ 120	≥ 120
PU-Hartschaum mineralvlieskaschiert WLS 026 / 027 [2]	80	80	100	140
Holzfaser WLS 040	≥ 40	≥ 80	160 [1]	160 [1]

1 | Zwischensparrendämmung: maximal zulässiger R-Wert
2 | PU-Hartschaum mit WLS 027 bei 80 mm ≤ d < 120 mm, PU-Hartschaum mit WLS 026 bei d ≥ 120 mm
U-Werte unter Berücksichtigung der Wärmeübergangswiderstände R_{si} und R_{se} sowie eines Holzanteils von 12,3 % (Balken b/h=80/200 mm, a=650 mm).



Grafik 3: PU-Aufsparrendämmung in Kombination mit Zwischensparren- oder Untersparrendämmung mit Schalung auf den Sparren – Luftdichtheitsschicht oberhalb der Tragkonstruktion (Sparren)

1 | Dachdeckung auf Traglattung
2 | Konterlattenebene als belüftete Luftschicht
3 | PU-Dämmelement ≥ 80 mm mit integrierter wasserführender Ebene (Unterdeckung $s_{d,e}$ < 0,5 m)
4 | Luftdichtheitsschicht mit s_d > 2 m
5 | Schalung
6 | ggf. ruhende Luftschicht
7 | Sparren
8 | Zwischensparrendämmung oder Untersparrendämmung aus Mineralwolle oder aus Holzfaser, R ≤ 4,0 (m²·K)/W - in Verbindung mit Schicht 9
9 | Raumseitige Bekleidung mit s_d-Wert $s_{d,i}$ = 0,1-10 m, ggf. inkl. Dämmung



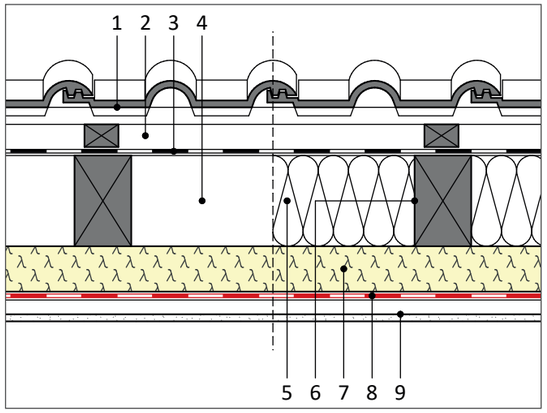
Grafik 4: PU-Aufsparrendämmung in Kombination mit Zwischensparrendämmung mit Schalung auf den Sparren – Luftdichtheitsschicht oberhalb der Tragkonstruktion (Sparren)

1 | Dachdeckung auf Traglattung
2 | Konterlattenebene als belüftete Luftschicht
3 | PU-Dämmelement ≥ 80 mm mit integrierter wasserführender Ebene (Unterdeckung $s_{d,e}$ < 0,5 m)
4 | Luftdichtheitsschicht mit s_d > 2 m
5 | Schalung
6 | ruhende Luftschicht
7 | Sparren
8 | Zwischensparrendämmung aus Mineralwolle oder aus Holzfaser, R ≤ 4,0 (m²·K)/W - in Verbindung mit Schicht 9
9 | Raumseitige Bekleidung mit s_d-Wert $s_{d,i}$ = 0,1-10 m, ggf. inkl. Dämmung

U-Wert-Tabelle zu Grafiken 3 und 4

Dämmstoffkombination	U-Wert W/(m²·K) | Dicke in mm			
PU-Aufsparrendämmung + Zwischensparren- oder Untersparrendämmung	**≤ 0,24**	**≤ 0,20**	**≤ 0,14**	**≤ 0,11**
PU-Hartschaum alukaschiert WLS 023	80	80	100	140
Mineralfaser / Holzfaser WLS 040	≥ 20	≥ 60	≥ 120	≥ 120
PU-Hartschaum mineralvlieskaschiert WLS 026 / 027 [2]	80	80	100	140
Mineralfaser / Holzfaser WLS 040	≥ 40	≥ 80	160 [1]	160 [1]

1 | Zwischensparrendämmung: maximal zulässiger R-Wert;
2 | PU-Hartschaum mit WLS 027 bei 80 mm ≤ d < 120 mm; PU-Hartschaum mit WLS 026 bei d ≥ 120 mm
U-Werte unter Berücksichtigung der Wärmeübergangswiderstände R_{si} und R_{se} sowie eines Holzanteils von 12,3 % (Balken b/h=80/200 mm, a=650 mm).



Grafik 5: Bestehende Dachkonstruktion mit diffusionsdichter PU-Untersparrendämmung, ggf. in Kombination mit Zwischensparrendämmung

1 | Dachdeckung auf Traglattung
2 | Konterlattenebene als belüftete Luftschicht
3 | Unterdeckung ($s_{d,e}$ ≤ 0,5 m)
4 | ggf. ruhende Luftschicht
5 | ggf. Zwischensparrendämmung
6 | Sparren
7 | PU-Dämmelement, dampfdiffusionsdicht (s_d ≤ 1500 m)
8 | Luftdichtheitsschicht
9 | Raumseitige Bekleidung, ggf. mit Dämmung (höchstens 20 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes)

U-Wert-Tabelle zu Grafik 5

Dämmstoffkombination	U-Wert W/(m²·K) | Dicke in mm			
PU-Untersparrendämmung + Mineralfaser-Zwischensparrendämmung	**≤ 0,24**	**≤ 0,20**	**≤ 0,14**	**≤ 0,11**
PU-Hartschaum alukaschiert WLS 023	50	50	80	100
Mineralfaser WLS 035	≥ 80	≥ 120	≥ 160	≥ 200
PU-Untersparrendämmung + Holzfaser-Zwischensparrendämmung	**≤ 0,24**	**≤ 0,20**	**≤ 0,14**	**≤ 0,11**
PU-Hartschaum alukaschiert WLS 023	50	50	80	100
Holzfaser WLS 038	≥ 80	≥ 120	≥ 160	≥ 200

U-Werte unter Berücksichtigung der Wärmeübergangswiderstände R_{si} und R_{se} sowie eines Holzanteils von 12,3 % (Balken b/h=80/200 mm, a=650 mm)

4.3 Dauerhaft luftdichte Anschlüsse

ANSCHLUSSDETAILS MEHRSCHICHTIGER STEILDACHAUFBAUTEN MIT PU-DÄMMUNG

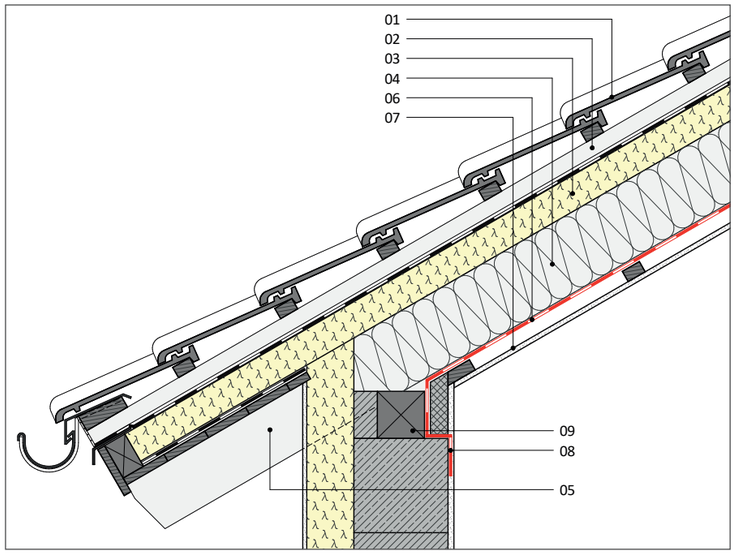
Im **Neubau** (wie auch bei der Vollsanierung der Dachfläche mit Erneuerung der Innenverkleidung) wird die Luftdichtheit mit einer raumseitig unterhalb der Zwischensparrendämmung angeordneten Luftdichtheitsschicht realisiert. Sie ist dauerhaft dicht an das Mauerwerk, an Traufe und Ortgang sowie an Durchdringungen, Kamine und Dachflächenfenster anzuschließen. Die nachfolgend dargestellten Details zeigen beispielhafte Lösungen. Sie sind als Anregung für die Planung und Ausführung zu verstehen.

In der **Sanierung** ist die Luftdichtheit auch bei bereits ausgebauten Dachräumen meist nicht gegeben. Die Luftdichtheit muss auf den Sparren bzw. der Schalung separat hergestellt werden. Vollflächig über die Sparrenlage verlegt und an allen Anschlüssen/Durchdringungen luftdicht angeschlossen, dient diese Bahn während der Bauphase als Witterungsschutz.

Hinterlüftungsöffnungen oberhalb der vorhandenen Zwischensparren- oder Untersparrendämmung sind vor dem Verlegen der Luftdichtheitsschicht luftdicht und wärmebrückenfrei zu verschließen, z. B. durch Ausmauern oder Anbringen von Stellbrettern in den traufseitigen Sparrenzwischenräumen.

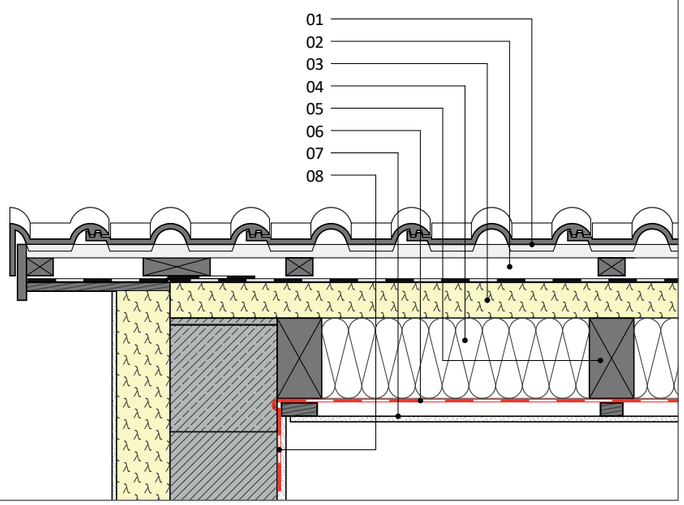
Dauerhaft luftdichte Anschlüsse an Traufe und Ortgang sind für die Funktionstüchtigkeit des Daches besonders wichtig.

Die dargestellten Anschlussdetails sind als Anregung für die Planung und Ausführung zu verstehen.



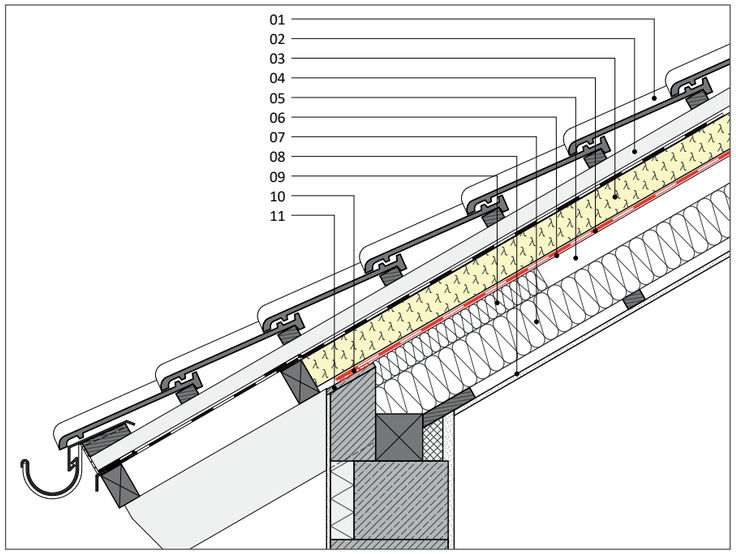
Grafik 6: Traufanschluss mit durchlaufdenden Sparren, Luftdichtheitsschicht unter den Sparren, Anschluss an Innenputz

01 | Dachdeckung auf Traglattung
02 | Konterlattenebene als belüftete Luftschicht
03 | PU-Dämmelement ≥ 80 mm mit integrierter wasserführender Ebene (Unterdeckung $s_{d,e}$ < 0,5 m)
04 | Zwischensparrendämmung
05 | Sparren
06 | Luftdichtheitsschicht mit $s_{d,i}$ = 2-10 m
07 | Raumseitige Bekleidung
08 | Anschluss der Luftdichtheitsschicht an den Innenputz
09 | Fußpfette



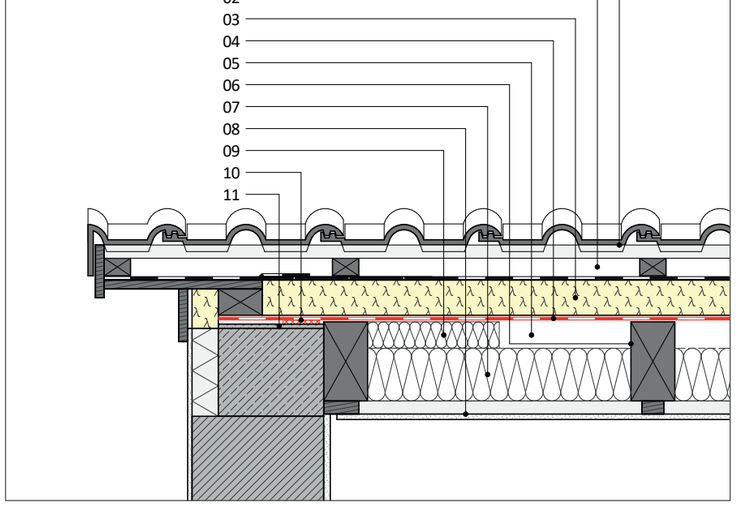
Grafik 7: Ortganganschluss ohne außenliegende Sparren, Luftdichtheitsschicht unter den Sparren

01 | Dachdeckung auf Traglattung
02 | Konterlattenebene als belüftete Luftschicht
03 | PU-Dämmelement ≥ 80 mm mit integrierter wasserführender Ebene (Unterdeckung $s_{d,e}$ < 0,5 m)
04 | Zwischensparrendämmung
05 | Sparren
06 | Luftdichtheitsschicht mit $s_{d,i}$ = 2-10 m
07 | Raumseitige Bekleidung
08 | Anschluss der Luftdichtheitsschicht an den Innenputz



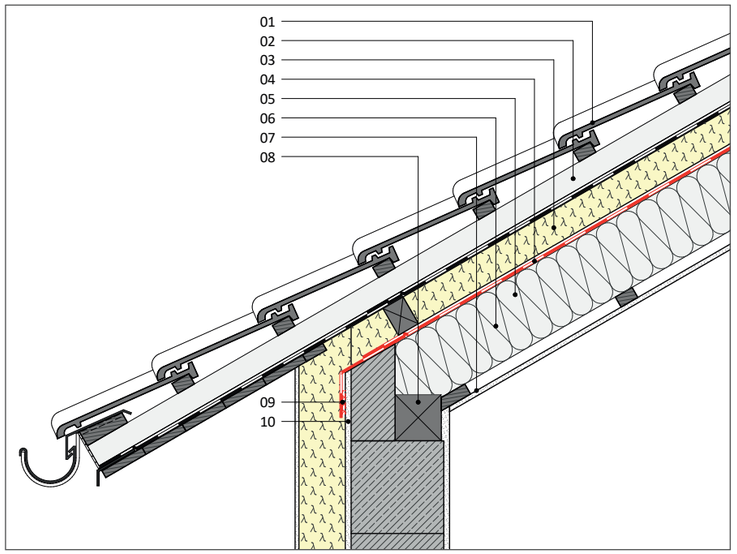
Grafik 8: Traufanschluss mit durchlaufdenden Sparren, Luftdichtheitsschicht auf den Sparren, Anschluss an die Mauerkrone

01 | Dachdeckung auf Traglattung
02 | Konterlattenebene als belüftete Luftschicht
03 | PU-Dämmelement ≥ 80 mm mit integrierter wasserführender Ebene (Unterdeckung $s_{d,e}$ < 0,5 m)
04 | Luftdichtheitsschicht mit s_d > 2 m
05 | ruhende Luftschicht
06 | Sparren
07 | Zwischensparrendämmung
08 | Raumseitige Bekleidung mit $s_{d,i}$ = 0,1-10 m
09 | Ergänzung Zwischensparrendämmung
10 | luftdichter Anschluss
11 | Glattstrich



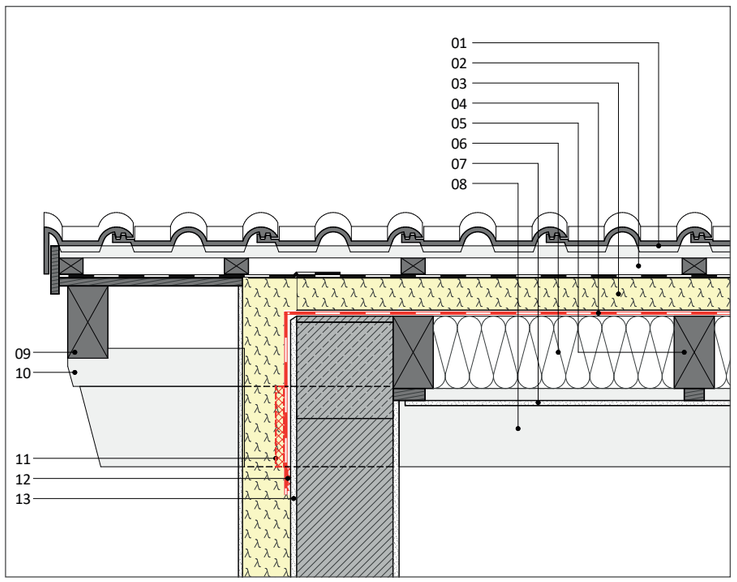
Grafik 9: Ortganganschluss ohne außenliegende Sparren, Luftdichtheitsschicht auf den Sparren

01 | Dachdeckung auf Traglattung
02 | Konterlattenebene als belüftete Luftschicht
03 | PU-Dämmelement ≥ 80 mm mit integrierter wasserführender Ebene (Unterdeckung $s_{d,e}$ < 0,5 m)
04 | Luftdichtheitsschicht mit s_d > 2 m
05 | ruhende Luftschicht
06 | Sparren
07 | Zwischensparrendämmung
08 | Raumseitige Bekleidung mit $s_{d,i}$ = 0,1-10 m
09 | Ergänzung Zwischensparrendämmung
10 | luftdichter Anschluss
11 | Glattstrich



Grafik 10: Traufanschluss mit auskragender erhöhter Konterlatte, Luftdichtheitsschicht auf den Sparren, Anschluss an Außenputz

01 | Dachdeckung auf Traglattung
02 | Konterlattenebene als belüftete Luftschicht
03 | PU-Dämmelement ≥ 80 mm mit integrierter wasserführender Ebene (Unterdeckung $s_{d,e}$ < 0,5 m)
04 | Luftdichtheitsschicht mit s_d > 2 m
05 | Sparren
06 | Zwischensparrendämmung
07 | Raumseitige Bekleidung mit $s_{d,i}$ = 0,1-10 m
08 | Pfette
09 | luftdichter Anschluss
10 | vorhandener Außenputz



Grafik 11: Ortganganschluss mit Flugsparren, Luftdichtheitsschicht auf den Sparren

01 | Dachdeckung auf Traglattung
02 | Konterlattenebene als belüftete Luftschicht
03 | PU-Dämmelement ≥ 80 mm mit integrierter wasserführender Ebene (Unterdeckung $s_{d,e}$ < 0,5 m)
04 | Luftdichtheitsschicht mit s_d > 2 m
05 | Sparren
06 | Zwischensparrendämmung
07 | Raumseitige Bekleidung mit $s_{d,i}$ = 0,1-10 m
08 | Pfette
09 | Flugsparren
10 | Aufdoppelung Pfette
11 | luftdichter Anschluss an Pfette, umlaufend
12 | luftdichter Anschluss
13 | vorhandener Außenputz

INTERESSE GEWECKT?
WIR BERATEN SIE GERNE PERSÖNLICH:

Die Dämmexperten

www.bachl.de

Karl Bachl
Kunststoffverarbeitung
GmbH & Co. KG

Der IVPU

Wärmedämmung ist aktiver Klimaschutz und die zentrale Stellschraube, um den Energiebedarf deutlich zu reduzieren und den CO_2-Ausstoß zu senken. Der IVPU – Industrieverband Polyurethan-Hartschaum e. V. – setzt sich für die Förderung zukunftsweisender Dämmtechniken ein.

Der IVPU ist der deutsche Verband führender Hersteller und Rohstofflieferanten des Hochleistungsdämmstoffes Polyurethan-Hartschaum (PU). Weiter gehören auch Deckschichtenhersteller, Hersteller bestimmter Rohstoffkomponenten und Anbieter kompletter Dachsysteme als Gastmitglieder zum IVPU. Der Verband wurde 1973 gegründet. Die Geschäftsstelle hat ihren Sitz in Stuttgart.

Herausgeber:
IVPU Industrieverband Polyurethan-Hartschaum e. V.
Heilbronner Straße 154 | 70191 Stuttgart
Telefon +49 (0) 711 29 17 16
ivpu@ivpu.de | www.daemmt-besser.de

© 2024 by IVPU | 1. Ausgabe, Februar 2024, Bildnachweis: **Shutterstock:** geogif (2); **IVPU** – Fotograf: Peter D. Hartung (Titel, 5,8,9,15)