



GIH ONLINE-SEMINAR

KLIMABEDINGTER FEUCHTESCHUTZ - NACHWEISFREI IST SICHERER!

21. November 2022

BAUTEILE FEUCHTESCHUTZTECHNISCH SICHER PLANEN

- Nachweisverfahren in der Planung sicher einsetzen
- Überarbeitung der DIN 4108-3
 - › Geplante Erweiterung Bauteilkatalog Nachweisfreie Bauteile
 - › Besonderheiten in der Anwendung Nachweisfreier Bauteile
 - › Monatsbilanzverfahren und hygrothermische Simulation
 - › Grenzen der Nachweisführung beim Monatsbilanzverfahren (Glaser)

Referent: Wolfgang Rieck, IVPU



NACHHALTIGKEIT = BAUSCHÄDEN VERMEIDEN

BASIS: GUTER KLIMABEDINGTER FEUCHTESCHUTZ

- Anforderungen an Baukonstruktionen werden immer anspruchsvoller:
 - › Höhere energetische Standards
 - › Viele Funktionen:
Wärmedämmung, Schlagregenschutz, Luftdichtheit etc.
 - › Sanierungen unter ganz/teilweiser Beibehaltung Bestand
 - › Schlankheit der Bauteile bei gleichen technischen Eigenschaften (Raumgewinn)
 - › Rückbaubarkeit, Recycling (QNG-Zertifizierung)
- Die DIN 4108-3 bietet eine gute Grundlage, um Konstruktionen feuchtetechnisch sicher planen zu können.



DIN 4108-3:2018-10 – **GEPLANTE ÄNDERUNGEN** (Stand Juni '22)

Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz - Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung

- a) Begrenzung der Anwendung des Periodenbilanzverfahrens (Glaser) auf Höhenlagen bis 700 m;
- b) Neu: Bodenplatten mit raumseitiger Dämmung unter 5.3.3.3;
- c) Aufnahme zusätzlicher Konstruktionsbeispiele für nicht belüftete Dächer mit Deckung oder Dachabdichtung unter 5.3.4;
- d) Neu: Abschnitt 5.3.5. Oberste Geschossdecken;
- e) Beschreibung der Schlagregenschutzprinzipien für Außenwände in 6.3;
- f) Anhang A: Neue Außendampfdruckbedingungen für verschattete Dächer und solche mit heller Deckung oder heller Abdichtung;
- g) Anhang D: Präzisierung einiger Textabschnitte zur besseren Verständlichkeit. Neu: Randbedingungen für die Bemessung erdberührter Bauteile in D2.4 und Risikobewertung zum Schimmelpilzbefall in D7.6.

DIN 4108-3:2018-10 - FEUCHTESCHUTZ

ZWEI UNTERSCHIEDLICHE BETRACHTUNGEN

5.1 Vermeidung Kritische Luftfeuchte an Bauteiloberflächen

-Als kritische Werte der relativen Luftfeuchte an Oberflächen gelten:

- a) für Tauwasserbildung: $\varphi_{si,cr} = 1$ (entspricht 100 % relative Luftfeuchte)
- b) für Schimmelpilzbildung: $\varphi_{si,cr} = 0,8$ (entspricht 80 % relative Luftfeuchte)

- Berechnung niedrigste zul. Oberflächentemperatur raumseitig nach Gl. (3) bzw. Anhang A1
- Mindestwärmeschutz, Wärmebrücken nach DIN 4108-2
(Mindesttemperatur raumseitig 12,6 °C bei 20°C Raumtemperatur und 50% rel. Feuchte
Tauwasserbildung (Taupunkttemperatur) 9,3 °C)

5.2 Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen



NACHWEIS ZUM TAUWASSERSCHUTZ

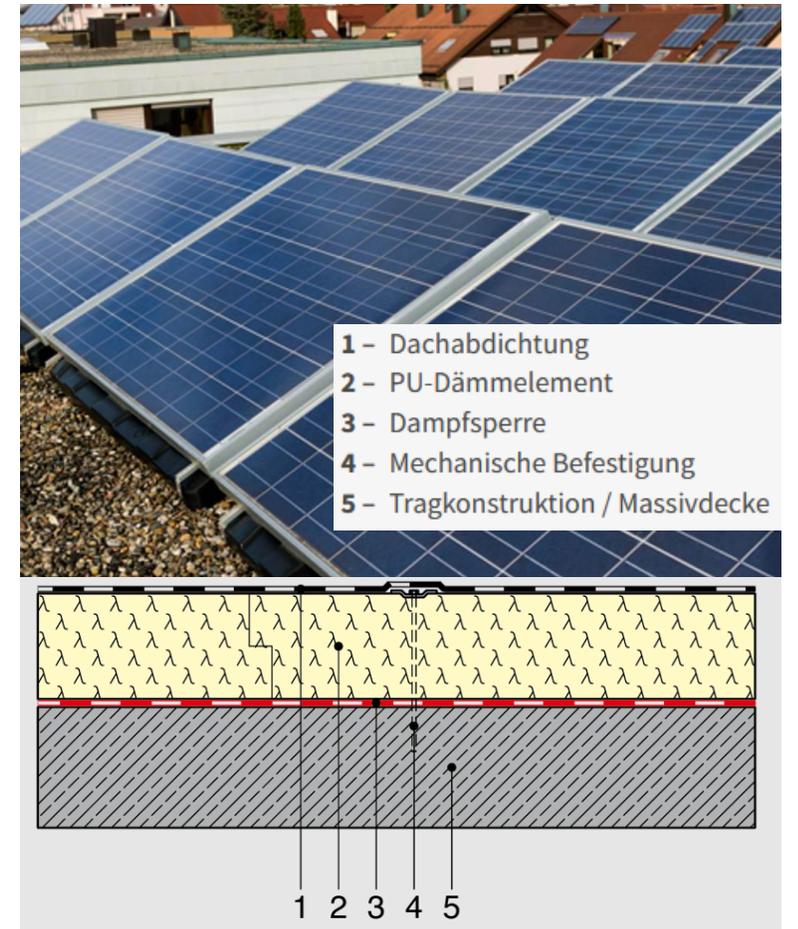
GRUNDLEGENDES VORGEHEN

Es stehen drei Verfahren zur Verfügung:

1. Verwendung einer Bauteilkonstruktion nach Abschnitt 5.3
„Bauteile, für die kein rechnerischer Nachweis erforderlich ist“
2. Verwendung des Periodenbilanzverfahrens (Glaserverfahren) nach Abschnitt 5.2 bzw. Anhang A.2, unter Beachtung der Ausschlusskriterien nach Abschnitt 5.2.1 und den Anforderungen nach Abschnitt 5.2.2
3. Hygrothermische Simulation gem. den Berechnungsmethoden nach Anhang D

NACHWEIS DERZEIT FÜR EIN GENUTZTES FLACHDACH NACH DIN 4108-3:2018-10 - AKTUELL

- Die Konstruktion gibt es derzeit bei den nachweisfreien Bauteilen nicht.
- Das Periodenbilanzverfahren (Glaser) ist bei begrünten und bekiesten sowie solchen mit Plattenbelägen und Holzrosten nicht anwendbar - siehe Abschnitt 5.2.1. in DIN 4108-3.
- Obwohl derartige Flachdachaufbauten vielfach ständig schadenfrei gebaut werden, müsste formal ein Nachweis zum Tauwasserschutz mittels einer hygrothermischen Simulation nach Anhang D erfolgen.
- Deshalb ist u. a. eine Erweiterung des Abschnitt 5.3 geplant;
„Bauteile, für die kein rechnerischer Nachweis erforderlich ist“



AUSSCHLUSSKRITERIEN PERIODENBILANZVERFAHREN NACH DIN 4108-3 – aktuell + geplant

Das im Anhang A.2 zugrundeliegende Periodenbilanzverfahren zur Berechnung von Diffusionsvorgängen nach Glaser [6] ist nicht anwendbar bei:

- Konstruktionen von Räumen, die unbeheizt, gekühlt oder mit hoher Feuchtelast beaufschlagt sind (z. B. Schwimmbäder);
- Konstruktionen von Gebäuden, die in einer Höhe von über 700 m NN liegen; **neu**
- erdberührten Bauteilen;
- Bauteilen zu unbeheizten Nebenräumen sowie Kellern;
- begrünten und bekiesten Dachkonstruktionen sowie solchen mit Plattenbelägen und Holzrosten;
- Innendämmung mit $R > 1,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ mit ausgeprägten sorptiven und kapillaren Eigenschaften auf einschaligen Außenwänden;

AUSSCHLUSSKRITERIEN PERIODENBILANZVERFAHREN NACH DIN 4108-3 – aktuell + geplant

...Fortsetzung:

- zur Berechnung des natürlichen Austrocknungsverhaltens, wie z. B. im Fall der Abgabe von Rohbaufeuchte oder der Aufnahme von Niederschlagswasser;
- gedämmte, nicht belüftete Holzdachkonstruktionen mit Metaldachdeckung oder mit Abdichtung auf Schalung oder Beplankung ohne Hinterlüftung der Abdichtungs-/ Deckunterlage.



Bildquelle: www.mein-dachschaden.de

Für die oben genannten Fälle wird auf Anhang D verwiesen.

ALLGEMEINES

aktuell + geplant

- Bei Berechnungen mit dem Periodenbilanzverfahren (Glaser) sind für Dachkonstruktionen, die überwiegend verschattet sind oder eine helle Oberfläche aufweisen (siehe Tabelle D.2), in der Verdunstungsperiode die gleichen Klimabedingungen (Sättigungsdampfdrücke) wie für Wände anzunehmen (siehe Tabelle A.3).

Strahlungsabsorptionsgrad:

0,8 bei Schwarz oder dunklem Farbton

0,6 bei Grau oder mittlerem Farbton

0,4 bei Weiß oder hellem Farbton

Problem:

Nachweis für Dauerhaftigkeit von „weißen“ und „schwarzen“ Farbtönen!

- Bauteile, mit innen- und außenseitigen Schichten mit $s_d > 2$ m, haben ein geringes Trocknungspotential
- Periodenbilanzverfahren (Glaser) berücksichtigt nur Diffusionsvorgänge, jedoch keine konvektiven Feuchteinträge oder erhöhte Einbaufeuchten etc.!

ANFORDERUNGEN

aktuell + geplant

- Baustoffe, die mit Tauwasser in Berührung kommen, dürfen nicht geschädigt werden
- das während der Tauperiode im Innern des Bauteils anfallende Wasser muss während der Verdunstungsperiode wieder an die Umgebung abgegeben werden können, d. h. $M_c \leq M_{ev}$
- maximale flächenbezogene Tauwassermasse:
 - › Allgemein: $M_c \leq 1,0 \text{ kg/m}^2$
 - › an Berührungsflächen von Schichten von den mindestens eine kapillar nicht wasseraufnahmefähig ($w_w < 0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h}^{0,5})$) ist: $M_c \leq 0,5 \text{ kg/m}^2$
- bei Holz ist eine Erhöhung des massebezogenen Feuchtegehaltes u um mehr als 5 %, bei Holzwerkstoffen um mehr als 3 % unzulässig

EMPFEHLUNG FEUCHTETECHNISCHER NACHWEIS VORGEHENSWEISE

- **Es empfiehlt sich, Bauteile zu verwenden, die im Abschnitt 5.3 „Bauteile, für die kein rechnerischer Tauwassernachweis erforderlich ist“ enthalten sind!**
- Damit hat man am wenigsten Aufwand und die höchst mögliche planerische Absicherung.
- Sofern es sich um Bauteile handelt, welche nicht im Abschnitt 5.3 „Nachweisfreie Bauteile“ enthalten sind, sollte im Einzelfall entschieden werden, ob ein Nachweis mit dem Monatsbilanzverfahren möglich ist, oder nicht gleich ein Nachweis nach Anhang D (Simulation) geführt wird.
- Aufgrund der vielen Ausschlusskriterien und der nicht zu geringen Fehlerquellen bei den Berechnungen ist es nicht sinnvoll, dass bei jeder U-Wert-Berechnung automatisch ein Diffusionsnachweis zum Tauwasserschutz nach dem Periodenbilanzverfahren (Glaser) erstellt wird.

GLIEDERUNG ABSCHNITT 5.3 Bauteile, für die kein rechnerischer Tauwassernachweis erforderlich ist

5.3.1 Allgemeines

5.3.2 Außenwände gegen Außenluft

5.3.3 Erdberührte Außenbauteile mit Abdichtung nach DIN 18533

5.3.4 Dächer

5.3.4.1 Allgemeines (u. a. Hinweise zu Belüftungsebenen)

5.3.4.2 Nicht belüftete Dächer (Dämmebene oberseitig nicht belüftet)

= *klassische Steildächer mit Dacheindeckung; Flachdach-“Warmdach“*

5.3.4.3 Belüftete Dächer (Dämmebene oberseitig belüftet)

Unterscheidung Dachneigung $< 5^\circ$ und $\geq 5^\circ$

5.3.5 Oberste Geschossdecken - neu

5.3.1 ALLGEMEINES

Randbedingungen unter welchen Bauteile eingesetzt werden können, für die kein rechnerischer Tauwassernachweis erforderlich ist

„Für die nachfolgend aufgeführten Bauteile mit ausreichendem Wärmeschutz nach DIN 4108-2 und luftdichter Ausführung nach DIN 4108-7 für nicht klimatisierte Wohn- oder wohnähnlich genutzte Räume ist kein rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls infolge Wasserdampfdiffusion erforderlich, da für diese Bauteile kein Tauwasserrisiko besteht oder das Periodenbilanzverfahren für die Beurteilung nicht geeignet ist.“

- Die Basis für viele der dargestellten Bauteile sind langjährige positive Erfahrungen und umfangreiche Berechnungen nach Anhang D (hygrothermische Simulationen)!
- Deshalb können diese Bauteile nicht standardmäßig mit dem Periodenbilanzverfahren (Glaser) im Rahmen von U-Wert-Berechnungen überprüft/berechnet werden.

5.3.2 AUßENWÄNDE GEGEN AUßENLUFT

5.3.2.1 WÄNDE AUS MAUERWERK ODER BETON

... jeweils mit Innenputz und einer der folgenden Außenschichten:

- wasserabweisender Außenputz (auch Wärmedämmputz)
- Außendämmungen nach DIN 4108-10 oder bauaufsichtlich geregeltes WDVS
- Verblendmauerwerk
- Angemörtelte Außenwandbekleidungen
- einseitig belüftete Außenwandbekleidungen (Lüftungsöffnung von $100 \text{ cm}^2/\text{m}$)
- kleinformatische luftdurchlässige Außenwandbekleidungen mit und ohne Belüftung
- siehe auch Abschnitt 6 „Schlagregenschutz von Wänden“



5.3.2 AUßENWÄNDE GEGEN AUßENLUFT

WÄRMEDÄMMUNG ANWENDUNGSTYPEN NACH DIN 4108-10



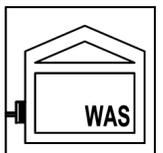
Außendämmung der Wand
hinter Bekleidung



Dämmung von zweischaligen
Wänden, Kerndämmung

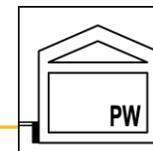
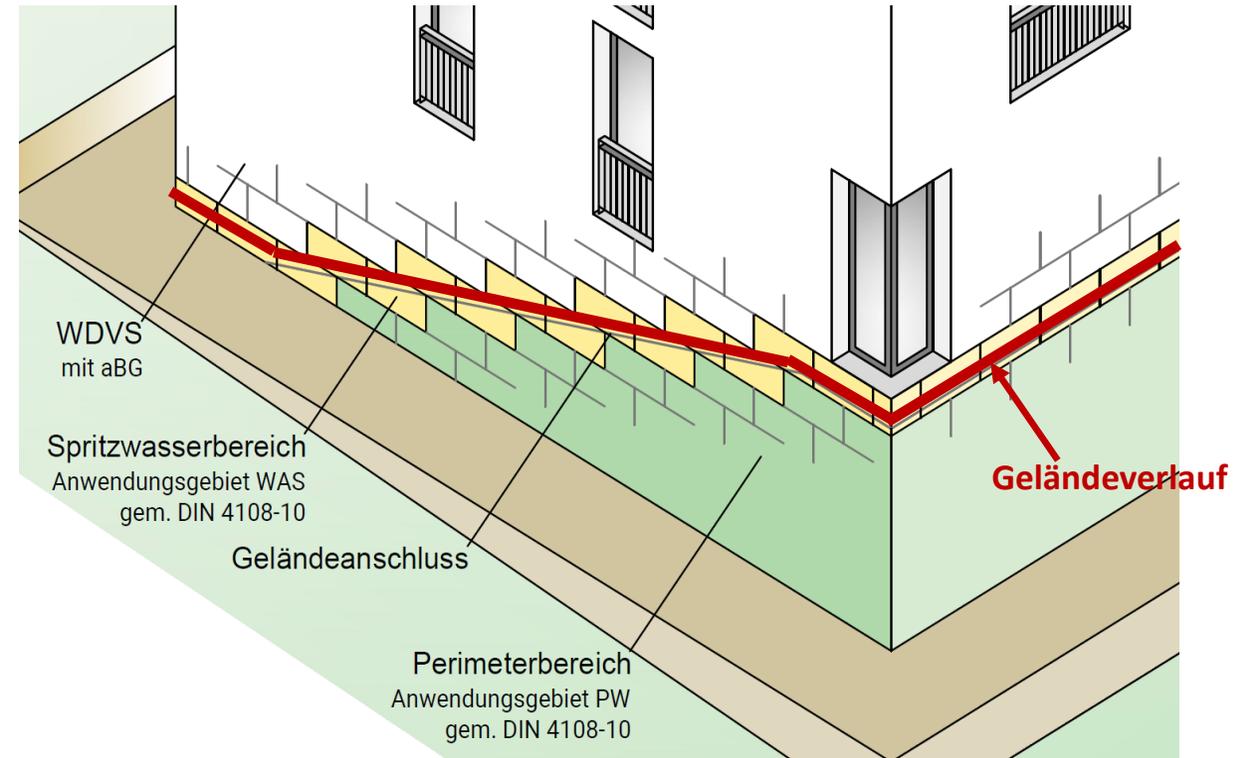


Außendämmung der Wand unter Putz;
jedoch nicht für WDVS, diese benötigen
Allg. Bauartgenehmigung (AbG)



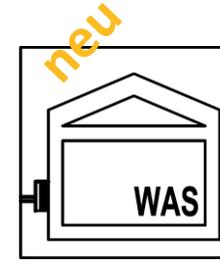
neu

Außendämmung der Wand im Spritz-
wasserbereich auch mit teilweiser
Einbindung ins Erdreich (WLS ohne Zuschläge!)



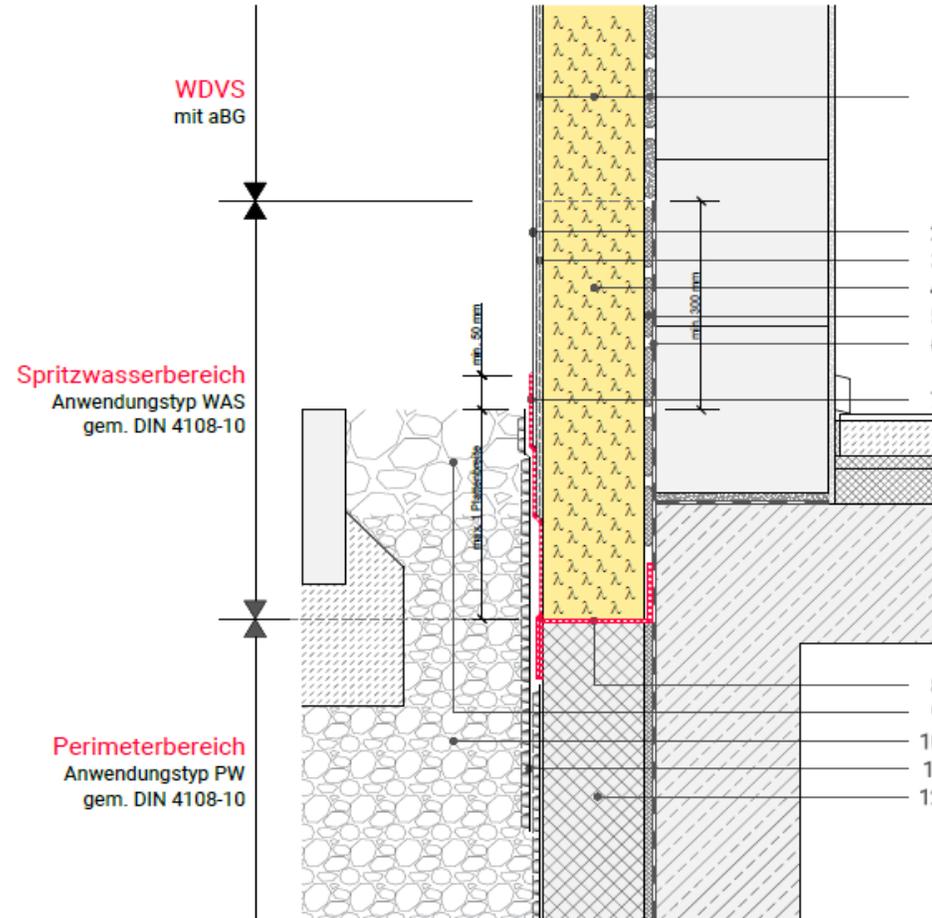
Außen liegende Wärmedämmung
von Wänden gegen Erdreich; ggf. AbG
(außerhalb der Abdichtung)

5.3.2 AUßENWÄNDE GEGEN AUßENLUFT ANWENDUNGSTYP „WAS“ NACH DIN 4108-10



PU – Ein Dämmstoff vom
Sockel bis zum Dach

Wassereinwirkungsklasse W4-E
nach DIN18533-1; es ist eine
dauerhaft wasserabweisende
Beschichtung/Schicht als
Feuchteschutz des Dämmstoffs
vorzusehen, Einbindetiefe bis
maximal eine Plattenbreite.

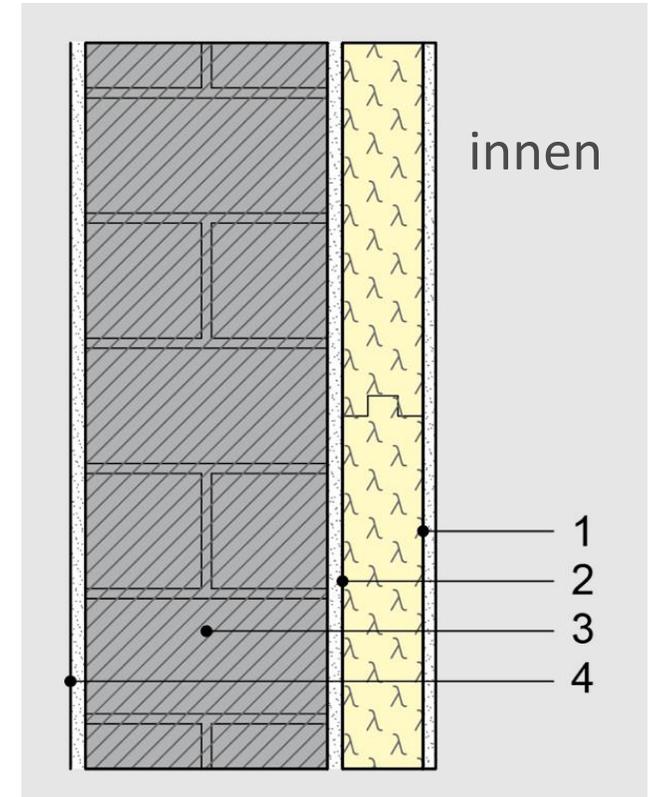


- 1 Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) mit PU-Wärmedämmung
- 2 Sockeloberputz
- 3 Armierungsputz mit Glasfasergewebe
- 4 Sockel- und spritzwassergeeigneter PU-Dämmstoff (Anwendungstyp WAS)
- 5 Klebemörtel, geeignet auf Bauwerksabdichtung
- 6 Bauwerksabdichtung gemäß DIN 18533 klebegeeignet für WDVS
- 7 systembezogener Feuchteschutz
- 8 ggf. Schutz gegen aufsteigende Feuchtigkeit (im Lastfall W2-E) mit systembezogenem Feuchteschutz, mind. 50 mm auf Untergrund geführt
- 9 Spritzschutzstreifen, z. B. Kiesbett
- 10 Arbeitsraumverfüllung gemäß DIN 4095
- 11 Schutz- und Drainageschicht z. B. Noppenbahn mit Vlies
- 12 Perimeterdämmung

5.3.2 AUßENWÄNDE GEGEN AUßENLUFT

5.3.2.2 WÄNDE MIT INNENDÄMMUNG

- Schlageregenbeanspruchung gem. Abschnitt 5.3.2.1 bzw. Abschnitt 6.
- das Einströmen von Raumluft in bzw. hinter die Innendämmung ist durch geeignete Maßnahmen zu unterbinden
- Wärmedurchlasswiderstand Innendämmung $R \leq 0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
- oder $R \leq 1,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$, wenn $s_{d,i} \geq 0,5 \text{ m}$ (Dämmschicht incl. raumseitiger Bekleidung)
wird mit 2 – 3 cm PU erfüllt, je nach Wärmeleitfähigkeit
- Meist wird ein höherer Wärmeschutz angestrebt, wodurch eine Berechnung erforderlich wird (i.d.R. nach Anhang D)
(Siehe auch WTA-Merkblätter)



1. PU-Wärmedämmelement mit integrierter Silikat-/ GK-Platte
2. Ggf. vorhandener Innenputz
3. Mauerwerk-/Betonwand
4. Außenputz

5.3.2 AUßENWÄNDE GEGEN AUßENLUFT

5.3.2.3 WÄNDE IN HOLZBAUART NACH DIN 68800-2

Keine
Änderungen
geplant

- a) Wände in Holzbauart mit vorgehängten Außenwandbekleidungen mit raumseitiger diffusionshemmender Schicht. Gilt auch für nicht belüftete Außenwandbekleidungen aus kleinformatigen Elementen, wenn auf der äußeren Beplankung eine zusätzliche wasserableitende Schicht aufgebracht ist;
- b) raumseitig bekleidete oder beplankte Wände in Holzbauart mit raumseitiger diffusionshemmender Schicht und WDVS (Miwo oder Holzfaser) und wasserabweisendem Putzsystem;
- c) beidseitig bekleidete oder beplankte Wände in Holzbauart mit raumseitiger diffusionshemmender Schicht;
- d) beidseitig bekleidete oder beplankte Elemente mit WDVS aus Polystyrol oder Mauerwerk-Vorsatzschalen nach DIN 68800-2:2012-02, Anhang A;
- e) Massivholzbauart mit vorgehängten Außenwandbekleidungen oder WDVS nach DIN 68800-2:2012-02, Anhang A.

Es ist besonders zu beachten: Angaben zu sd-Werten innen/außen, Schlagregenschutz, Durchdringungen, Anschlüsse (z. B. Fensterbänke dauerhaft dicht)

5.3.2 AUßENWÄNDE GEGEN AUßENLUFT

5.3.2.4 HOLZFACHWERKWÄNDE

Keine
Änderungen
geplant

... mit raumseitiger Luftdichtheitsschicht und:

- a) wärmedämmender Ausfachung (Sichtfachwerk) sowie einer wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicke der Innenbekleidung von $1 \text{ m} \leq s_{d,i} \leq 2 \text{ m}$;
- b) Innendämmung (über Fachwerk und Gefach) auf Wände ohne Schlagregenbeanspruchung mit einem Wärmedurchlasswiderstand $R \leq 0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$. Bei einem Wärmedurchlasswiderstand der Wärmedämmschicht von $0,5 < R \leq 1,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ist ein Wert $1 \text{ m} \leq s_{d,i} \leq 2 \text{ m}$ der Wärmedämmschicht einschließlich der raumseitigen Bekleidung erforderlich; das Einströmen von Raumluft in bzw. hinter die Innendämmung ist durch geeignete Maßnahmen zu unterbinden;
- c) Außendämmung als WDVS oder Wärmedämmputz über Fachwerk und Gefach, $s_{d,e} \leq 2 \text{ m}$ für äußere Konstruktionsschichten, oder hinterlüftete Außenwandbekleidung.

5.3.3 ERDBERÜHRTE AUßENBAUTEILE MIT ABDICHTUNG NACH DIN 18533

Erdberührte Kelleraußenwände

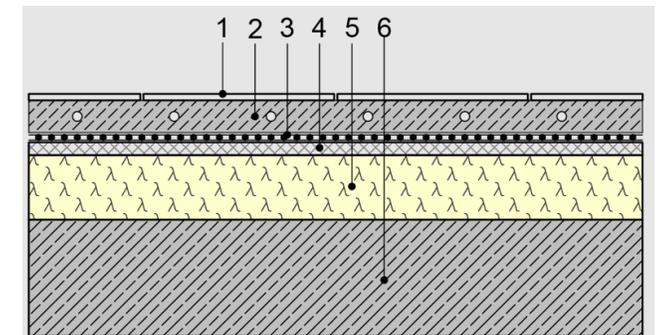
Kelleraußenwände erdberührt mit Bauwerksabdichtung:
einschaliges Mauerwerk wärmedämmend oder Mauerwerk/Beton mit Perimeterdämmung

Bodenplatten mit Perimeterdämmung

Bodenplatten mit Perimeterdämmung und Bauwerksabdichtung;
Gesamtwärmedurchlasswiderstand der Schichten raumseitig der Abdichtung $\leq 20\%$

Bodenplatten mit raumseitiger Dämmung *neu*

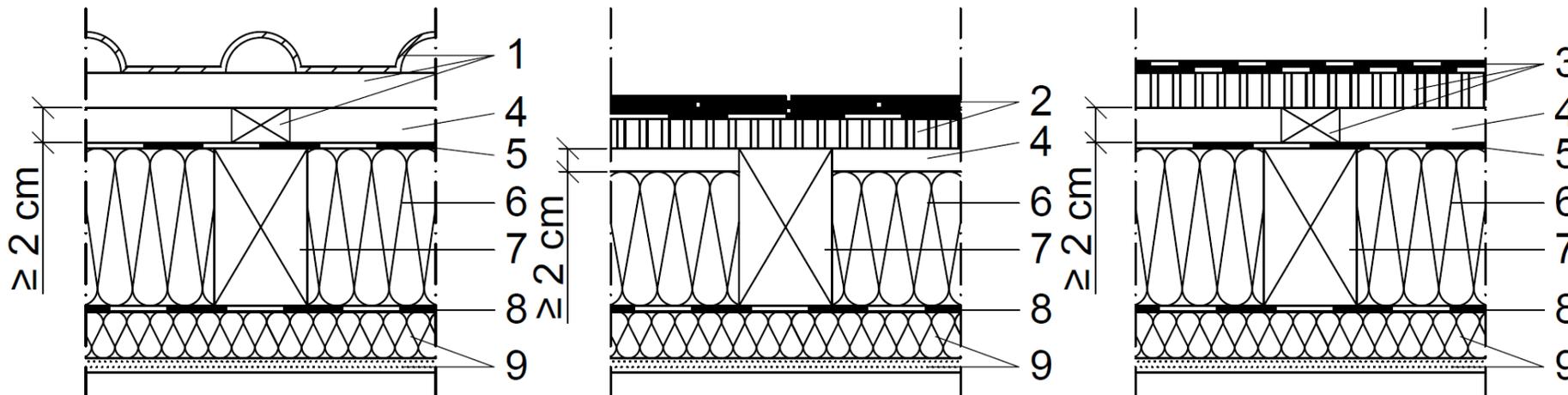
Bodenplatten von beheizten Aufenthaltsräumen unmittelbar an das Erdreich grenzend, Estrichaufbau nach DIN 18560 mit Dämmstoffen nach DIN EN 13162 bis 13170, s_d -Wert der Schichten raumseitig der Wärmedämmung $\geq 20\text{ m}$



5.3.4 DÄCHER

5.3.4.1 ALLGEMEINES (Hinweise zu Dachdeckungen, Abdichtungen, Belüftungen)

- Belüftete Luftschichten von Dächern und belüftete Dachdeckungen bei **Dachneigungen $\geq 5^\circ$**
 - › freier Lüftungsquerschnitt ≥ 2 cm;
 - › an Traufen, Pultabschluss ≥ 2 ‰ der zugehörigen geneigten Dachfläche, mindestens ≥ 200 cm²/m;
 - › an First und Grat $\geq 0,5$ ‰ der zugehörigen geneigten Dachflächen, mindestens jedoch 50 cm²/m

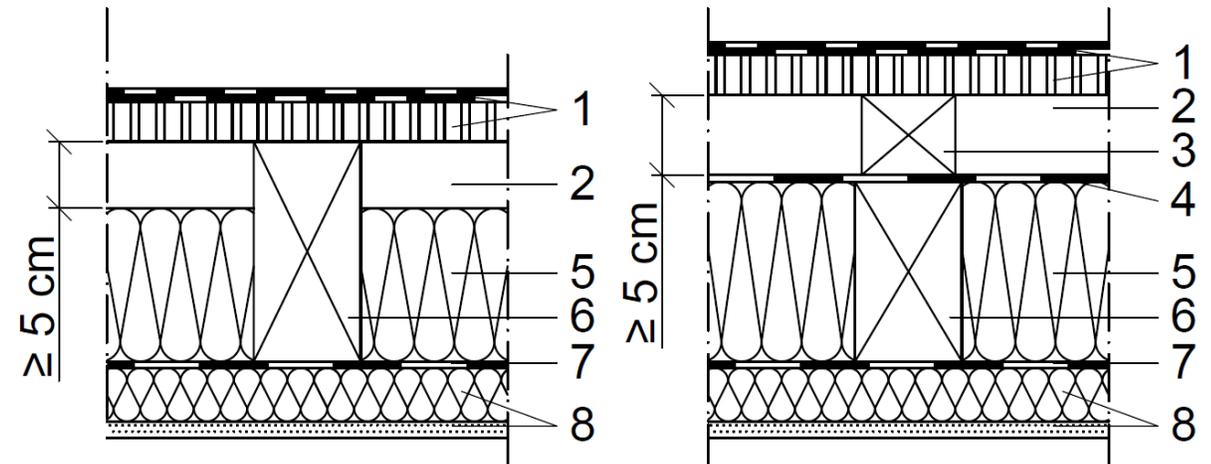


Bei belüfteten
Dächern $\geq 5^\circ$
muss
 $s_{d,i} \geq 2,0$ m
betragen

5.3.4 DÄCHER

5.3.4.1 ALLGEMEINES

- Belüftete Luftschichten von Dächern **Dachneigungen $< 5^\circ$**
 - › Sparren-/Luftraumlänge (Entfernung Zu- und Abluftöffnung) ≤ 10 m;
 - › Lüftungsquerschnitte an mindestens zwei gegenüberliegenden Dachrändern ≥ 2 ‰, , mindestens ≥ 200 cm²/m;
 - › freier Lüftungsquerschnitt ≥ 5 cm;
 - › Freie Anströmung der Öffnungen
 - › Bei belüfteten Dächern $< 5^\circ$ muss $s_{d,i} \geq 100$ m betragen



5.3.4 DÄCHER

5.3.4.2 NICHT BELÜFTETE DÄCHER

„Steildachaufbauten“ mit belüfteter Dacheindeckung sind grundsätzlich in zwei unterschiedliche Bereiche - abhängig von Dämmstoffart - aufgeteilt. Diese unterscheiden sich dann nochmals durch die Lage der Luftdichtheitsschicht unterhalb/oberhalb der Tragkonstruktion (Sparren):

1. Aufbauten ggf. mit Zwischensparrendämmung und ggf. Aufsparrendämmung und ggf. Untersparrendämmung aus Faserdämmplatten
2. Aufbauten ggf. Aufsparrendämmung und ggf. Untersparrendämmung aus Hartschaumdämmplatten



Materialspezifische Trennung, da unterschiedliche Vorgehensweisen bzgl. Dimensionierung s_d -Werte und R-Werte der einzelnen Schichten (insbesondere Dämmschichten)

5.3.4 DÄCHER

5.3.4.2 NICHT BELÜFTETE DÄCHER

- a) ...mit Zwischensparrendämmung und ggf. Aufsparrendämmung aus **Faserdämmplatten**
– Luftdichtheitsschicht **unterhalb** der Tragkonstruktion (Sparren); s_d -Werte gem. Tabelle 3

- 1 Dachdeckung / Dachabdichtung
- 2 Konterlattenebene als belüftete Luftschicht
- 3 $s_{d,e}$ Unterdeckung, ggf. einschließlich Schalung
- 4 $s_{d,e}$ Unterdeckung und Aufsparrendämmung aus Faserdämmplatten nach DIN EN 13162 oder DIN EN 13171
- 5 Zwischensparrendämmung
- 6 Sparren
- 7 $s_{d,i}$ in Verbindung mit Schicht 8
- 8 raumseitige Bekleidung mit Unterkonstruktion, ggf. inkl. Dämmung (höchstens 20 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes)

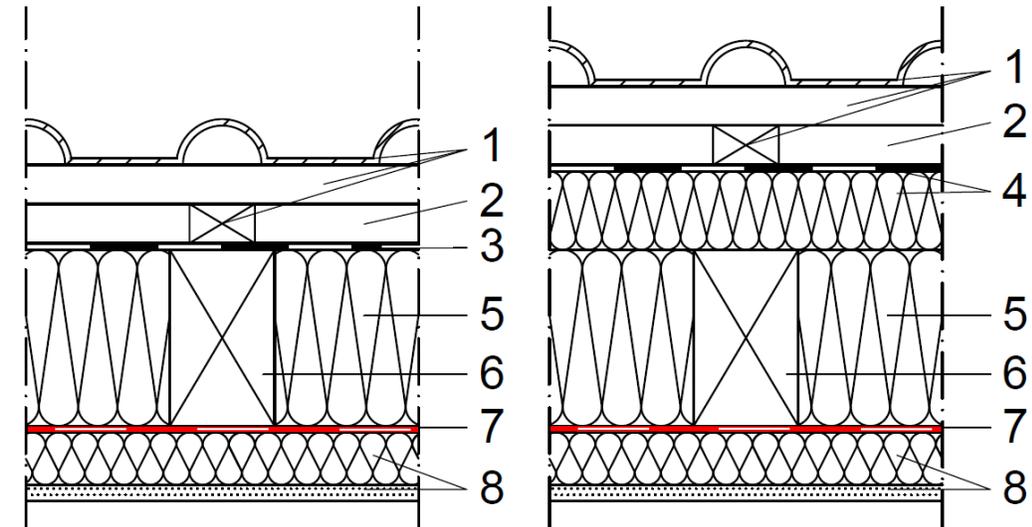


Bild 4

5.3.4 DÄCHER

5.3.4.2 NICHT BELÜFTETE DÄCHER

a) ...mit Aufsparrendämmung aus **Faserdämmplatten**

– Luftdichtheitsschicht **oberhalb** der Tragkonstruktion (Sparren); s_d -Werte gem. Tabelle 3

- 1 Dachdeckung / Dachabdichtung
- 2 Konterlattenebene als belüftete Luftschicht nach Abschnitt 5.3.4.1
- 3 $s_{d,e}$ Unterdeckung und Aufsparrendämmung aus Faserdämmplatten nach DIN EN 13162 oder DIN EN 13171
- 4 Sparren/ruhende Luftschicht
- 5 $s_{d,i}$ in Verbindung mit den Schichten 6 bzw. 7
- 6 raumseitige Bekleidung mit Unterkonstruktion, ggf. inkl. Dämmung (höchstens 20 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes)
- 7 ggf. Schalung

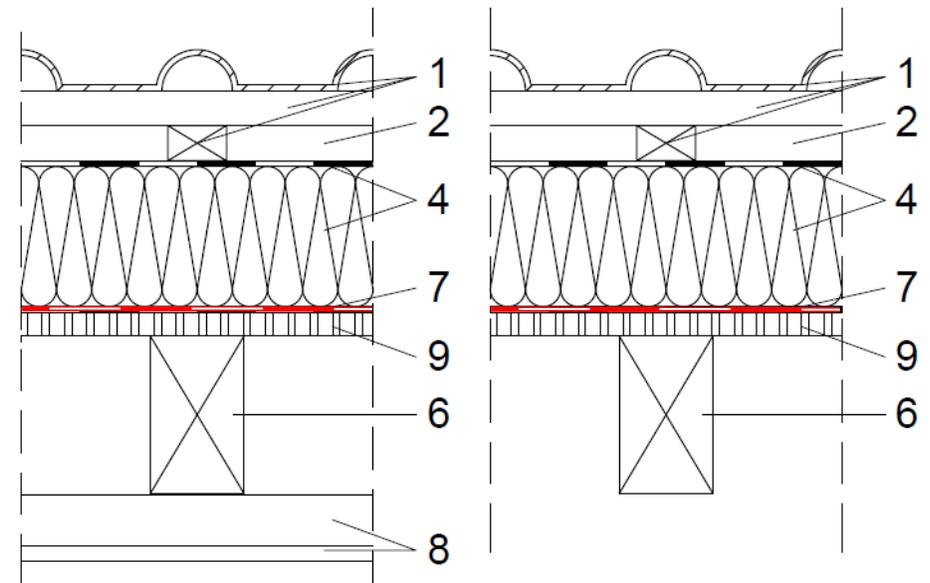


Bild 5

TABELLE 3

Zuordnung der s_d -Werte - Gilt nur für Dächer nach Bild 4 und 5!

Zeile	Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke [m]	
	außen $s_{d,e}$ ^{a)}	innen $s_{d,i}$ ^{b)}
1	$\leq 0,1$	$\geq 1,0$
2	$0,1 < s_{d,e} \leq 0,3$	$\geq 2,0$
3	$0,3 < s_{d,e} \leq 2,0$	$\geq 6 \cdot s_{d,e}$

- a) $s_{d,e}$ ist die Summe der Werte der wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicken aller Schichten, die sich oberhalb der Wärmedämmschicht befinden bis zur ersten belüfteten Luftschicht.
- b) $s_{d,i}$ ist die Summe der Werte der wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicken aller Schichten, die sich unterhalb der Wärmedämmschicht befinden.

5.3.4 DÄCHER

5.3.4.2 NICHT BELÜFTETE DÄCHER

b) ...mit Zwischensparrendämmung in Kombination mit Aufsparrendämmung aus **Faserdämmplatten**; – Luftdichtheitsschicht **oberhalb** der Tragkonstruktion (Sparren)

- 1 Dachdeckung / Dachabdichtung (mittlerer oder dunkler Farbton)
- 2 Konterlattenebene als belüftete Luftschicht
- 3 ggf. zusätzliche Unterdeckung $s_{d,e} \leq 0,2 \text{ m}$
- 4 Aufsparrendämmung aus Faserdämmplatten (MiWo, Holzfaser),
 $R \geq 1,6 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$
- 5 Luftdichtheitsschicht (oberhalb Tragkonstruktion) $s_d \leq 0,1 \text{ m}$
- 6 ggf. Schalung (Vollholz)
- 7 Zwischensparrendämmung, $R \leq 5,2 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ in Verbindung mit Schicht 10
- 8 Sparren
- 9 Schicht zur Begrenzung des Diffusionsstroms, $s_{d,i} \geq 2,0 \text{ m}$ in Verbindung mit Schicht 10
- 10 raumseitige Bekleidung mit Unterkonstruktion, ggf. inkl. Dämmung

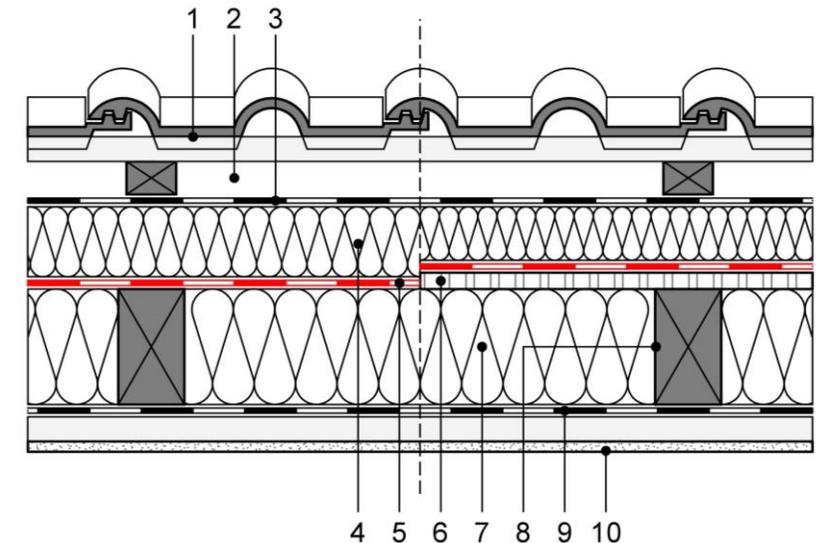


Bild 6

5.3.4 DÄCHER

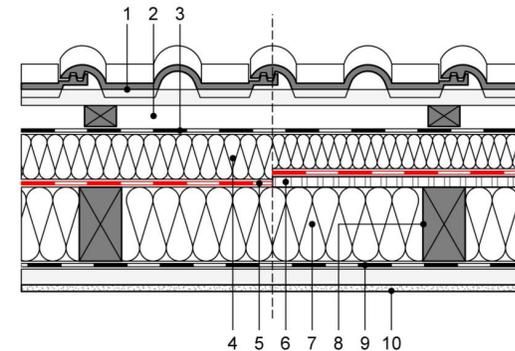
5.3.4.2 NICHT BELÜFTETE DÄCHER

b) ...mit Zwischensparrendämmung in Kombination mit Aufsparrendämmung aus **Faserdämmplatten**; – Luftdichtheitsschicht **oberhalb** der Tragkonstruktion (Sparren)

Zusätzliche Beschreibung zu Schicht 1:

1 Dachdeckung auf Traglattung (belüftete Dachdeckung), oder
Dachdeckung auf Schalung (nicht belüftete Dachdeckung), oder
Dachabdichtung auf Schalung

Die Dacheindeckung/-abdichtung muss einen mittleren oder dunkleren Farbton gem. Tabelle D.2 aufweisen, damit eine entsprechende Erwärmung und Rücktrocknung der Konstruktionen möglich ist. In diese Kategorie fallen u.a. mittelgraue, rote und dunklere Dachziegel bzw. Dachsteine, entsprechend beschichtete Bleche, oxidiertes Kupfer- und Zinkblech, Bitumen o. ä.. >>>Weiße, helle oder hell beschichtete Materialien oder Metalle, wie z. B. Aluminium sind für diese Aufbauten ohne Nachweis nicht zulässig.



5.3.4 DÄCHER

5.3.4.2 NICHT BELÜFTETE DÄCHER

c) ...mit Zwischensparrendämmung und ruhender Luftschicht in Kombination mit Aufsparrendämmung aus **Faserdämmplatten**; – Luftdichtheitsschicht **oberhalb** der Tragkonstruktion (Sparren)

- 1 Dachdeckung / Dachabdichtung (mittlerer oder dunkler Farbton)
- 2 Konterlattenebene als belüftete Luftschicht nach Abschnitt 5.3.4.1
- 3 ggf. zusätzliche Unterdeckung $s_{d,e} \leq 0,2$ m
- 4 Aufsparrendämmung aus Faserdämmplatten (MiWo, Holzfaser),
 $R \geq 1,6$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$)
- 5 Luftdichtheitsschicht (oberhalb Tragkonstruktion) $s_d \leq 0,1$ m
- 6 ggf. Schalung (Vollholz)
- 7 **Luftschicht ruhend, $d \leq 80$ mm** ← 12 cm 0,040
- 8 Zwischensparrendämmung, $R \leq 3,0$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$) in Verbindung mit Schicht 11
- 9 Sparren
- 10 Schicht zur Begrenzung des Diffusionsstroms, $s_{d,i} \geq 2,0$ m in Verbindung mit Schicht 11
- 11 raumseitige Bekleidung mit Unterkonstruktion, ggf. inkl. Dämmung

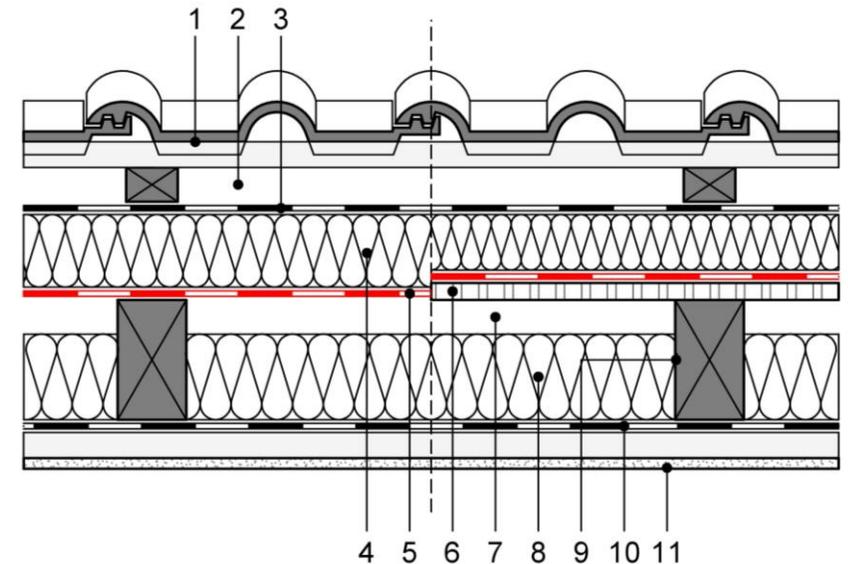


Bild 7

5.3.4 DÄCHER

5.3.4.2 NICHT BELÜFTETE DÄCHER

d) ...mit Aufsparrendämmung aus **Hartschaum** in Kombination mit Zwischensparrendämmung
– Luftdichtheitsschicht unterhalb der Tragkonstruktion (Sparren)

- 1 Dachdeckung / Dachabdichtung (mittlerer oder dunkler Farbton)
- 2 Konterlattenebene als belüftete Luftschicht
- 3 Unterdeckung $s_{d,e} \leq 0,5$ m (bei PU-ALU $s_d \geq 1500$ m kann $s_{d,e} \leq 25$ m betragen)
Aufsparrendämmung ≥ 80 mm aus PU-Hartschaum nach DIN EN 13165
oder PF Hartschaum nach DIN EN 13166
- 4 ggf. Schalung (Vollholz oder Holzwerkstoff) ↙ 20 cm 0,035
- 5 Zwischensparrendämmung aus Mineralwolle DIN EN 13162 $R \geq 5,7$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)
oder Holzfaser DIN EN 13171; $R \geq 5,2$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$), je in Verbindung mit Schicht 10
- 6 Sparren ↙ 20 cm 0,038
- 7 Luftdichtheitsschicht s_d -Wert konstant $s_{d,i} = 2 - 10$ m oder variabel nach Tabelle 4
- 8 raumseitige Bekleidung mit Unterkonstruktion, ggf. inkl. Dämmung

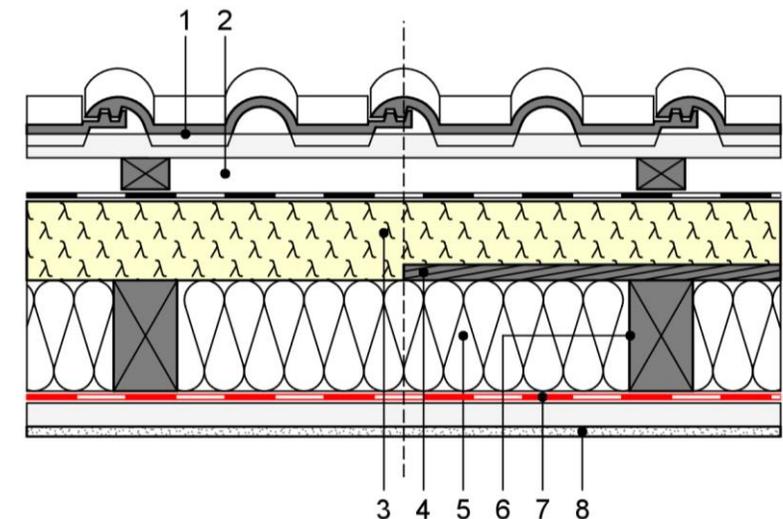


Bild 8

5.3.4 DÄCHER

5.3.4.2 NICHT BELÜFTETE DÄCHER

e) ...mit Aufsparrendämmung aus **Hartschaum** in Kombination mit Zwischensparrendämmung **ohne Schalung** auf den Sparren – Luftdichtheitsschicht **oberhalb** der Tragkonstruktion (Sparren)

- 1 Dachdeckung / Dachabdichtung (mittlerer oder dunkler Farbton)
- 2 Konterlattenebene als belüftete Luftschicht
- 3 Unterdeckung $s_{d,e} \leq 0,5 \text{ m}$ (bei PU-ALU $s_d \geq 1500 \text{ m}$ kann $s_{d,e} \leq 25 \text{ m}$ betragen)
Aufsparrendämmung $\geq 80 \text{ mm}$ aus PU-Hartschaum nach DIN EN 13165
oder PF Hartschaum nach DIN EN 13166
- 4 Luftdichtheitsschicht (oberhalb Tragkonstruktion) $s_d \geq 2 \text{ m}$
- 5 Ggf. Luftschicht ruhend
- 6 Sparren
- 7 Zwischensparrendämmung aus Mineralwolle DIN EN 13162 $R \geq 5,2 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$
oder Holzfaser DIN EN 13171; $R \geq 4,0 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$, je in Verbindung mit Schicht 10
- 8 raumseitige Bekleidung mit Unterkonstruktion, $s_{d,i} = 0,1 - 10 \text{ m}$, ggf. inkl. Dämmung

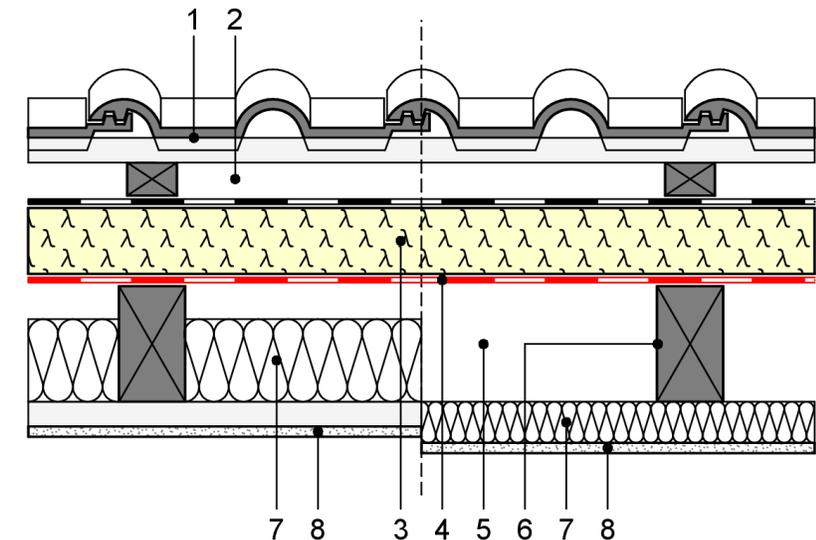


Bild 9

20 cm 0,040

sehr flexibel

5.3.4 DÄCHER

5.3.4.2 NICHT BELÜFTETE DÄCHER

f) ...mit Aufsparrendämmung aus **Hartschaum** in Kombination mit Zwischensparrendämmung **mit Schalung** auf den Sparren – Luftdichtheitsschicht **oberhalb** der Tragkonstruktion (Sparren)

- 1 Dachdeckung / Dachabdichtung (mittlerer oder dunklem Farbton)
- 2 Konterlattenebene als belüftete Luftschicht
- 3 Unterdeckung $s_{d,e} \leq 0,5 \text{ m}$ (bei PU-ALU $s_d \geq 1500 \text{ m}$ kann $s_{d,e} \leq 25 \text{ m}$ betragen)
Aufsparrendämmung $\geq 80 \text{ mm}$ aus PU-Hartschaum nach DIN EN 13165
oder PF Hartschaum nach DIN EN 13166
- 4 Luftdichtheitsschicht (oberhalb Tragkonstruktion) $s_d \geq 2 \text{ m}$
- 5 Schalung (Vollholz oder Holzwerkstoff)
- 6 Ggf. Luftschicht ruhend
- 7 Sparren
- 8 Zwischensparrendämmung aus Mineralwolle DIN EN 13162 oder Holzfaser
DIN EN 13171; $R \geq 4,0 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$), je in Verbindung mit Schicht 10
- 9 raumseitige Bekleidung mit Unterkonstruktion, $s_{d,i} = 0,1 - 10 \text{ m}$, ggf. inkl. Dämmung

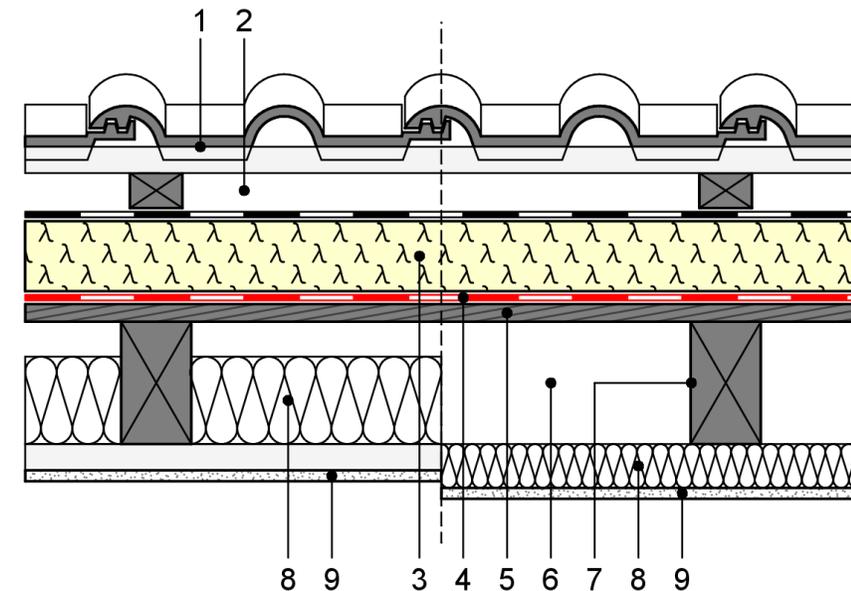


Bild 10a

5.3.4 DÄCHER

5.3.4.2 NICHT BELÜFTETE DÄCHER

f) ...mit Aufsparrendämmung aus **Hartschaum** in Kombination mit Zwischensparrendämmung mit Schalung auf den Sparren – Luftdichtheitsschicht **oberhalb** der Tragkonstruktion (Sparren)

- 1 Dachdeckung / Dachabdichtung (mittlerer oder dunklem Farbton)
- 2 Konterlattenebene als belüftete Luftschicht
- 3 Unterdeckung $s_{d,e} \leq 0,5$ m (bei PU-ALU $s_d \geq 1500$ m kann $s_{d,e} \leq 25$ m betragen)
Aufsparrendämmung ≥ 80 mm aus PU-Hartschaum nach DIN EN 13165
oder PF Hartschaum nach DIN EN 13166
- 4 Luftdichtheitsschicht (oberhalb Tragkonstruktion) $s_d \geq 2$ m
- 5 Schalung (Vollholz oder Holzwerkstoff)
- 6 Ggf. Luftschicht ruhend
- 7 Sparren
- 8 Zwischensparrendämmung aus Mineralwolle DIN EN 13162 oder Holzfaser DIN EN 13171; $R \geq 4,0$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$), je in Verbindung mit Schicht 10
- 9 raumseitige Bekleidung mit Unterkonstruktion, $s_{d,i} = 0,1 - 10$ m, ggf. inkl. Dämmung

Beschreibung
Schichten identisch
wie Bild 10a

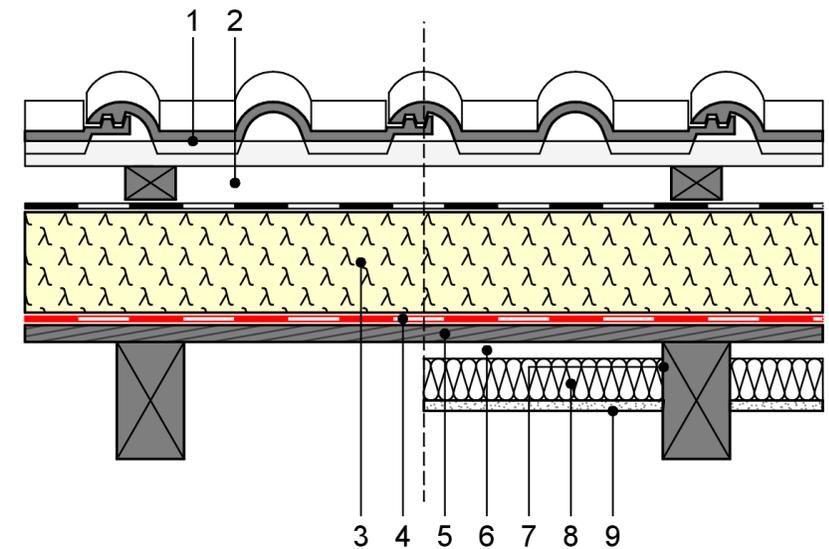


Bild 10b

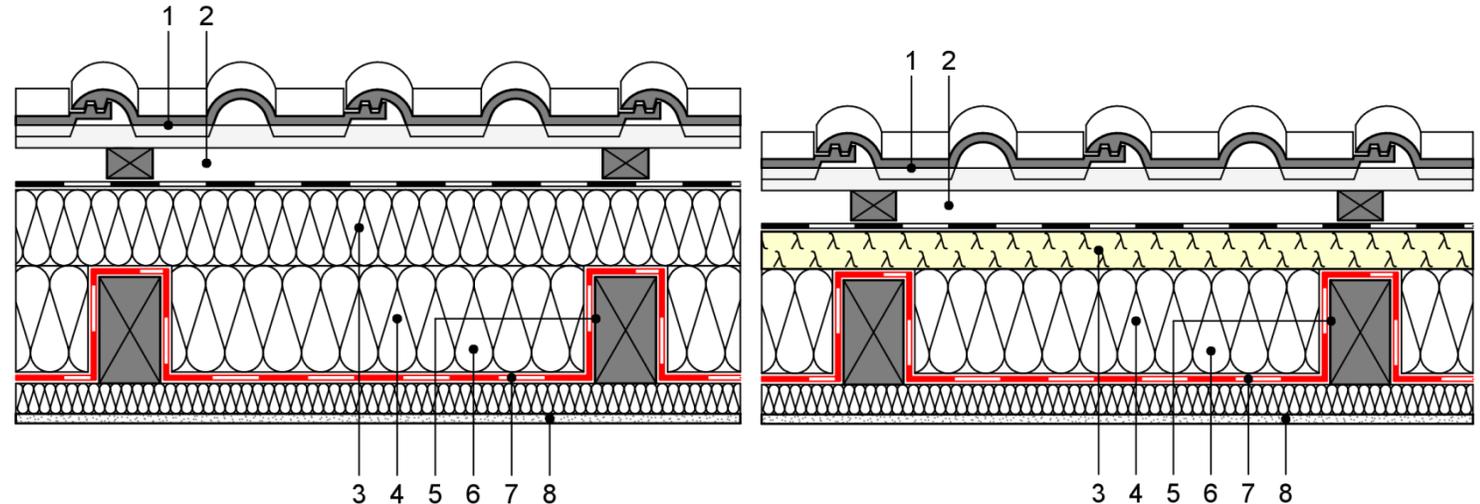
5.3.4 DÄCHER

5.3.4.2 NICHT BELÜFTETE **BESTEHENDE DÄCHER**

g) ...mit **von außen in das Gefach eingelegter und über den Sparren geführter Luftdichtheitsschicht** mit variablem s_d -Wert bei Einhaltung der Tabelle 4

Keine wesentlichen Änderungen geplant:

- Anpassung Dachdeckung an vorhergehende Konstruktionen
 - › helle Dachdeckung/Abdichtung ausgeschlossen!
- Redaktionelle Überarbeitung der Tabelle 4 s_d -Werte



5.3.4 DÄCHER

GEPLANTE ÜBERARBEITUNG TABELLE 4

Tabelle 4 — Anforderungen an Schichten mit variablem s_d -Wert für Dächer

Zeile	Dächer nach	Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke [m]
1	Bild 11	$s_{d,feucht} \leq 0,5 \text{ m}$ (gemessen bei einer mittleren Umgebungsluftfeuchte von $90 \% \pm 2 \%$)
2		$2,0 \text{ m} \leq s_{d,trocken} \leq 10,0 \text{ m}$ (gemessen bei einer mittleren Umgebungsluftfeuchte von $25 \% \pm 2 \%$)
3	Bild 8 und Bild 14	$s_{d,feucht} \leq 1,0 \text{ m}$ (gemessen bei einer mittleren Umgebungsluftfeuchte von $90 \% \pm 2 \%$)
4		$s_{d,trocken} \geq 4,0 \text{ m}$ (gemessen bei einer mittleren Umgebungsluftfeuchte von $25 \% \pm 2 \%$)

5.3.4 DÄCHER

5.3.4.2 NICHT BELÜFTETE DÄCHER

i) ...mit diffusionsdichter Untersparrendämmung,
ggf. in Kombination mit Zwischensparrendämmung

- 1 Dachdeckung / Dachabdichtung
- 2 Konterlattenebene als belüftete Luftschicht
Unterdeckung $s_{d,e} \leq 0,5 \text{ m}$
- 3 Luftschicht ruhend oder Zwischensparrendämmung
- 4 Sparren
- 5 **Untersparrendämmung (diffusionsdicht, $s_d \geq 1500 \text{ m}$)**
- 6 Luftdichtheitsschicht
- 7 raumseitige Bekleidung mit Unterkonstruktion, ggf. inkl. Dämmung
(höchstens 20 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes)

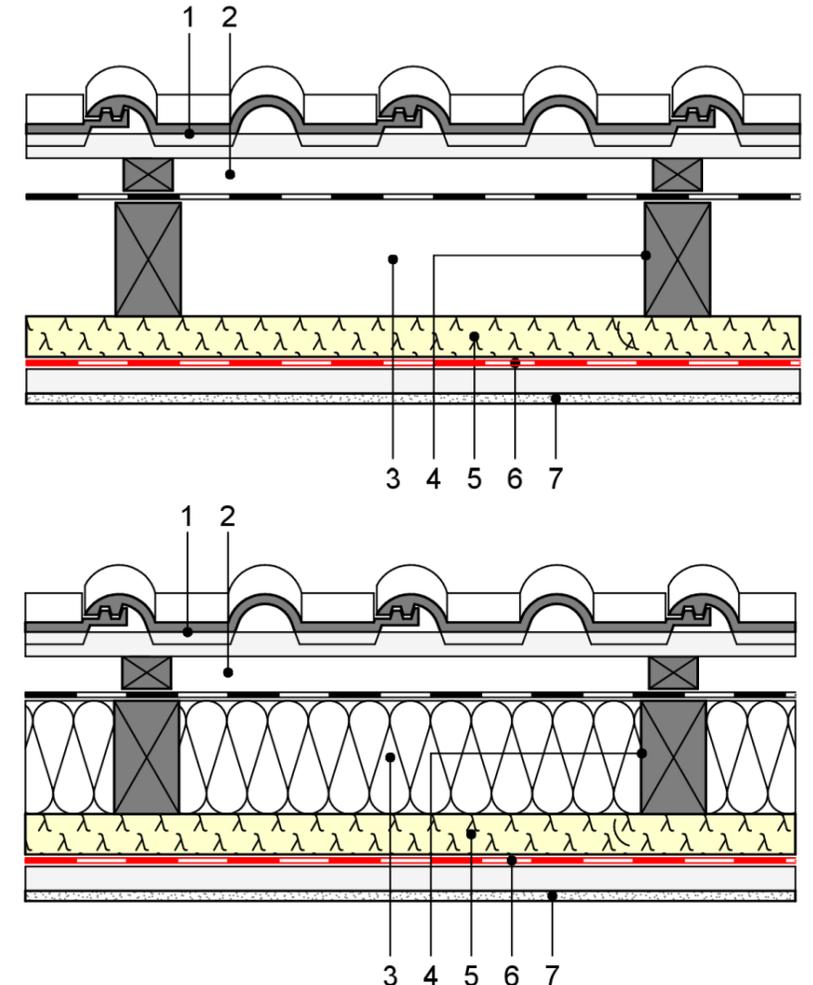


Bild 12

5.3.4 DÄCHER

5.3.4.2 NICHT BELÜFTETE DÄCHER

i) ...mit Dachabdichtung und Dämmebene oberhalb der Tragkonstruktion
(ohne Belag, bekiest, begehbar, begrünt, befahrbar)

- 1 ggf. Dachbelag (z. B. Kies, Plattenbelag, Begrünung, Solaranlage)
- 2 Dachabdichtung
- 3 Aufdach-/ Aufsparrendämmung
- 4 $s_{d,i} \geq 100 \text{ m}$
- 5 ggf. Schalung
- 6 Tragkonstruktion (z. B. Holzbalken, Stahltrapezblech, Vollholzdecke, Stahlbeton, Hohlkörperdecken)
- 7 raumseitige Bekleidung mit Unterkonstruktion, ggf. inkl. Dämmung (höchstens 20 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes)

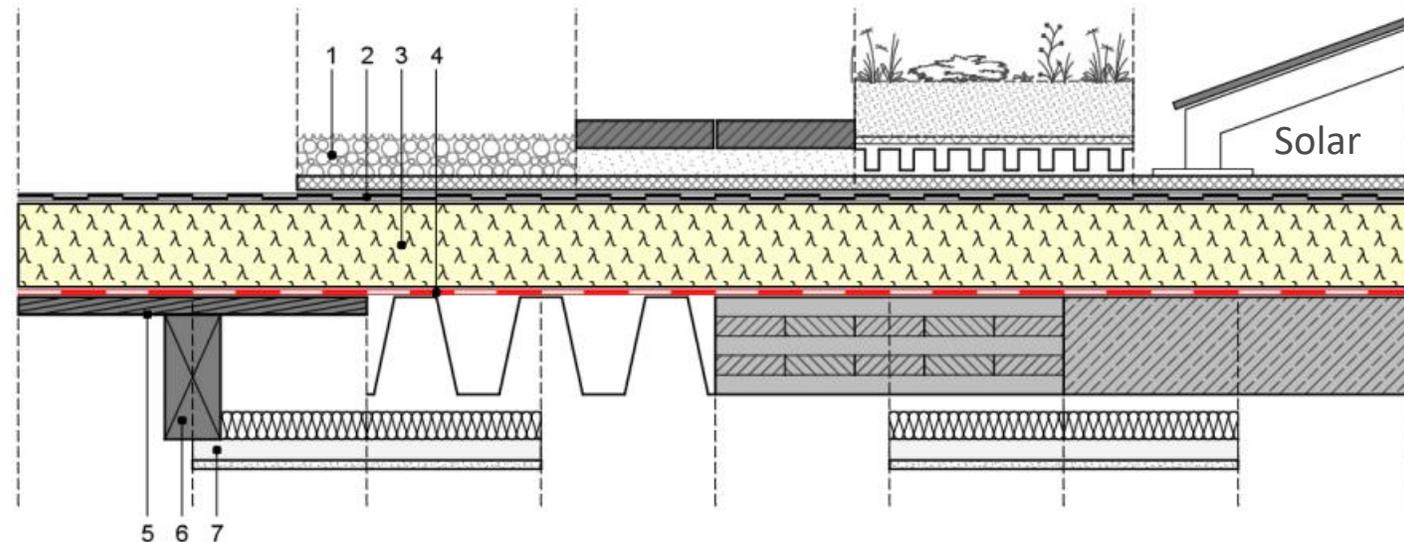


Bild 13

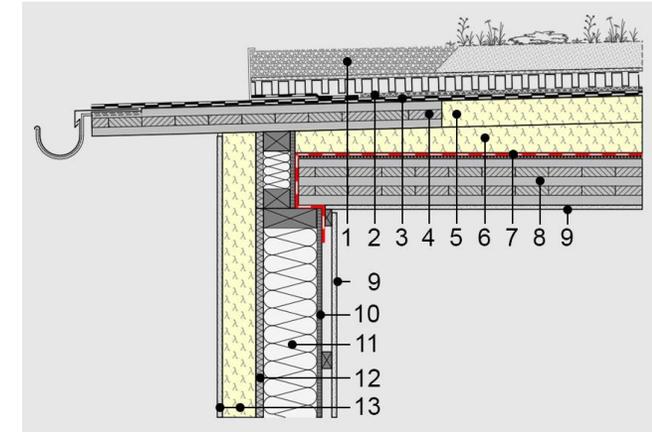
5.3.4 DÄCHER

5.3.4.2 NICHT BELÜFTETE DÄCHER

i) ...mit Dachabdichtung und Dämmebene oberhalb der Tragkonstruktion...

Hinweise zu Bild 13:

- Der Wert $s_{d,i}$ muss mindestens 100 m betragen. Werden diffusionssperrende oder diffusionsdichte Dämmstoffe auf Massivdecken in vollflächigen Klebmassen verlegt, dann kann auf eine zusätzliche diffusionshemmende Schicht zwischen Dämmung und Massivdecke verzichtet werden.
- In der Dachfläche dürfen keine Hölzer oder Holzwerkstoffe in der Dämmebene eingebaut werden. Ausnahmen bilden Maßnahmen zur Aufnahme horizontaler Kräfte (Randfixierung) oder zur Ausbildung konstruktiver Details (z. B. Dachrandausbildung). Hierfür sind Holzbauteile mit einer Holzfeuchte $\leq 20\%$ zu verwenden.
- Bei Dachbegrünungen und massiven Terrassenbelägen in Bettungsschicht sollte der s_d -Wert der Abdichtung ≥ 100 m betragen. Bei diffusionsdichten Dämmelementen mit einem s_d -Wert ≥ 1500 m kann die Abdichtung niedrigere s_d -Werte aufweisen.



5.3.4 DÄCHER

5.3.4.2 NICHT BELÜFTETE DÄCHER

j) ...mit Dachabdichtung und Wärmedämmung in der Tragebene (zwischen den Holzbalken) und auf der Tragebene (Aufdachdämmung) bei Gebäudehöhen ≤ 10 m

1 ggf. Dachbelag (z. B. Kies, Plattenbelag, Begrünung, Solaranlage)

2 Dachabdichtung ($s_d \geq 100$ m)

3 Aufdach-/ Aufsparrendämmung

4 Diffusionssperrende Schicht ($s_d \geq 100$ m)

5 Schalung (Vollholz oder Holzwerkstoff)

6 Tragkonstruktion (Holzbalken)

7 Wärmedämmung im Gefach (Tragebene),
 ≤ 50 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes
Luftdichtheitsschicht mit variablem s_d -Wert
nach Tabelle 4

8 raumseitige Bekleidung mit Unterkonstruktion

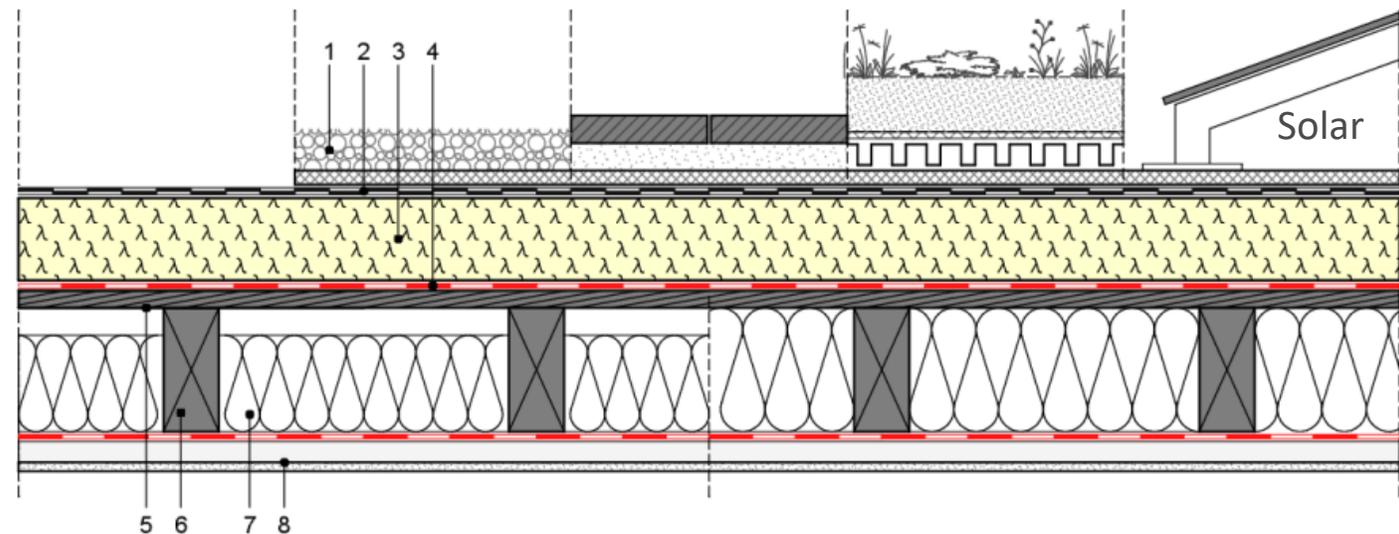


Bild 14

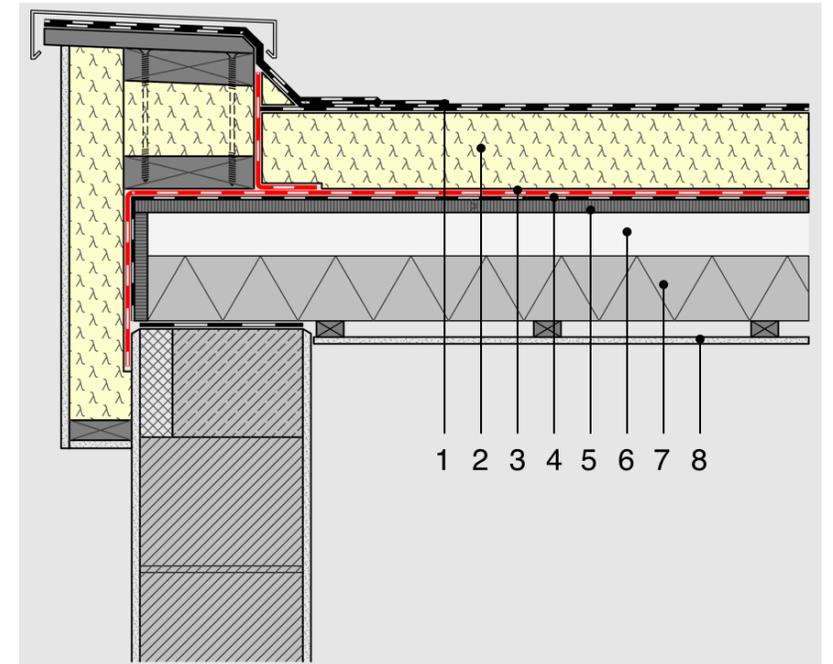
5.3.4 DÄCHER

5.3.4.2 NICHT BELÜFTETE DÄCHER

j) ... mit Dachabdichtung und Wärmedämmung in der Tragebene (zwischen den Holzbalken) und auf der Tragebene (Aufdachdämmung) bei Gebäudehöhen ≤ 10 m

Hinweise zu Bild 14:

- Bei diffusionsdichten Dämmelementen mit einem s_d -Wert ≥ 1500 m können die Schichten 2 und 4 niedrigere s_d -Werte aufweisen.
- Bei Aufbauten ohne Dachbelag kann nur unter Verwendung einer Dachabdichtung mit kurzweiliger Strahlungsabsorptionszahl $\geq 0,9$ (z. B. schwarze Abdichtung) bei Gebäudehöhen ≤ 8 m die Wärmedämmung im Gefach (Tragebene) auf höchstens 60 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes erhöht werden.



5.3.4 DÄCHER

5.3.4.2 NICHT BELÜFTETE DÄCHER

- k) nicht belüftete Dächer aus **Porenbeton** nach DIN EN 12602, mit Dachabdichtung und ohne diffusionshemmende Schicht an der Unterseite und ohne zusätzliche Wärmedämmung.
- l) nicht belüftete Dächer mit Dachabdichtung und Wärmedämmung oberhalb der Dachabdichtung, so genannte „**Umkehrdächer**“ (bekiest, begehbar, begrünt, befahrbar) nach DIN 4108-2 und DIN 4108-10.

Keine Änderungen geplant

5.3.5 OBERSTE GESCHOSSDECKEN ^{neu}

5.3.5.1 Oberste Geschossdecken als Systemgrenze zwischen beheiztem und unbeheiztem Bereich

Oberste Geschossdecken, welche die alleinige thermische Gebäudehülle mit Luftdichtheitsebene (inklusive zum Beispiel Einschubtreppen) darstellen, sind nachweisfrei, wenn nachfolgende Bedingungen erfüllt sind: Der Dachraum ist mit Außenluft zu belüften, z.B. Lüftungsöffnungen, Lüftungseinrichtung, Fugen zwischen kleinformatischen Dachdeckungen ohne Unterspannbahnen oder Unterdeckplatten.

Lüftungsöffnungen müssen in Summe mindestens 20 cm² pro m² Grundfläche des Dachraums aufweisen und können z.B.

- an Traufen und First;
- an Traufe und Pultabschluss;
- am First / im Firstbereich;
- in gegenüberliegenden Außenwänden angeordnet sein.

Nachweis mittels Monatsbilanzverfahren bzw. Simulation problematisch, da Klimarandbedingungen für Dachraum unklar.

5.3.5 OBERSTE GESCHOSSDECKEN **neu**

5.3.5.1 Oberste Geschossdecken als Systemgrenze zwischen beheiztem und unbeheiztem Bereich

Gilt für alle Dämmstoffarten gleich.

- 1 Fußbodenaufbau, $s_{d,e} \leq 2$ m in Verbindung mit Schicht 2 (bei PU-ALU $s_d = 1500$ m kann $s_{d,e} \leq 25$ m betragen)
- 2 ggf. Schalung (Vollholz oder Holzwerkstoff)
- 3 Wärmedämmung ggf. mit Abstandshalter (z.B. Holzbalken, Stegträger, Papphülsen)
- 4 Luftdichtheitsschicht $s_{d,i} \geq 2$ m
ggf. in Verbindung mit Schichten 5 - 7
- 5 ggf. Tragschalung
- 6 Tragkonstruktion (z. B. Holzbalken ggf. Fehlboden-Konstruktion, Vollholz, Stahlbeton, Hohlkörperdecke)
- 7 Raumseitige Bekleidung mit Unterkonstruktion, ggf. inkl. Dämmung (höchstens 20 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes incl. Schicht 6)

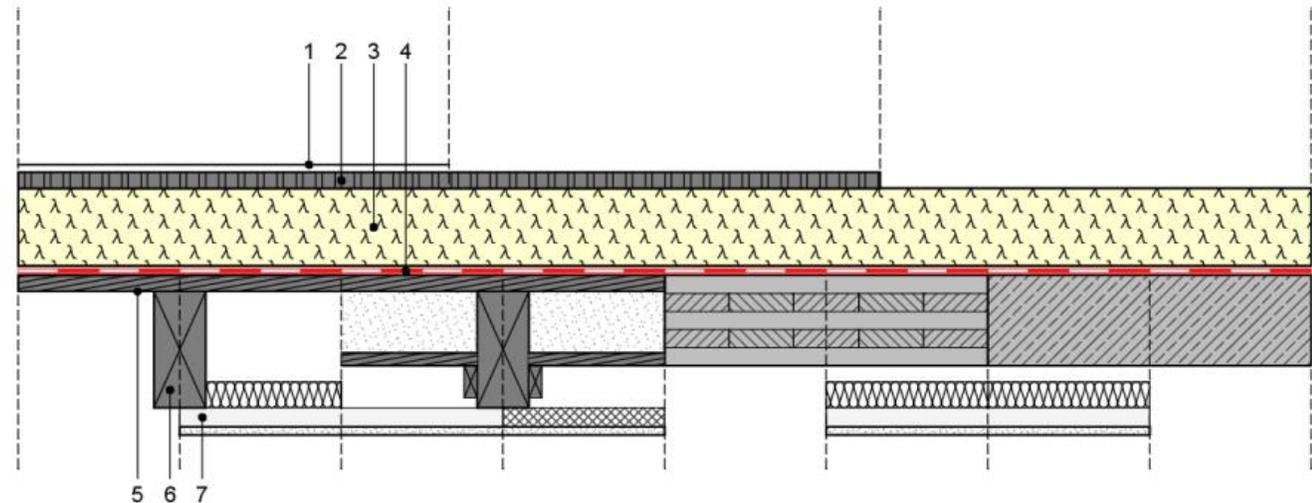
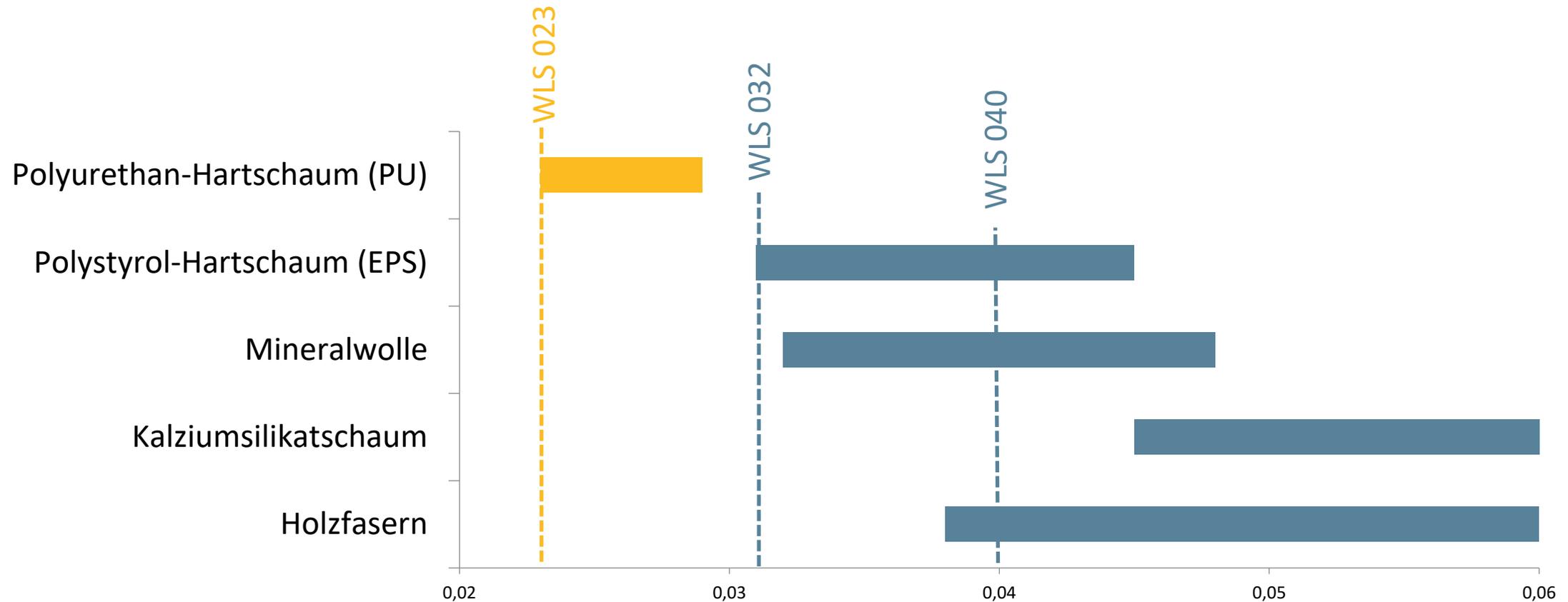


Bild 17

WÄRMELEITFÄHIGKEIT VON DÄMMSTOFFEN



**Technische Innovationen ermöglichen leistungsfähigere Dämmstoffe.
-> Besserer Wärmeschutz ohne dickere Dämmschichten**

Wärmeleitfähigkeit in W/(m·K)

BAUPHYSIKALISCHE BERECHNUNGEN

KENNWERTE **PU DÄMMSTOFFE**

Beachte bei feuchteschutztechnischen Berechnungen für PU Wärmedämmplatten:

Dampfdichte Produkte

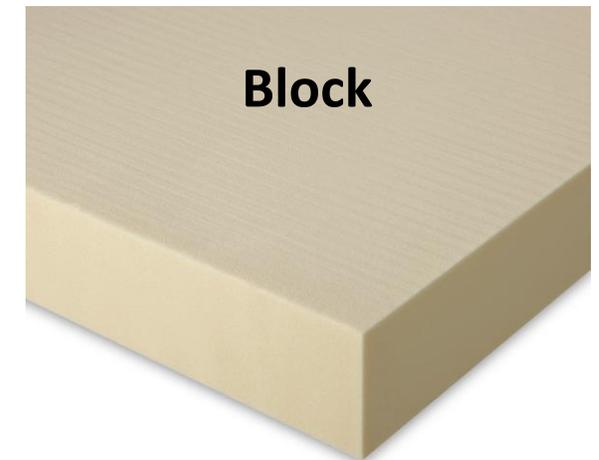
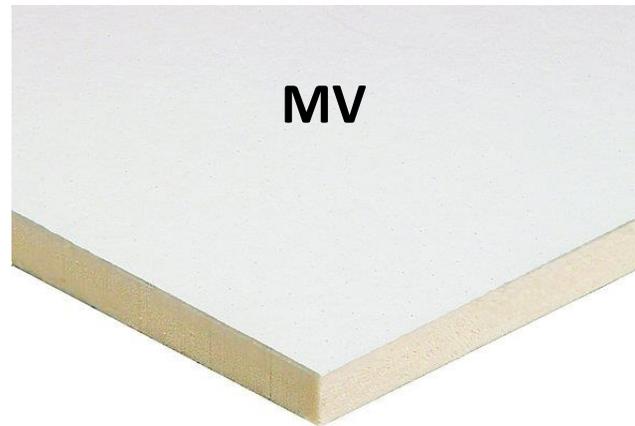
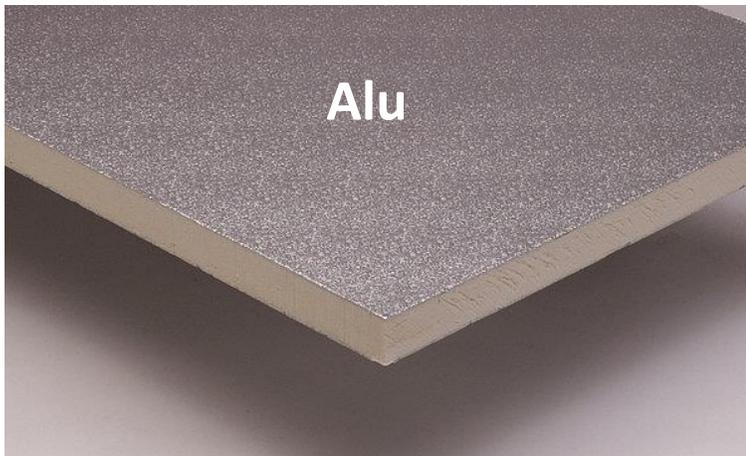
Alu-Deckschichten (WLS 023)

$s_d = 1500$ m für die gesamte
Platte ansetzen

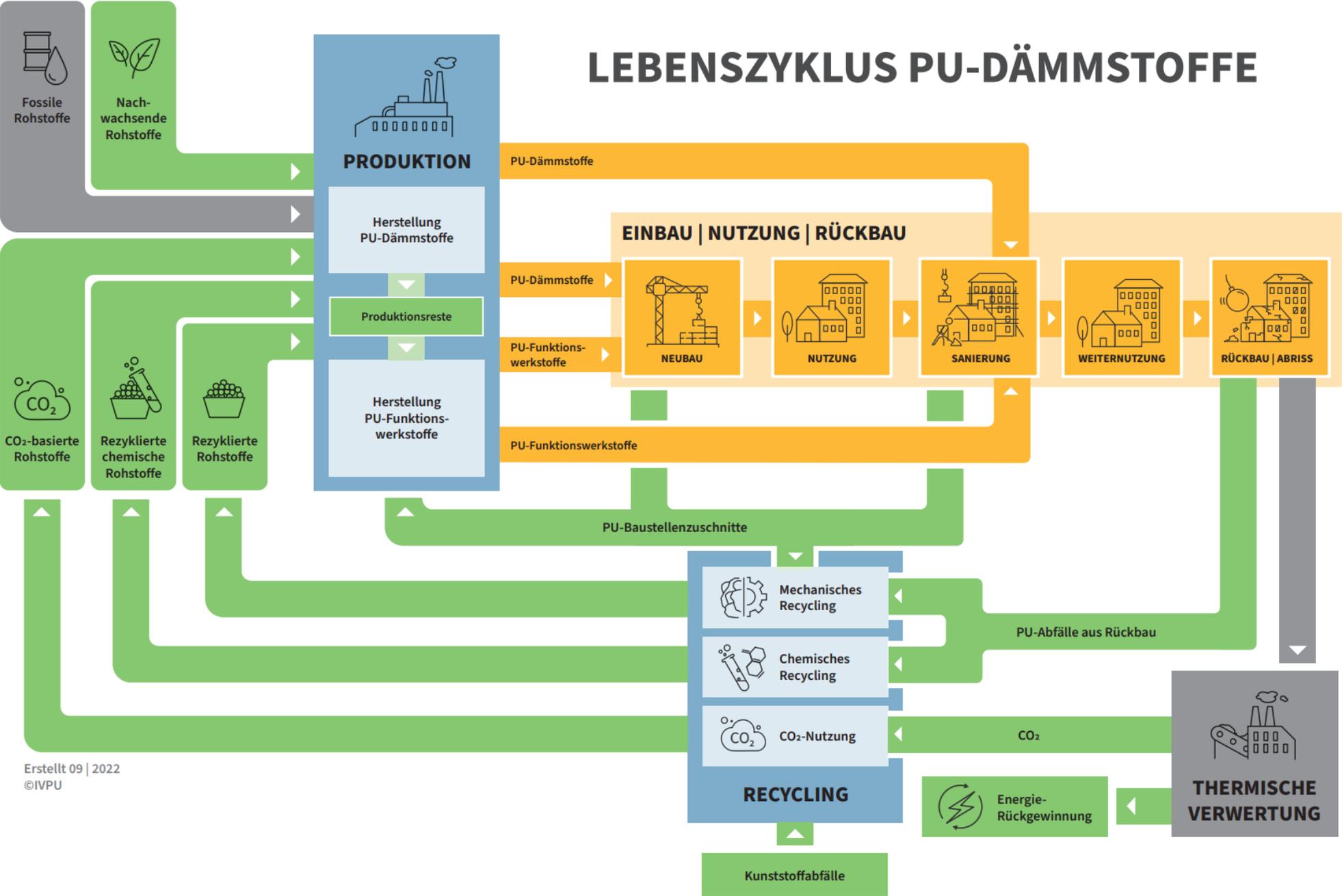
Diffusionsfähige Produkte (WLS 026 – 029 dickenabhängig)

Mineralvliesdeckschichten und **Zuschnitt aus Blockschaum**

$\mu = 40 - 200$ ($s_d = \mu \cdot d$ in Meter)



LEBENSZYKLUS PU-DÄMMSTOFFE



GEHEN SIE AUF NUMMER SICHER

Verwenden Sie „Nachweisfreie Bauteile“ mit PU-Dämmungen

1. Die feuchtetechnische Funktionsfähigkeit kann für viele Bauteilkonstruktionen mittels Periodenbilanzverfahren (Glaser) nicht nachgewiesen werden.
2. Aus feuchtetechnischer Sicht ist die Verwendung von „nachweisfreien Bauteilen“ **„Bauteile, für die kein rechnerischer Nachweis erforderlich ist“** am sichersten. Für viele dieser Bauteile ist eine Beurteilung mittels Periodenbilanzverfahren (Glaser) jedoch nicht möglich.
3. Dachkonstruktionen mit PU-Dämmung sind feuchteschutztechnisch sehr sicher.
4. PU-Dämmungen können in Dachkonstruktionen sehr flexibel mit anderen Bauteilschichten (Luftdichtheitsschichten, andere Dämmmaterialien, Unterdeckbahnen, Bekleidung etc.) kombiniert werden.
5. Viele Bauteilkonstruktionen mit PU-Dämmungen sind rückbaubar.

KONTAKT



Wolfgang Rieck, Dipl.-Ing. (FH) - Bauphysik
Industrieverband Polyurethan-Hartschaum e. V.
Heilbronner Str. 154, D-70191 Stuttgart
E-Mail: rieck@ivpu.de
www.daemmt-besser.de

Bild- und Literaturquellen

Folien 1, 2, 7, 15, 16, 17, 20, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 43, 44, 45, 48 IVPU

Folie 5 Shutter Stock: Burdun Iliya

Folien 3, 9 www.mein-dachschaden.de

Folie 14 alsecco GmbH, Kupferstraße 50, 36208 Wildeck

Folien 21, 22, 24, 25 ZVDH – Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks e. V.,
Fachverband Dach-, Wand- und Abdichtungstechnik, Fritz-Reuter-Str. 1 50968 Köln