

# Anbau, Dach-panele

Flachdach  
erstellt am 11.8.2023

## Wärmeschutz

$U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

EnEV Bestand\*:  $U < 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



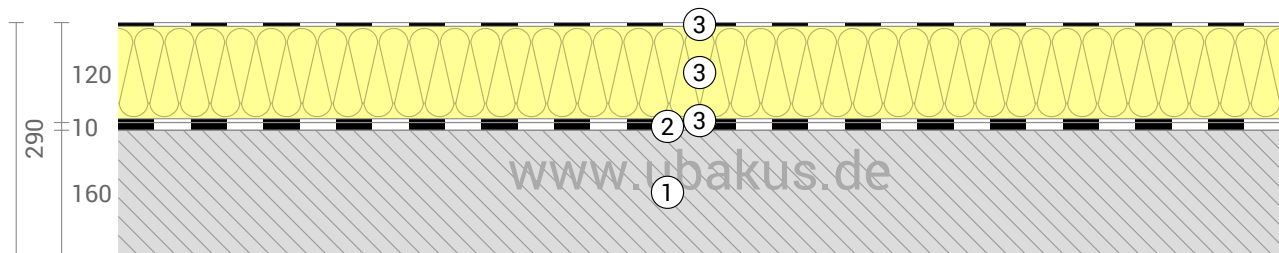
## Feuchteschutz

Trocknet 34 Tage  
Tauwasser:  $1,7 \text{ g}/\text{m}^2$



## Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung:  $> 100$   
Phasenverschiebung: nicht relevant  
Wärmekapazität innen:  $266 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$



- ① Hohlziele Beton VSD 8-16 (160 mm)
- ② Dachbahn, Bitumen
- ③ Isopaneele (120 mm)

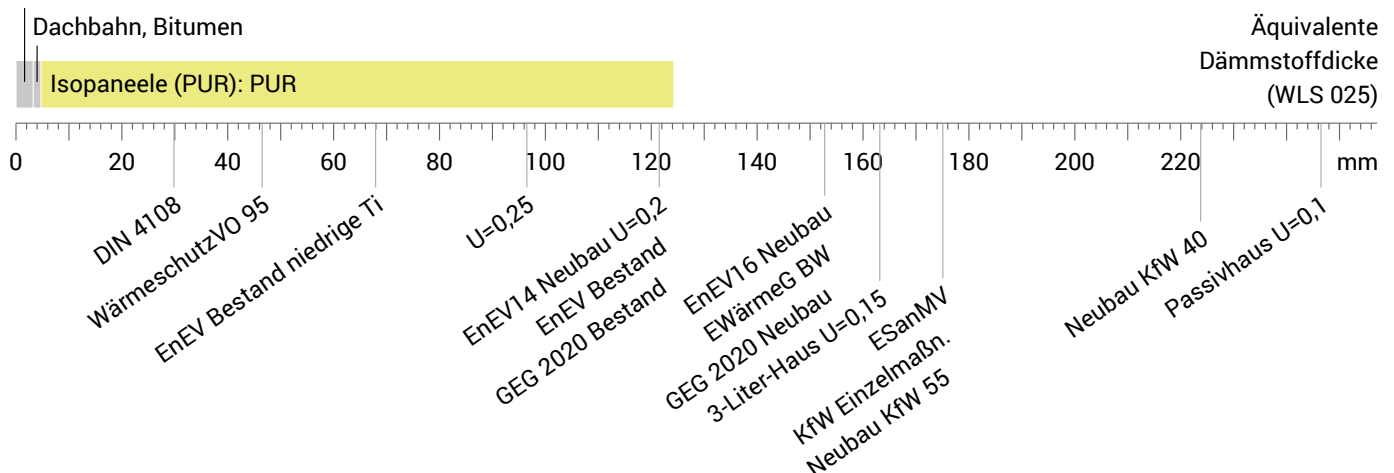
## Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit  $0,025 \text{ W}/\text{mK}$ .

Hohlziele Beton VSD 8-16

Dachbahn, Bitumen

Isopaneele (PUR): PUR



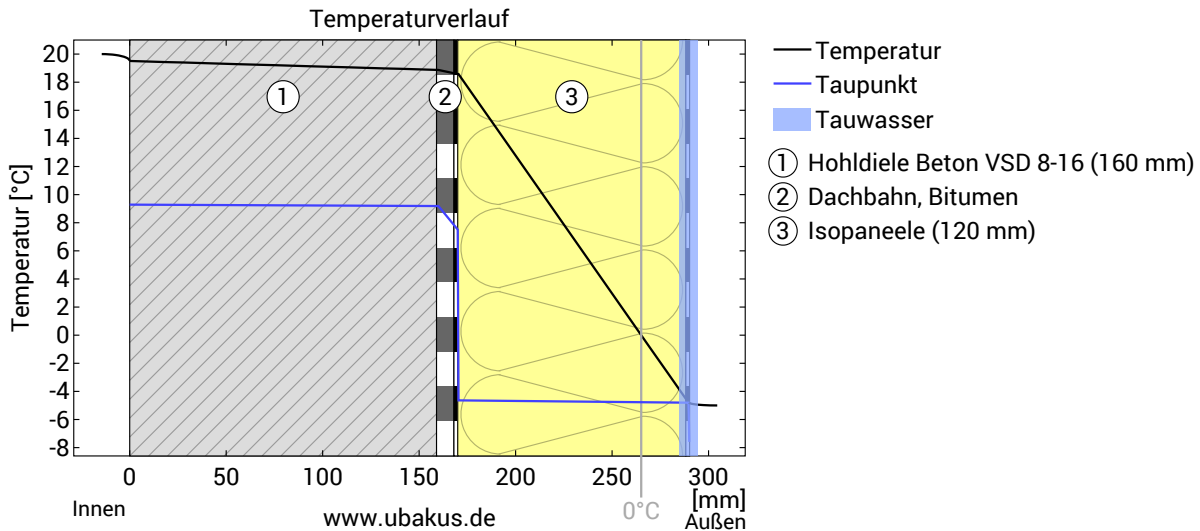
Raumluft:  $20,0^\circ\text{C} / 50\%$   
Außenluft:  $-5,0^\circ\text{C} / 80\%$   
Oberflächentemp.:  $19,5^\circ\text{C} / -4,8^\circ\text{C}$

sd-Wert:  $1111,2 \text{ m}$

Dicke:  $29,0 \text{ cm}$   
Gewicht:  $280 \text{ kg}/\text{m}^2$   
Wärmekapazität:  $278 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$

Anbau, Dach-panele,  $U=0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ 

## Temperaturverlauf



Verlauf von Temperatur und Taupunkt innerhalb des Bauteils. Der Taupunkt kennzeichnet die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensieren und Tauwasser entstehen würde. Solange die Temperatur des Bauteils an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser. Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.

## Schichten (von innen nach außen)

#	Material	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur [°C]		Gewicht [kg/m²]
				min	max	
	Wärmeübergangswiderstand*		0,100	19,5	20,0	
1	16 cm Hohldiele Beton VSD 8-16	1,230	0,130	18,9	19,5	260,0
2	1 cm Dachbahn, Bitumen	0,170	0,059	18,6	18,9	10,5
3	0,04 cm Isopaneele (PUR): Stahl	50,000	0,000	18,6	18,6	3,1
	11,92 cm Isopaneele (PUR): PUR	0,025	4,768	-4,8	18,6	3,6
	0,04 cm Isopaneele (PUR): Stahl	50,000	0,000	-4,8	-4,8	3,1
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-5,0	-4,8	
	29 cm Gesamtes Bauteil		5,097			280,3

\*Annahme: Freie Luftzirkulation auf der Bauteilinnenseite.

Oberflächentemperatur innen (min / mittel / max): 19,5°C 19,5°C 19,5°C  
Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -4,8°C -4,8°C -4,8°C

Anbau, Dach-panele,  $U=0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ 

## Feuchteschutz

Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt:  
innen: 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit. Dieses Klima entspricht DIN 4108-3.

Innerer Wärmeübergangswiderstand  $R_{si}$  (von DIN 4108-3 abweichende Benutzereingabe):  $0.1 \text{ m}^2\text{K/W}$

Unter diesen Bedingungen fallen insgesamt  $0,0017 \text{ kg}$  Tauwasser pro Quadratmeter an. Diese Menge trocknet im Sommer innerhalb von 34 Tagen ab (Verdunstungsperiode gemäß DIN 4108-3:2018-10).

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m <sup>2</sup> ] [Gew.-%]	Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]
1	16 cm Hohlziele Beton VSD 8-16	6,40	-	260,0
2	1 cm Dachbahn, Bitumen	100,00	-	10,5
3	0,04 cm Isopaneele (PUR): Stahl	500,00	-	3,1
	11,92 cm Isopaneele (PUR): PUR	4,77	0,0017	3,6
	0,04 cm Isopaneele (PUR): Stahl	500,00	-	3,1
	29 cm Gesamtes Bauteil	1.111,17	0,0017	280,3

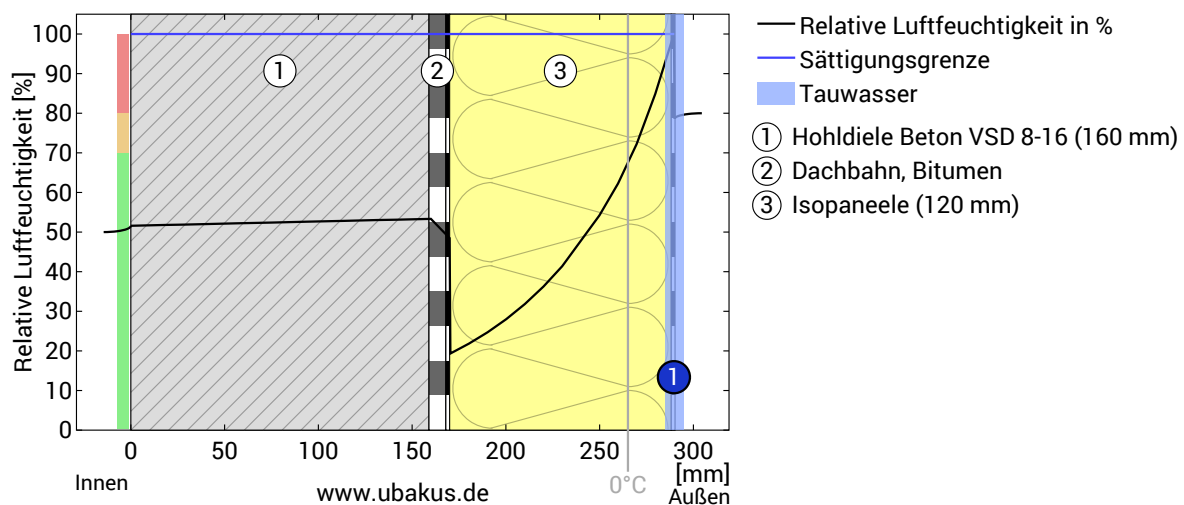
## Tauwasserebenen

- ① Tauwasser:  $0,002 \text{ kg/m}^2$  Betroffene Schichten: Isopaneele (PUR): Stahl, Isopaneele (PUR): PUR

## Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 19,5 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 52% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.

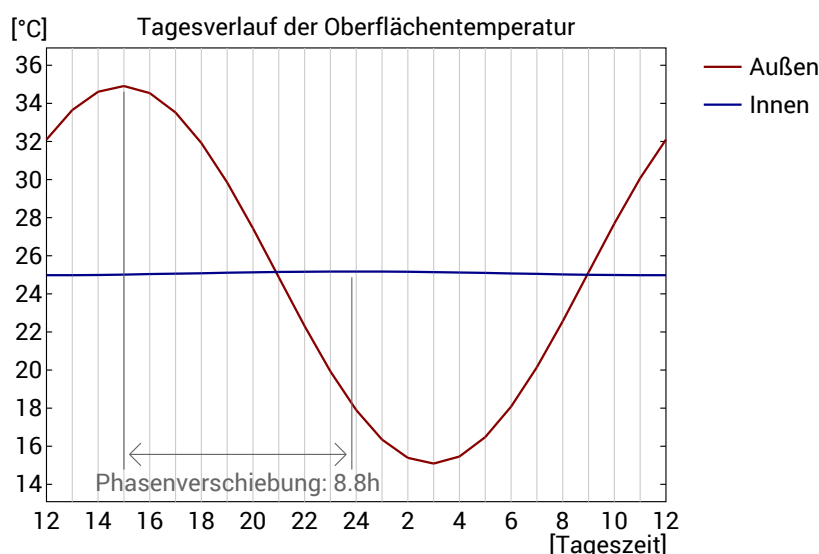
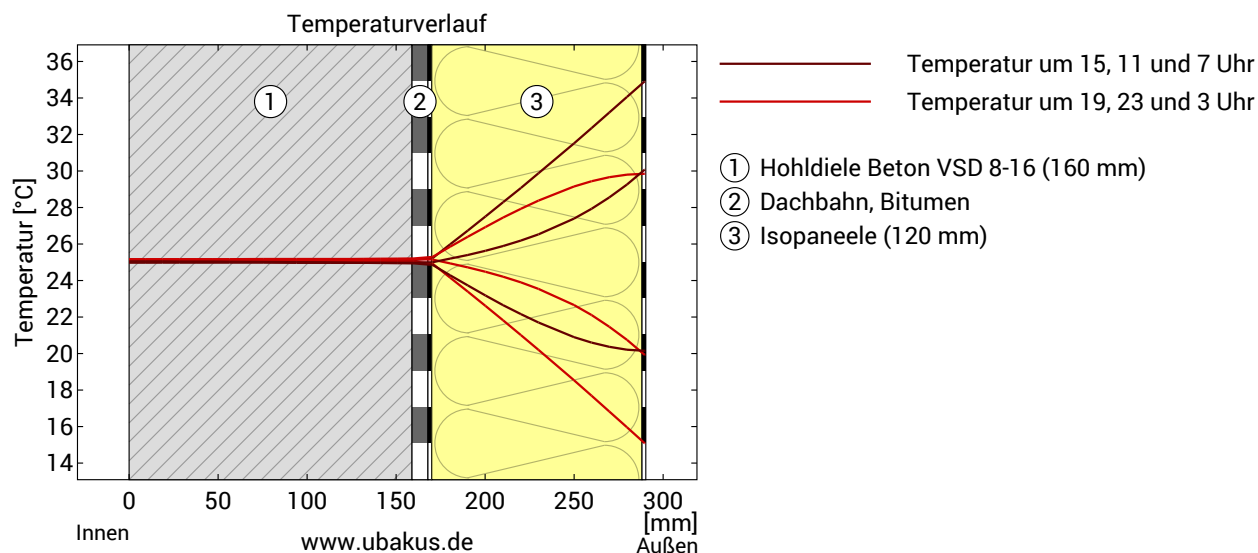


Hinweise: Berechnung mittels Ubakus 2D-FE Verfahren. Konvektion und die Kapillarität der Baustoffe wurden nicht berücksichtigt. Die Trocknungsdauer kann unter ungünstigen Bedingungen (Beschattung, feuchte/kühle Sommer) länger dauern als hier berechnet.

Anbau, Dach-panele,  $U=0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

## Hitzeschutz

Die folgenden Ergebnisse sind Eigenschaften des untersuchten Bauteils allein und machen keine Aussage über den Hitzeschutz des gesamten Raums:



**Obere Abbildung:** Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linien: um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.

**Untere Abbildung:** Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.

Phasenverschiebung*	nicht relevant	Wärmespeicherfähigkeit (gesamtes Bauteil):	278 kJ/m <sup>2</sup> K
Amplitudendämpfung**	>100	Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten:	266 kJ/m <sup>2</sup> K
TAV***	0,010		

\* Die Phasenverschiebung gibt die Zeitdauer in Stunden an, nach der das nachmittägliche Hitzemaximum die Bauteilinnenseite erreicht.

\*\* Die Amplitudendämpfung beschreibt die Abschwächung der Temperaturwelle beim Durchgang durch das Bauteil. Ein Wert von 10 bedeutet, dass die Temperatur auf der Außenseite 10x stärker variiert, als auf der Innenseite, z.B. außen 15-35°C, innen 24-26°C.

\*\*\* Das Temperaturamplitudenverhältnis TAV ist der Kehrwert der Dämpfung:  $TAV = 1/\text{Amplitudendämpfung}$

Hinweis: Der Hitzeschutz eines Raumes wird von mehreren Faktoren beeinflusst, im Wesentlichen aber von der direkten Sonneneinstrahlung durch Fenster und der Gesamtmenge an Speichermasse (darunter auch Fußboden, Innenwände und Einbauten/Möbel). Ein einzelnes Bauteil hat auf den Hitzeschutz des Raumes in der Regel nur einen sehr geringen Einfluss.