

## BSP - podhl'ad

Decke

erstellt am 23.3.2018

### Wärmeschutz

$U = 0,95 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

EnEV Bestand\*:  $U < 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



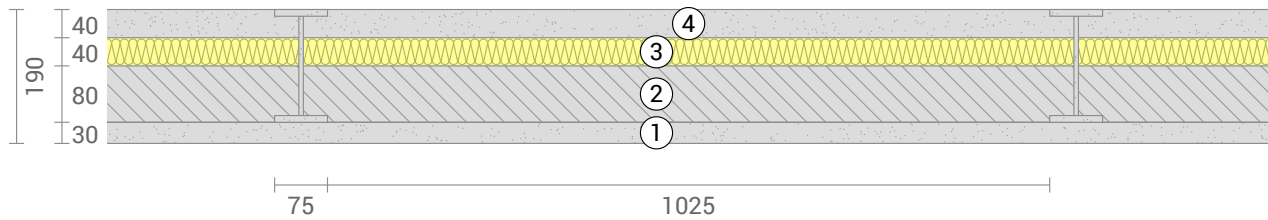
### Feuchteschutz

Oberflächentemperatur innen zu niedrig!  
Trocknet 19 Tage



### Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 16  
Phasenverschiebung: 8,5 h  
Wärmekapazität innen: 107 kJ/m²K

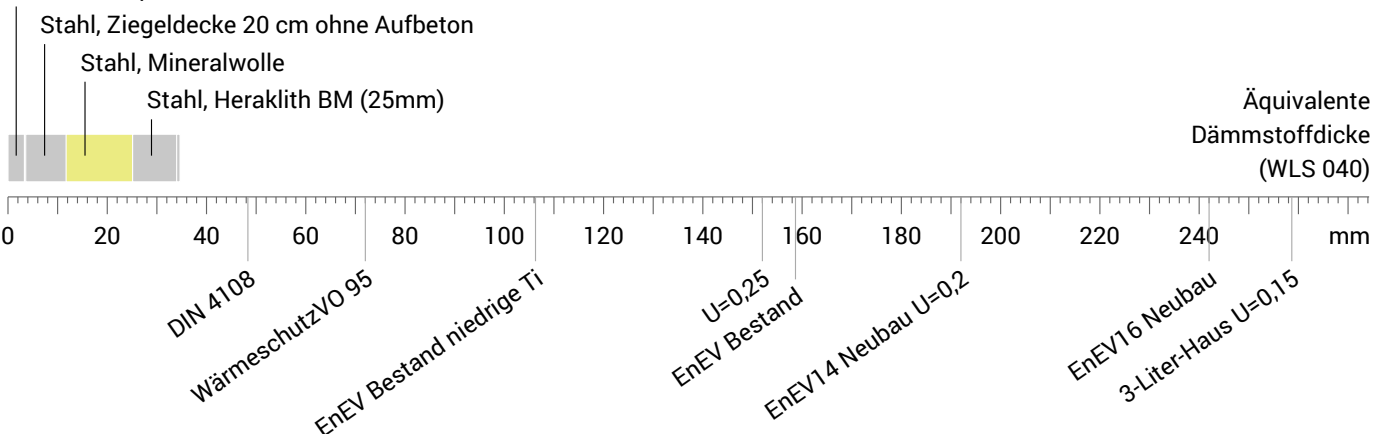


- ① Kalkzementputz (30 mm)
- ② Ziegeldecke 20 cm ohne Aufbeton (80 mm)
- ③ Mineralwolle (40 mm)
- ④ Heraklith BM (40 mm)

## 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 0,040 W/mK.

### Kalkzementputz



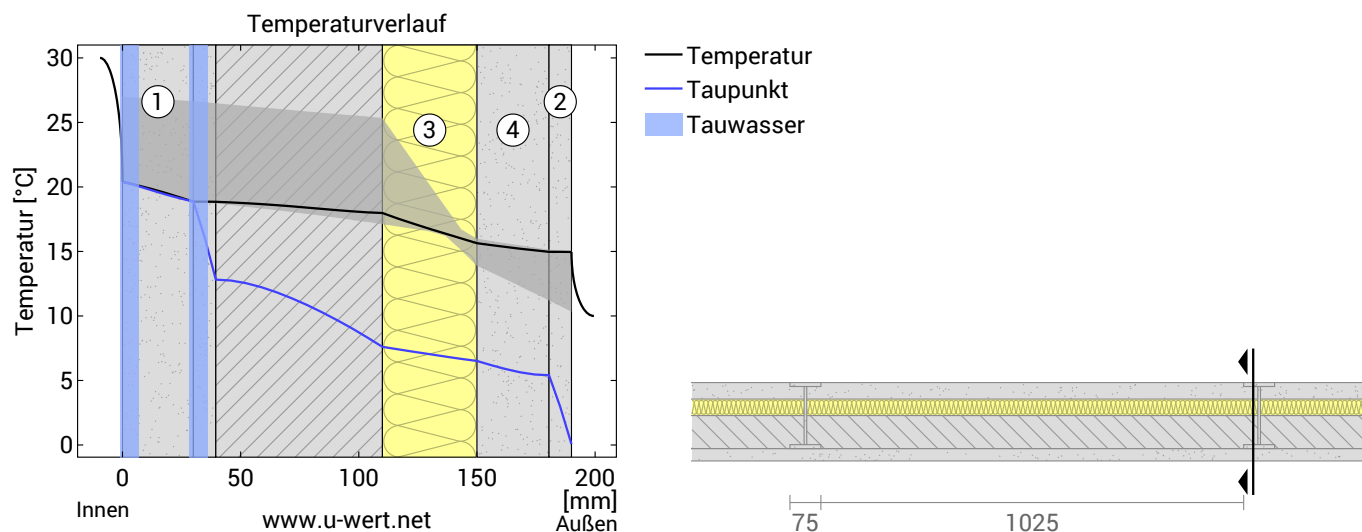
Raumluft: 30,0°C / 65%  
Unbeheizter Raum: 10,0°C / 50%  
Oberflächentemp.: 20,3°C / 10,8°C

sd-Wert: 1,5 m

Dicke: 19,0 cm  
Gewicht: 178 kg/m²  
Wärmekapazität: 181 kJ/m²K

BSP - podhl'ad,  $U=0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ 

## Temperaturverlauf



- ① Kalkzementputz (30 mm)      ② Ziegeldecke 20 cm ohne Aufbeton ...      ④ Heraklith BM (30,5 mm)  
② Stahl (9,5 mm)      ③ Mineralwolle (40 mm)      ② Stahl (9,5 mm)

**Links:** Verlauf von Temperatur und Taupunkt an der in der rechten Abbildung markierten Stelle. 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.

**Rechts:** Maßstäbliche Zeichnung des Bauteils.

## Schichten (von innen nach außen)

#	Material	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Temperatur [°C]		Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]
				min	max	
	Wärmeübergangswiderstand*		0,100	20,3	30,0	
1	3 cm Kalkzementputz	1,000	0,030	18,8	27,0	54,0
2	8 cm Ziegeldecke 20 cm ohne Aufbeton	0,670	0,119	17,1	26,6	89,6
	14,1 cm Stahl (Breite: 0.6375 cm)	50,000	0,003	15,1	18,7	6,4
	0,95 cm Stahl (Breite: 7.5 cm)	50,000	0,000	18,7	19,0	5,1
	0,95 cm Stahl (Breite: 7.5 cm)	50,000	0,000	14,9	15,1	5,1
3	4 cm Mineralwolle	0,040	1,000	13,9	25,3	0,8
4	4 cm Heraklith BM (25mm)	0,090	0,444	10,3	16,0	17,2
	Wärmeübergangswiderstand*		0,100	10,0	15,1	
	19 cm Gesamtes Bauteil		1,057			178,1

\*Wärmeübergangswiderstände gemäß DIN 6946 für die U-Wert-Berechnung. Für Feuchteschutz und Temperaturverlauf wurden  $R_{si}=0,25$  und  $R_{se}=0,04$  gemäß DIN 4108-3 verwendet.

Oberflächentemperatur innen (min / mittel / max): 20,3°C 25,2°C 27,0°C  
Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): 10,3°C 10,8°C 15,1°C

BSP - podhl'ad,  $U=0,95 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ 

## Feuchteschutz

Diese Berechnung wurde mit einem benutzerdefinierten Klima für die Tauperiode durchgeführt, das von der DIN 4108-3 abweicht.

Für diese Berechnung angenommen:

innen: 30°C 65% außen: 10°C 50%

In der DIN 4108-3 gefordert:

innen: 20°C 50% außen: -5°C 80%

Auf der Innenseite dieses Bauteils wird Luftfeuchtigkeit kondensieren weil die Oberflächentemperatur (20,3°C) unter der Taupunkttemperatur (22,7°C) liegt. Dies wird langfristig zu Schimmelbildung führen.

Sie können dies verhindern indem Sie die relative Luftfeuchtigkeit der Raumluft senken oder die Oberflächentemperatur durch (zusätzliche) Wärmedämmung erhöhen. Die Senkung der Luftfeuchtigkeit ist nur in Ausnahmefällen oder als kurzfristige Maßnahme zu empfehlen.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m²] [Gew.-%]	Gewicht [kg/m²]
1	3 cm Kalkzementputz	0,45	0,026	54,0
2	8 cm Ziegeldecke 20 cm ohne Aufbeton	0,64	-	89,6
	14,1 cm Stahl (Breite: 0.6375 cm)	1500	-	6,4
	0,95 cm Stahl (Breite: 7.5 cm)	1500	0,026	5,1
	0,95 cm Stahl (Breite: 7.5 cm)	1500	-	5,1
3	4 cm Mineralwolle	0,08	-	0,8
4	4 cm Heraklith BM (25mm)	0,20	-	17,2
	19 cm Gesamtes Bauteil	1,46	0,026	178,1

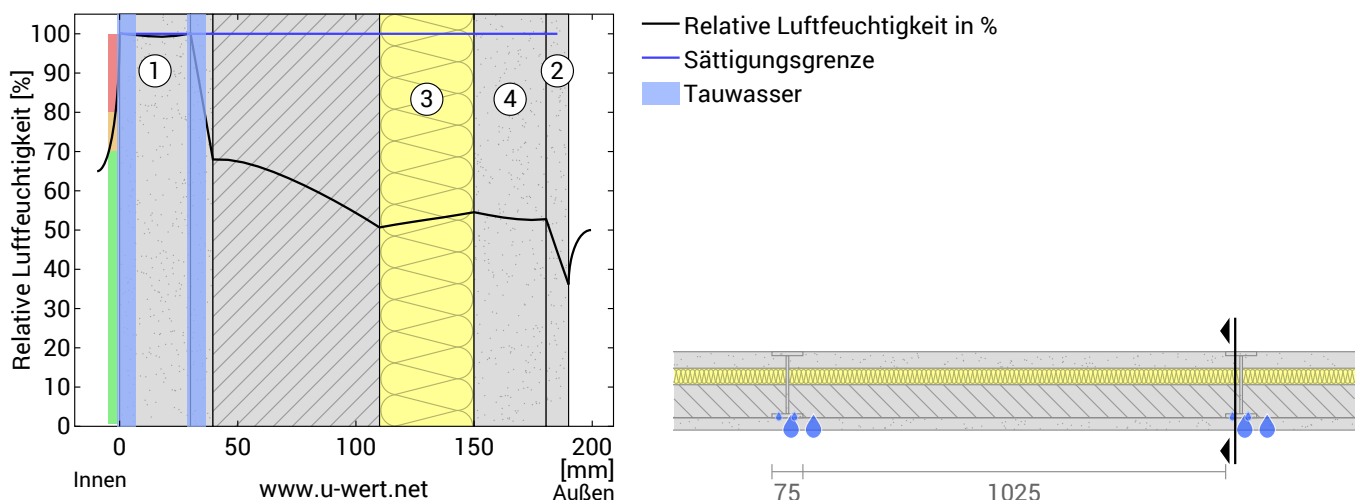
## Tauwasserebenen

- 1 Tauwasser: 10 kg/m² Trocknungsdauer: 0 Tage Betroffene Schichten: Kalkzementputz
- 2 Tauwasser: ~0 kg/m² Betroffene Schichten: Kalkzementputz
- 3 Tauwasser: 0,014 kg/m² Trocknungsdauer: 19 Tage Betroffene Schichten: Stahl, Kalkzementputz, Stahl
- 4 Tauwasser: 0,012 kg/m² Trocknungsdauer: 18 Tage Betroffene Schichten: Stahl, Kalkzementputz

## Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 20,3 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 100% führt. Die meisten Bauschimmelarten gedeihen ab einer Luftfeuchtigkeit von 80%. Es muss deshalb mit Schimmelbildung gerechnet werden! Um Schimmelbildung zu vermeiden, sollte die Oberflächentemperatur durch (zusätzliche) Dämmung erhöht werden.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.

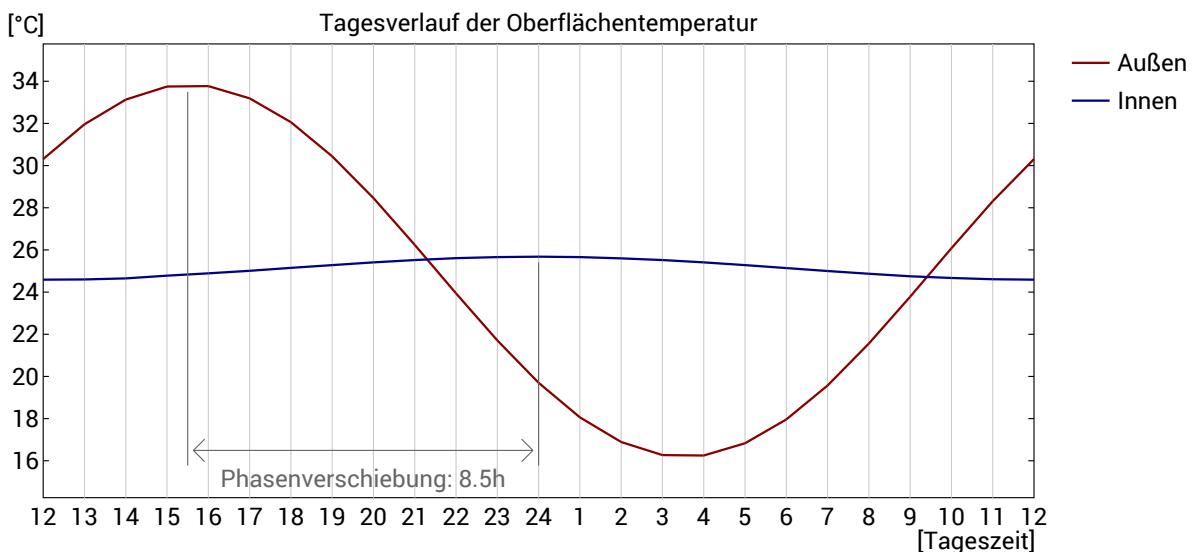
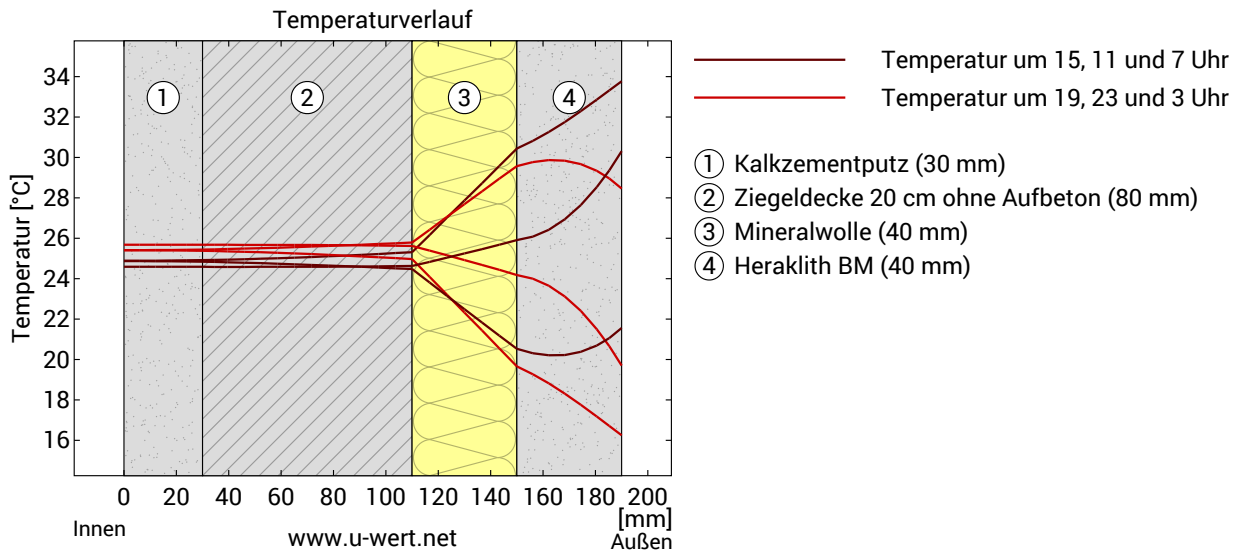


Für die Berechnung der Diffusionsströme wurde ein zweidimensionales Finite-Elemente-Verfahren verwendet.  
Weitere Hinweise im Eingabeformular unter 'Feuchteschutz'.

BSP - podhl'ad,  $U=0,95 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

## Hitzeschutz

Für die Analyse des sommerlichen Hitzeschutzes wurden die Temperaturänderungen innerhalb des Bauteils im Verlauf eines heißen Sommertages simuliert:



**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*	8,5 h	Zeitpunkt der maximalen Innentemperatur:	0:00
Amplitudendämpfung**	16,2	Temperaturschwankung auf äußerer Oberfläche:	17,6°C
TAV***	0,062	Temperaturschwankung auf innerer Oberfläche:	1,1°C

\* 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:  $TAV = 1/\text{Amplitudendämpfung}$

Die oben dargestellten Berechnungen wurden für einen 1-dimensionalen Querschnitt des Bauteils erstellt.