

# AW\_14.01\_WDVS Hanf

Außenwand  
erstellt am 6.11.2019

## Wärmeschutz

$U = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

OIB Richtlinie 6\*:  $U < 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



## Feuchteschutz

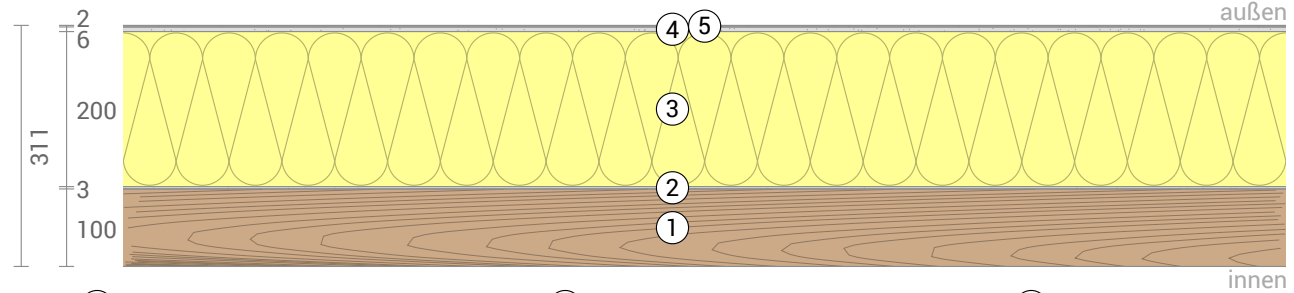
Kein Tauwasser

## Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 45

Phasenverschiebung: 12,5 h

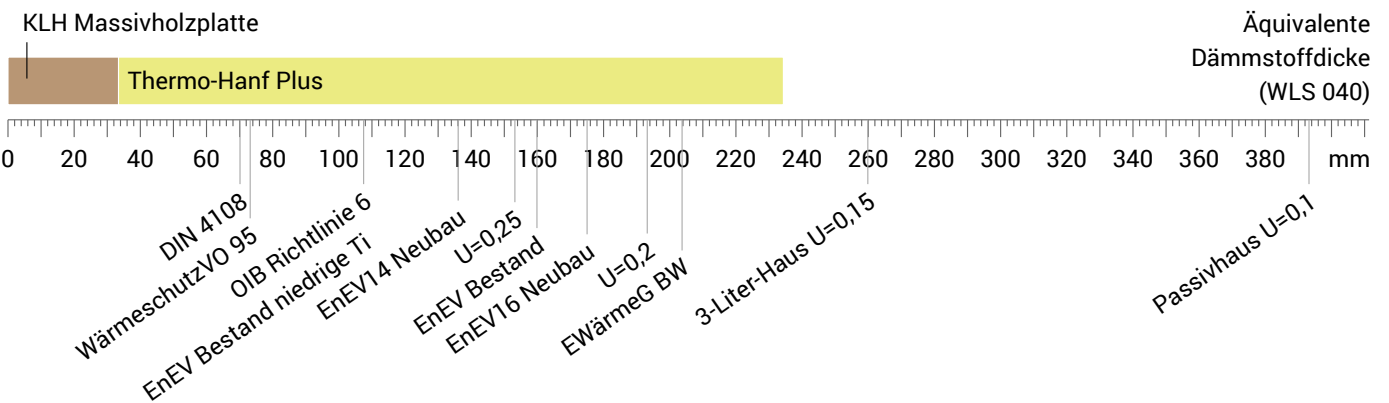
Wärmekapazität innen: 79 kJ/m<sup>2</sup>K



- ① KLH Massivholzplatte (100 mm)
- ② Klebe- und Armiermörtel (3 mm)
- ③ Thermo-Hanf Plus (200 mm)
- ④ Klebe- und Armiermörtel (6 mm)
- ⑤ HECK SIP (2 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.



Raumluft: 20,0°C / 50%  
Außenluft: -5,0°C / 80%  
Oberflächentemp.: 19,0°C / -4,8°C  
sd-Wert: 2,9 m  
Dicke: 31,1 cm  
Gewicht: 71 kg/m<sup>2</sup>  
Wärmekapazität: 109 kJ/m<sup>2</sup>K

- OIB Richtlinie 6
- EnEV16 Neubau
- EnEV14 Neubau
- EnEV Bestand

\*Vergleich des U-Werts mit Höchstwerten aus OIB Richtlinie 6, Tabelle 10.2; den Höchstwerten aus EnEV 2014 Anlage 3 Tabelle 1 (EnEV Bestand); 80% des U-Werts der Referenzausführung aus EnEV 2014 Anlage 1 Tabelle 1 (EnEV16 Neubau); der Referenzausführung aus EnEV 2014 Anlage 1 Tabelle 1 (EnEV14 Neubau)

## U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,130
1	KLH Massivholzplatte	10,00	0,120	0,833
2	Klebe- und Armiermörtel	0,30	1,000	0,003
3	Thermo-Hanf Plus	20,00	0,040	5,000
4	Klebe- und Armiermörtel	0,60	1,000	0,006
5	HECK SIP (Silikatputz)	0,20	0,930	0,002
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,040
	Gesamtes Bauteil	31,1		6,014

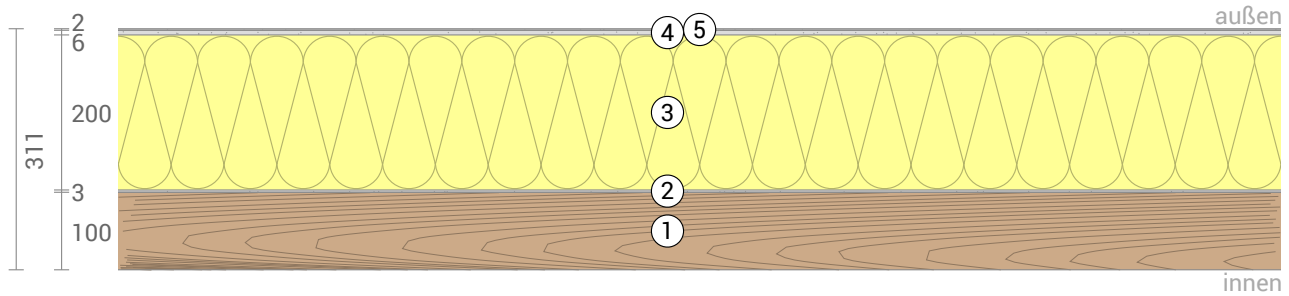
Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung horizontal

Rse: Wärmestromrichtung horizontal, außen: Direkter Übergang zur Außenluft

Wärmedurchgangswiderstand  $R_{tot} = 6,014 \text{ m}^2\text{K/W}$

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1/R_{tot} = 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



## Jahreswärmeverlust und Klimaschutz

Wärmeverlust: 13 kWh/m² pro Heizperiode



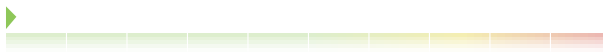
Wärmemenge, die durch einen Quadratmeter dieses Bauteils während der Heizperiode entweicht. Bitte beachten: Wegen interner und solarer Gewinne ist der Heizwärmebedarf geringer als der Wärmeverlust.

Primärenergie (nicht erneuerbar): >93 kWh/m²



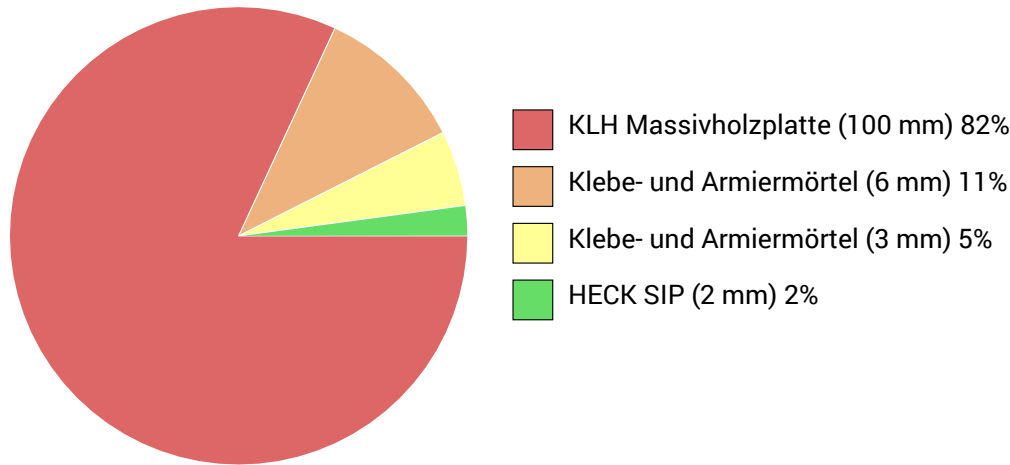
Nicht erneuerbare Primärenergie (=Energie aus fossilen Brennstoffen und Kernenergie) die zur Produktion der verwendeten Baustoffe aufgewendet wurde ("cradle to gate").

Treibhauspotential: -54 (?) kg CO2 Äqv./m²



Sehr gut: Für die Produktion der verwendeten Baustoffe wurden der Atmosphäre insgesamt mehr Treibhausgase entzogen als zugeführt.

Zusammensetzung des nicht erneuerbaren Primärenergieaufwands der Herstellung:

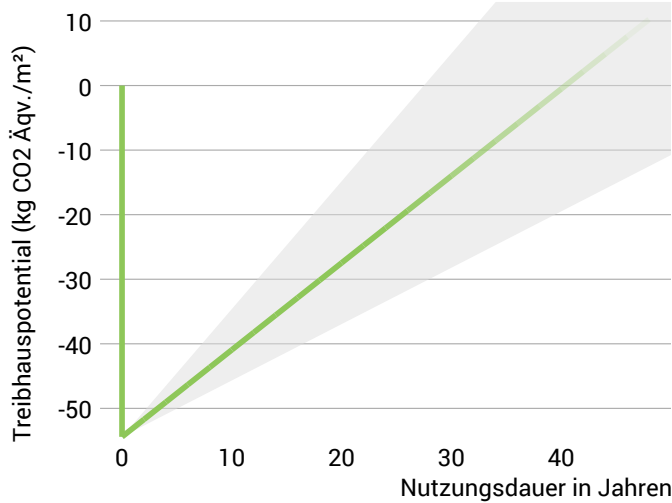


Zusammensetzung des Treibhauspotentials der Herstellung:



Achtung: Mindestens eine Schicht konnte nicht berücksichtigt werden, weil deren Primärenergieinhalt und/oder Treibhauspotential unbekannt ist.

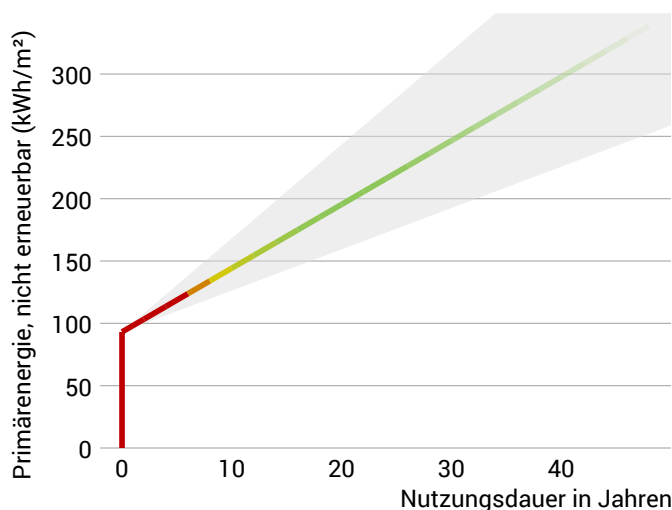
## Treibhauspotential und Primärenergie für Bau und Nutzung



Die **Abbildung links** zeigt im senkrechten Teil der Kurve das Treibhauspotential der Herstellung des Bauteils. Die während der Nutzung des Gebäudes entstehenden Treibhausgasemissionen (durch die Beheizung) sind durch die schräg nach oben verlaufende Kurve dargestellt.

Die **Abbildung links unten** zeigt im senkrechten Teil der Kurve den nicht erneuerbaren Primärenergieaufwand für die Herstellung des Bauteils. Die während der Nutzung des Gebäudes benötigte Primärenergie (durch die Beheizung) ist durch die schräg nach oben verlaufende Kurve dargestellt.

Je länger das Bauteil unverändert genutzt wird, umso umweltfreundlicher ist es, weil der Herstellungsaufwand weniger zu den Gesamtemissionen beiträgt (angedeutet durch die Farbe der Kurve).



Wegen unbekannter solarer und interner Gewinne kann der Heizwärmebedarf nur geschätzt werden. Dementsprechend sind Primärenergieaufwand und Treibhauspotential während der Nutzungsphase nur ungenau bekannt. Für die Abschätzung wurde angenommen, dass solare und interne Gewinne mit 4 kWh/a/m<sup>2</sup> Bauteilfläche beitragen. Die hellgrauen Fläche kennzeichnen den Bereich, in dem die Kurve mit großer Sicherheit liegt. Für die Wärmeerzeugung wurde ein Primärenergieaufwand von 0,60 kWh pro kWh Wärme und ein Treibhauspotential von 0,16 kg CO<sub>2</sub> Äqv./m<sup>2</sup> pro kWh Wärme angesetzt. Wärmequelle: Wärmepumpe (Luft).

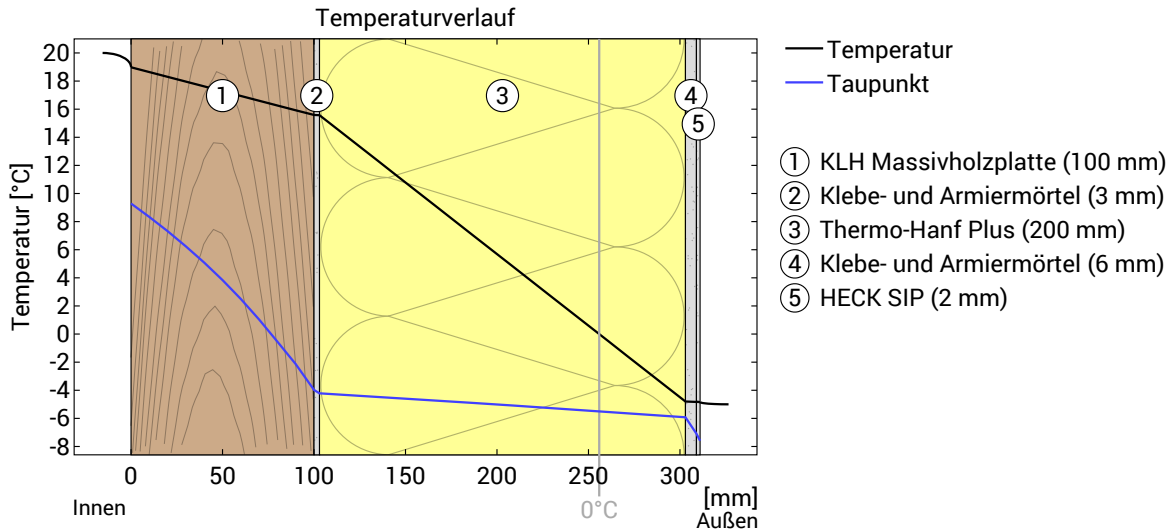
### Hinweise

Achtung: Mindestens eine Schicht konnte nicht berücksichtigt werden, weil deren Primärenergieinhalt und/oder Treibhauspotential unbekannt ist.

Berechnet für den Standort Wien, Heizperiode von Mitte Oktober bis Ende April. Die Berechnung basiert auf monatlichen Temperatur-Mittelwerten. Quelle: [www.klimadiagramme.de](http://www.klimadiagramme.de)

Die dieser Berechnung zugrunde liegenden Klima- und Energiedaten können zum Teil starke Schwankungen aufweisen und im Einzelfall erheblich vom tatsächlichen Wert abweichen.

## 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*		0,250	19,0	20,0	
1	10 cm KLH Massivholzplatte	0,120	0,833	15,6	19,0	47,0
2	0,3 cm Klebe- und Armiermörtel	1,000	0,003	15,6	15,6	4,5
3	20 cm Thermo-Hanf Plus	0,040	5,000	-4,8	15,6	7,2
4	0,6 cm Klebe- und Armiermörtel	1,000	0,006	-4,8	-4,8	9,0
5	0,2 cm HECK SIP (Silikatputz)	0,930	0,002	-4,8	-4,8	3,5
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-5,0	-4,8	
31,1 cm Gesamtes Bauteil			6,014			71,2

\*Wärmeübergangswiderstände gemäß DIN 4108-3 für Feuchteschutz und Temperaturverlauf. Die Werte für die U-Wert-Berechnung finden Sie auf der Seite 'U-Wert-Berechnung'.

Oberflächentemperatur innen (min / mittel / max): 19,0°C 19,0°C 19,0°C  
Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -4,8°C -4,8°C -4,8°C

## 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.

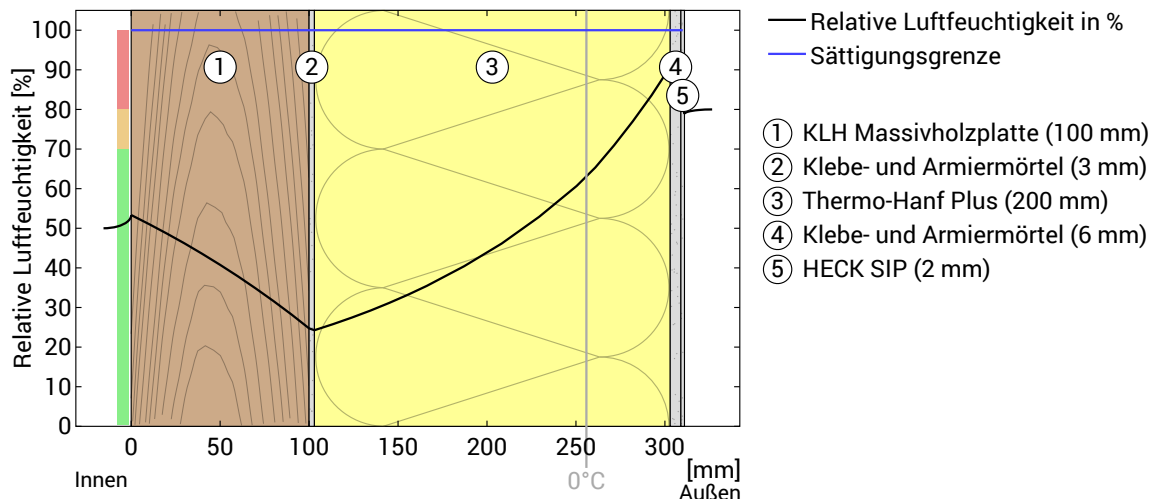
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser		Gewicht [kg/m²]
			[kg/m²]	[Gew.-%]	
1	10 cm KLH Massivholzplatte	2,50	-	-	47,0
2	0,3 cm Klebe- und Armiermörtel	0,03	-	-	4,5
3	20 cm Thermo-Hanf Plus	0,20	-	-	7,2
4	0,6 cm Klebe- und Armiermörtel	0,12	-	-	9,0
5	0,2 cm HECK SIP (Silikatputz)	0,05	-	-	3,5
	31,1 cm Gesamtes Bauteil	2,90			71,2

## Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 19,0 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 53% 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.

## Feuchteschutz nach DIN 4108-3:2018 Anhang A

Dieser Feuchteschutznachweis ist nur bei **nicht klimatisierten** Wohn- oder wohnähnlich genutzten Gebäuden gültig.

Die Berechnung der **Trocknungsreserve wurde vom Benutzer deaktiviert**. Dies ist nur zulässig, wenn dieses Bauteil keine gefährdeten Holzbauteile enthält.

Bitte beachten Sie die Hinweise am Ende dieser Feuchteschutzberechnungen.

#	Material	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	sd [m]	$\rho$ [kg/m³]	T [°C]	ps [Pa]	$\Sigma$ sd [m]
Wärmeübergangswiderstand			0,250					
1	10 cm KLH Massivholzplatte	0,120	0,833	2,5	470	18,98	2193	0
2	0,3 cm Klebe- und Armiermörtel	1,000	0,003	0,03	1500	15,59	1770	2,5
3	20 cm Thermo-Hanf Plus	0,040	5,000	0,2	36	15,57	1769	2,53
4	0,6 cm Klebe- und Armiermörtel	1,000	0,006	0,12	1500	-4,80	408	2,73
5	0,2 cm HECK SIP (Silikatputz)	0,930	0,002	0,05	1750	-4,83	407	2,85
Wärmeübergangswiderstand			0,040					
						-4,84	407	2,9

Temperatur (T), Dampfsättigungsdruck (ps) und die Summe der sd-Werte ( $\Sigma$ sd) gelten jeweils an den Schichtgrenzen.

### Luftfeuchte an der Bauteiloberfläche

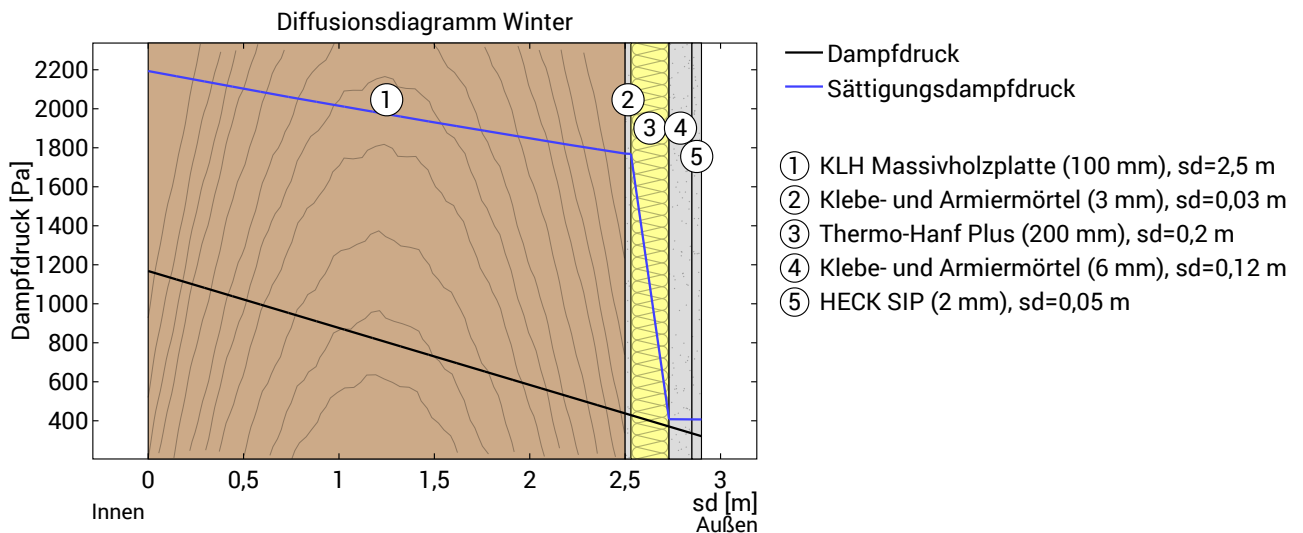
Die relative Luftfeuchtigkeit auf der raumseitigen Bauteiloberfläche beträgt 53%. Anforderungen zur Vermeidung von Baustoffkorrosion hängen von Material und Beschichtung ab und wurden nicht untersucht.



### Tauperiode (Winter)

#### Randbedingungen

Dampfdruck innen bei 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit	$p_i = 1168 \text{ Pa}$
Dampfdruck außen bei -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit	$p_e = 321 \text{ Pa}$
Dauer Tauperiode (90 Tage)	$t_c = 7776000 \text{ s}$
Wasserdampf-Diffusionsleitkoeffizient in ruhender Luft	$\delta_0 = 2.0E-10 \text{ kg}/(\text{m}^*\text{s}*\text{Pa})$
sd-Wert (gesamtes Bauteil)	$s_{de} = 2,90 \text{ m}$



Unter den angenommenen Bedingungen ist der untersuchte Querschnitt frei von Tauwasserbildung im Bauteilinneren.

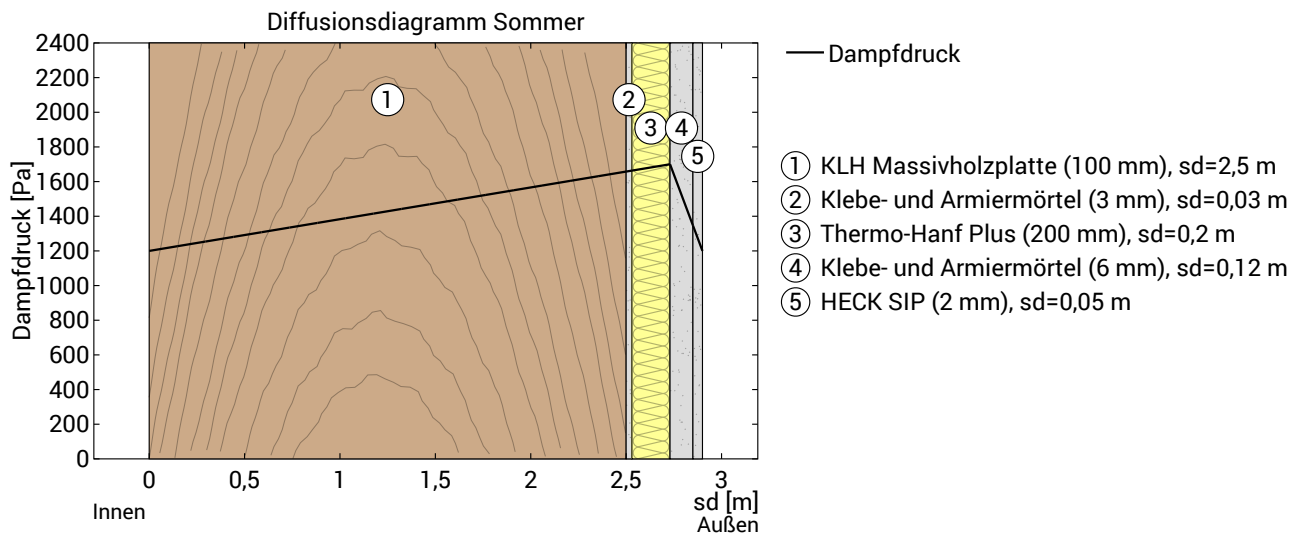


### Verdunstungsperiode (Sommer)

#### Randbedingungen

Dampfdruck innen	$p_i = 1200 \text{ Pa}$
Dampfdruck außen	$p_e = 1200 \text{ Pa}$
Sättigungsdampfdruck in der Tauwasserebene	$p_s = 1700 \text{ Pa}$
Dauer Verdunstungsperiode (90 Tage)	$t_{ev} = 7776000 \text{ s}$
sd-Werte bleiben unverändert.	

Tauwasserfreies Bauteil: Es wird die maximal mögliche Verdunstungsmasse für die Trocknungsreserve berechnet. Betrachtet wird die Ebene, die in der Tauperiode das geringste Verdunstungspotential aufweist bei  $s_d=2,73$  m;  $x=30,3$  cm: Schichtgrenze zwischen Thermo-Hanf Plus und Klebe- und Armiermörtel  
 Verdunstungsmenge:  $M_{ev} = \delta_0 \cdot t_{ev} \cdot \left[ \frac{(p_s - p_i)}{s_d} + \frac{(p_s - p_e)}{(s_{de} - s_d)} \right] = 4,86 \text{ kg/m}^2$



### Bewertung gemäß DIN 4108-3

Das Bauteil ist diffusionstechnisch zulässig.

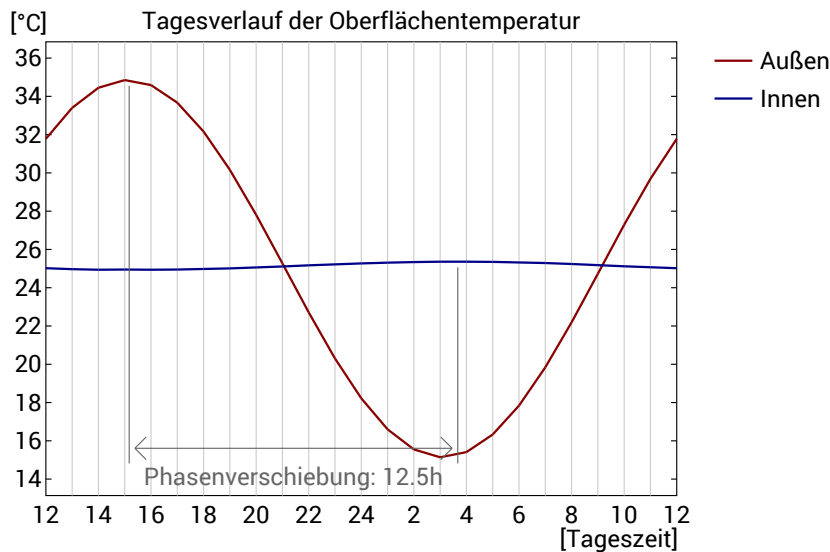
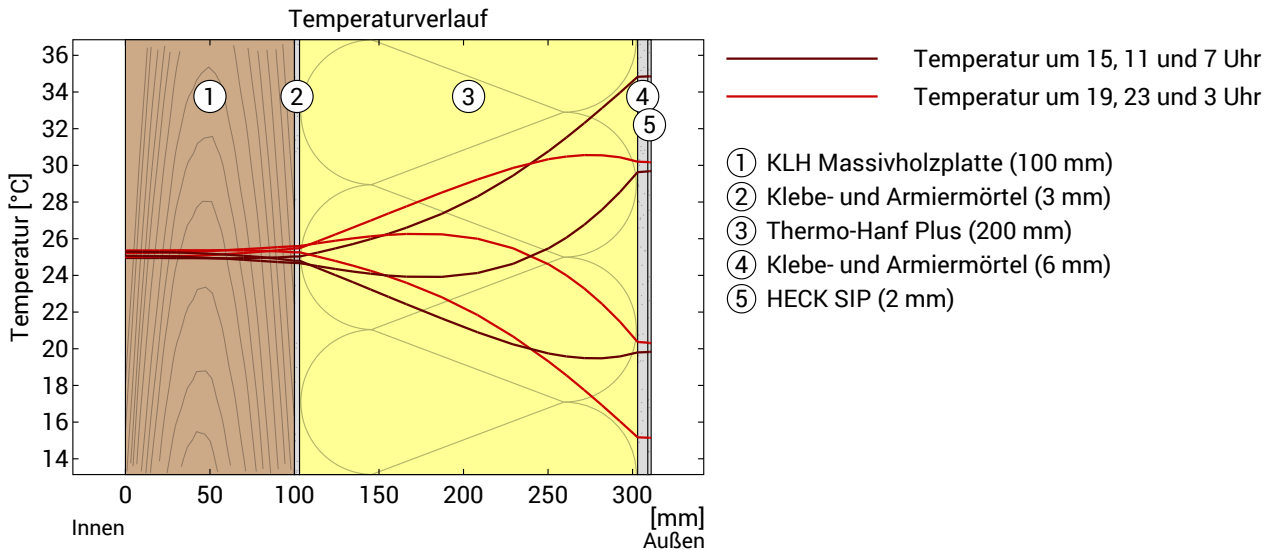
### Hinweise

DIN 4108-3 beschreibt in Abschnitt 5.3 Bauteile, für die kein rechnerischer Tauwassernachweis erforderlich ist, da kein Tauwasserrisiko besteht oder das Verfahren für die Beurteilung nicht geeignet ist. Ob das hier untersuchte Bauteil darunter ist, kann mit den vorliegenden Informationen nicht beurteilt werden.



## 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*	12,5 h	Wärmespeicherkapazität (gesamtes Bauteil):	109 kJ/m²K
Amplitudendämpfung**	44,8	Wärmespeicherkapazität der inneren Schichten:	79 kJ/m²K
TAV***	0,022		

\* 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/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.



AW\_14.01\_WDVS Hanf,  $U=0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

## Hinweise

Es sind keine Hinweise zu dieser Berechnung vorhanden.