

# Zwischensparrendämmung + Aufdachdämmung Holzweichfasser

Dachkonstruktion  
erstellt am 28.3.2024

Zwischensparrendämmung ist im Bauteil, gemäß Mitteilung der Bauherren, vorhanden und soll erhalten bleiben.

## Wärmeschutz

$U = 0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

BEG Einzelmaßn.\*:  $U < 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



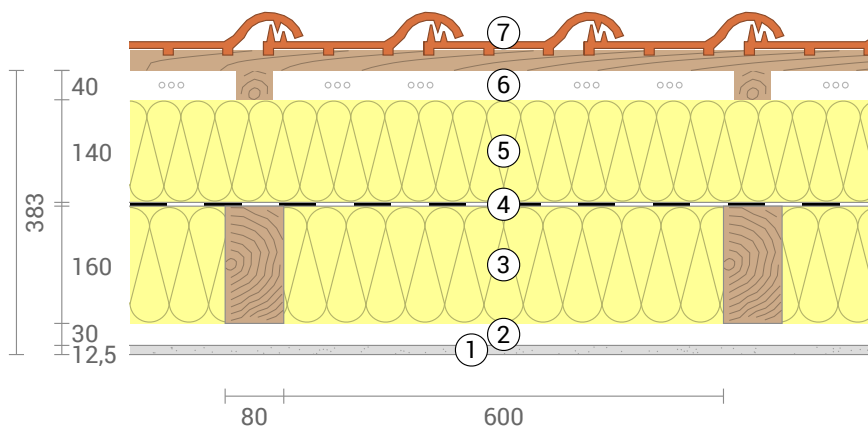
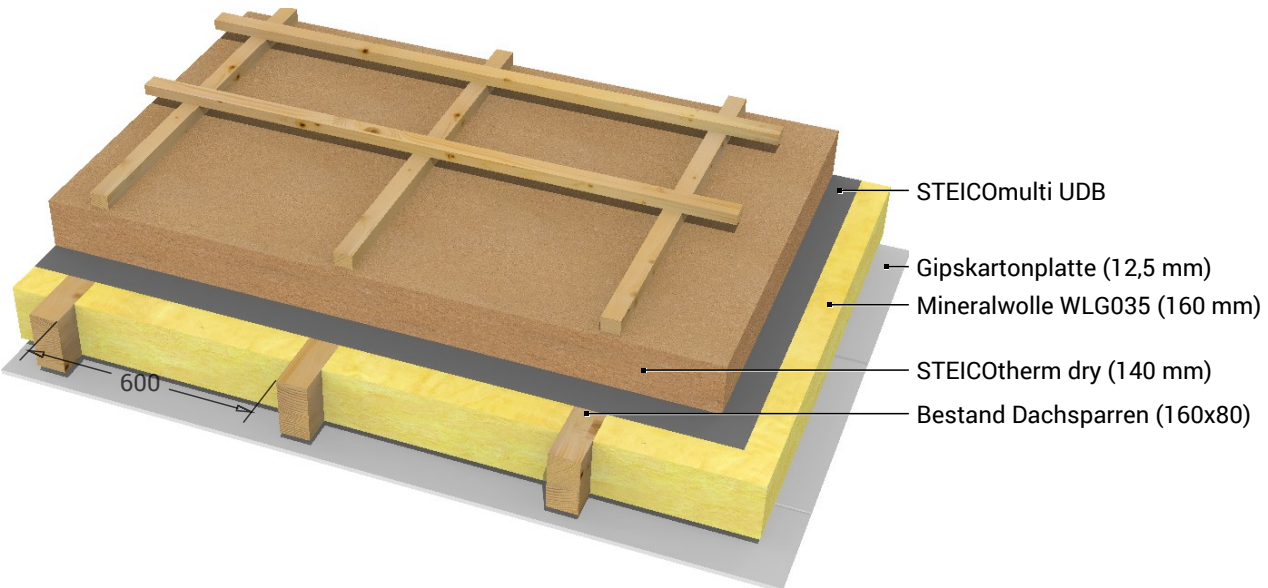
## Feuchteschutz

Kein Tauwasser



## Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 17  
Phasenverschiebung: 13,0 h  
Wärmekapazität innen: 28 kJ/m²K



- ① Gipskartonplatte (12,5 mm)
- ② Installationsebene (30 mm)
- ③ Mineralwolle WLG035 (160 mm)
- ④ STEICOMulti UDB
- ⑤ STEICOtherm dry (140 mm)
- ⑥ Hinterlüftung 40/60 (40 mm)
- ⑦ Falzziegel inkl. Lattung (103 mm)

Raumluft: 20,0°C / 50%  
Außenluft: -5,0°C / 80%  
Oberflächentemp.: 18,8°C / -4,9°C

sd-Wert: 0,7 m

Dicke: 48,6 cm  
Gewicht: 87 kg/m²  
Wärmekapazität: 57 kJ/m²K

- BEG Einzelmaßn.
- GEG 2020 Bestand
- GEG 2020 Neubau
- DIN 4108

Zwischensparrendämmung + Aufdachdämmung Holzweichfasser,  $U=0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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

#	Material	Dicke [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,100
1	Gipskartonplatte	1,25	0,250	0,050
2	Installationsebene	3,00	0,188	0,160
3	Mineralwolle WLG035	16,00	0,035	4,571
	Bestand Dachsparren (12%)	16,00	0,130	1,231
4	STEICOMulti UDB	0,05	0,170	0,003
5	STEICOtherm dry	14,00	0,039	3,590
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,100

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung aufwärts

Rse: Wärmestromrichtung aufwärts, außen: Hinterlüftungsebene

Wärmedurchlasswiderstände von ruhenden Luftschichten wurden wie folgt berechnet:

Schicht 2: Dicke 3 cm, Breite  $\infty$ , DIN EN ISO 6946 Tabelle 8, Wärmestromrichtung aufwärts

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot;upper}} = 7,975 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ .

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot;lower}} = 7,468 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ .

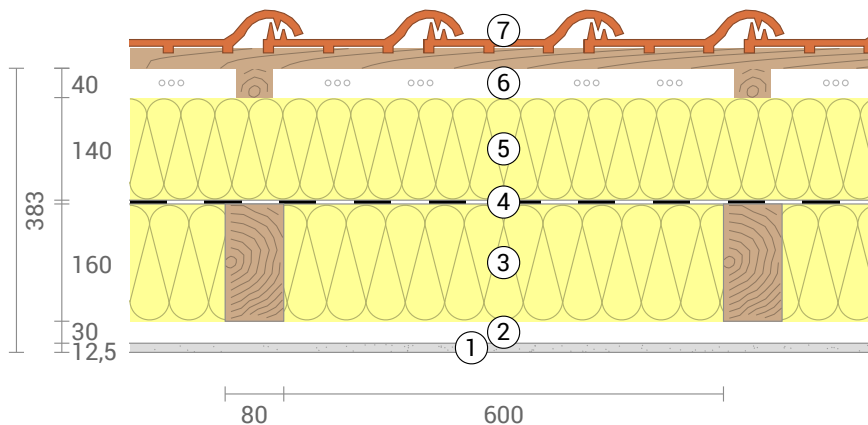
Prüfe Anwendbarkeit:  $R_{\text{tot;upper}} / R_{\text{tot;lower}} = 1,068$  (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand  $R_{\text{tot}} = (R_{\text{tot;upper}} + R_{\text{tot;lower}})/2 = 7,721 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

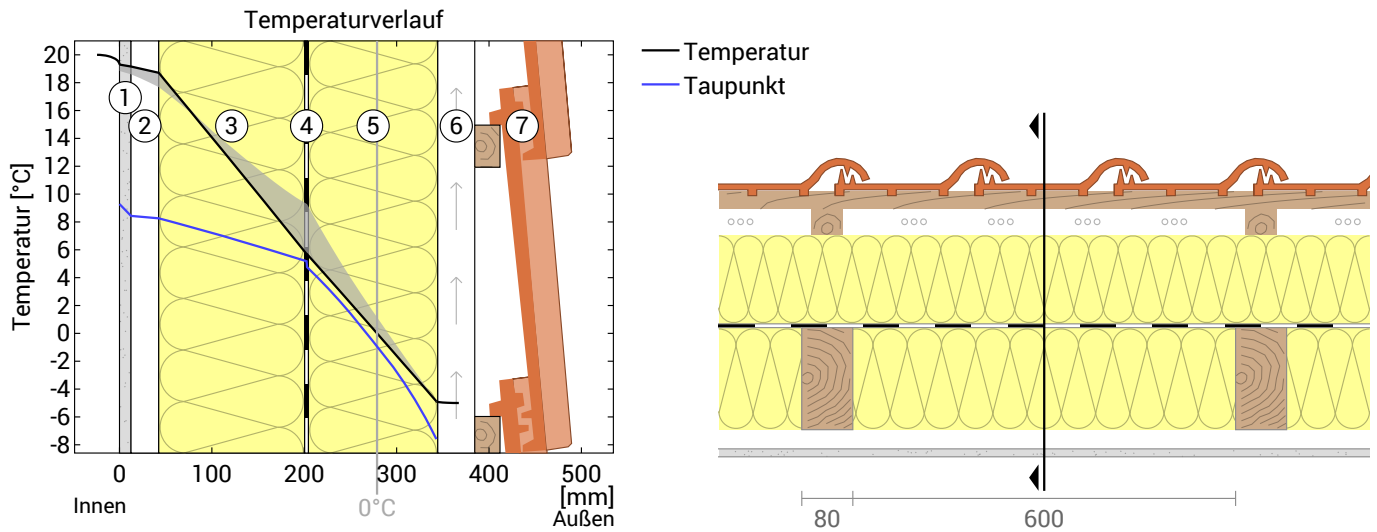
Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 3,3%

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Zwischensparrendämmung + Aufdachdämmung Holzweichfasser,  $U=0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

## Temperaturverlauf



- ① Gipskartonplatte (12,5 mm)                      ④ STEICOmulti UDB                                      ⑦ Falzziegel inkl. Lattung (103 mm)
- ② Installationsebene (30 mm)                      ⑤ STEICOtherm dry (140 mm)
- ③ Mineralwolle WLG035 (160 mm)                      ⑥ Hinterlüftung 40/60 (40 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*		0,250	18,8	20,0	
1	1,25 cm Gipskartonplatte	0,250	0,050	18,6	19,3	8,5
2	3 cm Installationsebene	0,188	0,160	17,7	19,2	0,0
3	16 cm Mineralwolle WLG035	0,035	4,571	5,7	18,7	2,8
	16 cm Bestand Dachsparren (12%)	0,130	1,231	9,2	18,0	8,5
4	0,05 cm STEICOmulti UDB	0,170	0,003	5,7	9,3	0,2
5	14 cm STEICOtherm dry	0,039	3,590	-4,9	9,3	15,4
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-5,0	-4,9	
6	4 cm Hinterlüftung (Außenluft) 40/60			-5,0	-5,0	0,0
7	10,3 cm Falzziegel inkl. Lattung			-5,0	-5,0	51,5
	48,6 cm Gesamtes Bauteil		7,710			86,9

\*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): 18,8°C 19,2°C 19,3°C  
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -4,9°C -4,9°C -4,9°C

Zwischensparrendämmung + Aufdachdämmung Holzweichfasser,  $U=0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

## 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.

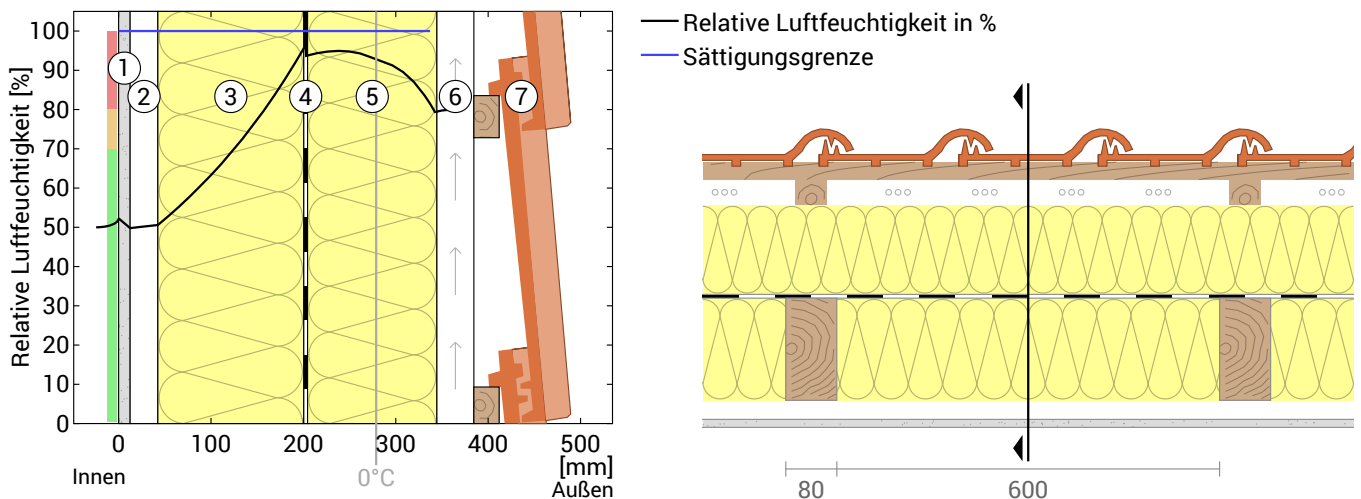
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m <sup>2</sup> ] [Gew.-%]	Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]
1	1,25 cm Gipskartonplatte	0,05	-	8,5
2	3 cm Installationsebene	0,01	-	0,0
3	16 cm Mineralwolle WLG035	0,16	-	2,8
	16 cm Bestand Dachsparren (12%)	3,20	-	8,5
4	0,05 cm STEICOmuli UDB	0,02	-	0,2
5	14 cm STEICOtherm dry	0,42	-	15,4
	48,6 cm Gesamtes Bauteil	0,72	0	86,9

## Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 18,8 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 54% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



- |                                |                               |                                     |
|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| ① Gipskartonplatte (12,5 mm)   | ④ STEICOmuli UDB              | ⑦ Falzziegel inkl. Lattung (103 mm) |
| ② Installationsebene (30 mm)   | ⑤ STEICOtherm dry (140 mm)    |                                     |
| ③ Mineralwolle WLG035 (160 mm) | ⑥ Hinterlüftung 40/60 (40 mm) |                                     |

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.

Zwischensparrendämmung + Aufdachdämmung Holzweichfasser,  $U=0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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

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

Bei Dachkonstruktionen mit **Plattenbelägen und Holzrosten** darf diese Norm nicht angewendet werden. Ob diese Konstruktion darunter fällt, ist vom Planer zu prüfen.

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 [m <sup>2</sup> K/W]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	T [°C]	ps [Pa]	$\Sigma$ sd [m]
Wärmeübergangswiderstand			0,250					
1	1,25 cm Gipskartonplatte	0,250	0,050	0,05	680	19,28	2235	0
2	3 cm Installationsebene	0,188	0,160	0,01	1	19,13	2215	0,05
3	16 cm Mineralwolle WLG035	0,035	4,571	0,16	20	18,67	2152	0,06
4	0,05 cm STEICOmulti UDB	0,170	0,003	0,1	340	5,48	902	0,22
5	14 cm STEICOtherm dry	0,039	3,590	0,42	110	5,47	902	0,32
Wärmeübergangswiderstand			0,040			-4,88	405	0,74

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

### Luftfeuchte an der Bauteiloberfläche

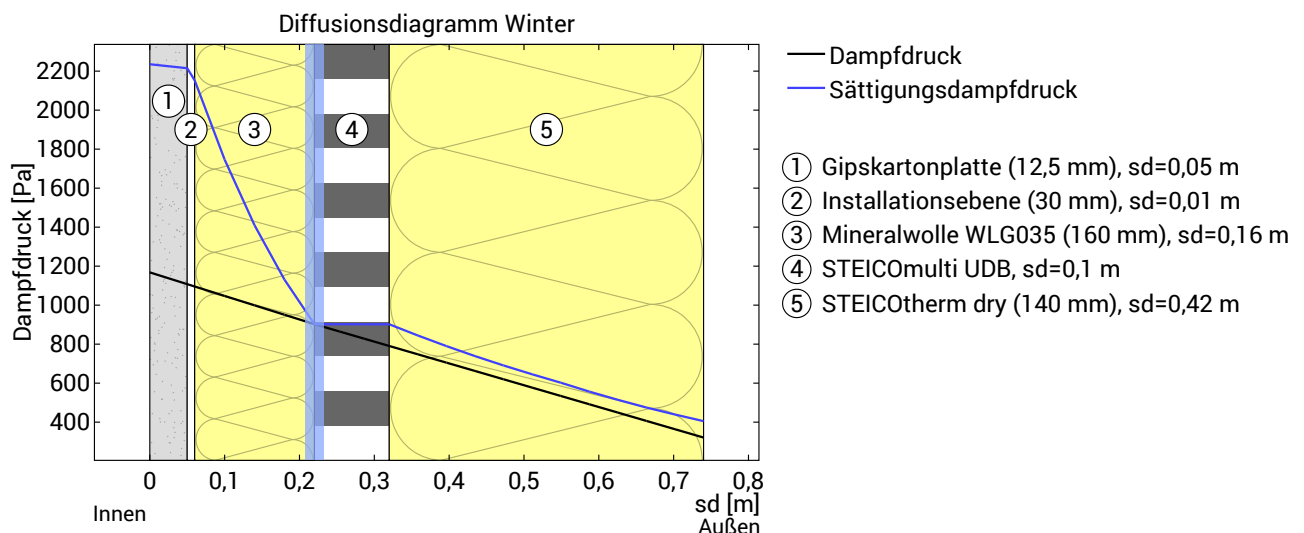
Die relative Luftfeuchtigkeit auf der raumseitigen Bauteiloberfläche beträgt 52%. Anforderungen zur Vermeidung von Baustoffkorrosion hängen von Material und Beschichtung ab und wurden nicht untersucht.



### 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)	$s_{d,e} = 0,74 \text{ m}$



**Tauwasserebene  $c_1$ :** Schichtgrenze zwischen Mineralwolle WLG035 und STEICOmulti UDB  
bei  $s_{d,c1}=0,22 \text{ m}$ ;  $p_{c1}=902 \text{ Pa}$ ;  $x_1=20,25 \text{ cm}$

Tauwassermenge:  $M_c = t_c * \delta_0 * ((p_i - p_{c1}) / s_{d,c1} - (p_{c1} - p_e) / (s_{d,e} - s_{d,c1})) = 0,143 \text{ kg}/\text{m}^2$

Mineralwolle WLG035 wird als nicht wasseraufnahmefähig eingestuft weil  $A_w < 0.1$  ist.

Für Schicht STEICOmulti UDB wurde noch kein Wasseraufnahmekoeffizient hinterlegt. Es wird deshalb angenommen, dass mindestens eine Schicht nicht kapillar wasseraufnahmefähig ist.

Mindestens eine befeuchtete Schicht wird nicht als wasseraufnahmefähig eingestuft. Die maximal erlaubte Tauwassermenge beträgt deshalb  $0.5 \text{ kg}/\text{m}^2$ .

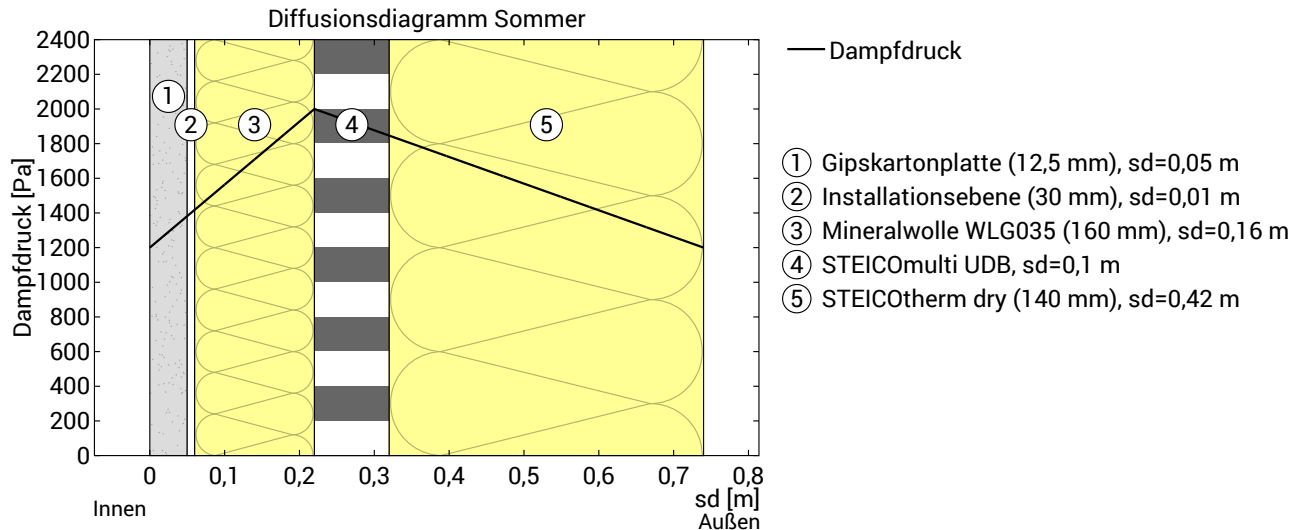
Tauwasser insgesamt:  $M_c = 0,143 \text{ kg}/\text{m}^2$



Zwischensparrendämmung + Aufdachdämmung Holzweichfasser,  $U=0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Verdunstungsperiode (Sommer)

Randbedingungen	
Dampfdruck innen	$p_i = 1200 \text{ Pa}$
Dampfdruck außen	$p_e = 1200 \text{ Pa}$
Sättigungsdampfdruck in der Tauwasserebene	$p_s = 2000 \text{ Pa}$ (Dach gegen Außenluft)
Dauer Verdunstungsperiode (90 Tage)	$t_{ev} = 7776000 \text{ s}$
sd-Werte bleiben unverändert.	



Maximal mögliche Verdunstungsmenge:

$$M_{ev} = t_c \cdot \delta_0 \cdot ((p_s - p_i) / s_{d_{e1}} + (p_s - p_e) / (s_{d_e} - s_{d_{e1}})) = 8,048 \text{ kg/m}^2$$

Die Tauwassermenge von  $0,143 \text{ kg/m}^2$  kann vollständig trocknen.



Bewertung gemäß DIN 4108-3

Das Bauteil ist diffusionstechnisch zulässig.

Hinweise

Bei inhomogenen Konstruktionen, wie Skelett-, Ständer- oder Rahmenbauweisen sowie bei Holzbalken-, Sparren- oder Fachwerk-Konstruktionen o.ä. sind die eindimensionalen Diffusionsberechnungen nur für den Gefachbereich nachzuweisen. Ausnahmefälle sind Sonderkonstruktionen, bei denen z.B. die diffusionshemmende Schicht auch abschnittsweise über den Außenbereich verlegt wird. In diesen Ausnahmefällen ist die hier durchgeführte Berechnung ungültig.

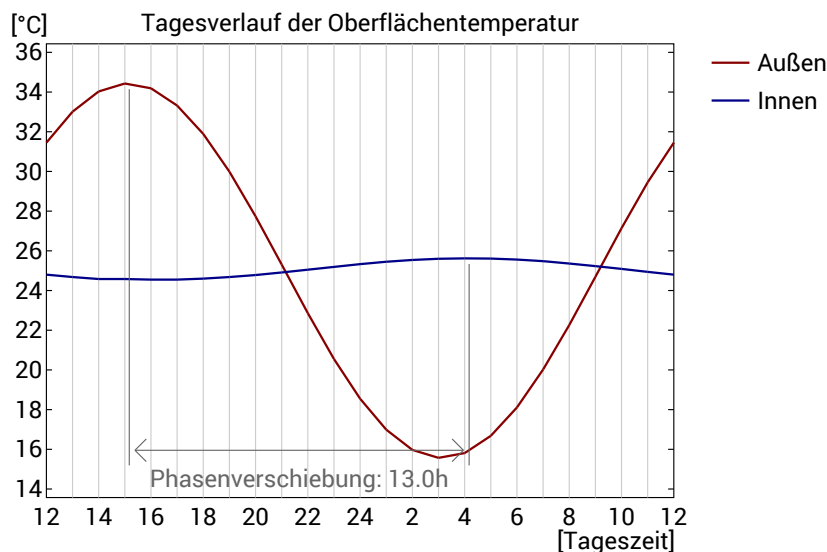
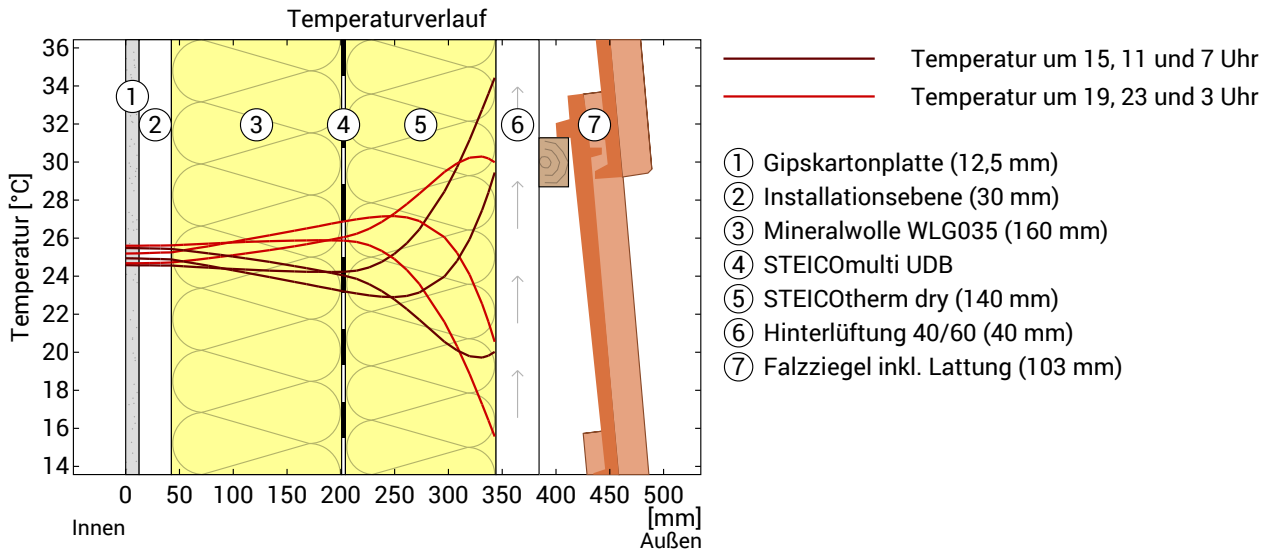
DIN 4108-3 beschreibt in Abschnitt 5.3 Bauteile, für die kein rechnerischer Tauwassernachweis erforderlich ist, da kein Tauwasserrisiko besteht oder das Verfahren für die Beurteilung nicht geeignet ist. Ob das hier untersuchte Bauteil darunter ist, kann mit den vorliegenden Informationen nicht beurteilt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

Es wird angenommen, dass das Dach nicht überwiegend verschattet ist und keine sehr helle Oberfläche hat (Benutzerangabe). Dies wirkt sich positiv auf das Trocknungsvermögen aus.

Zwischensparrendämmung + Aufdachdämmung Holzweichfasser,  $U=0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

## 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*	13,0 h	Wärmespeicherkapazität (gesamtes Bauteil):	57 kJ/m <sup>2</sup> K
Amplitudendämpfung**	17,2	Wärmespeicherkapazität der inneren Schichten:	28 kJ/m <sup>2</sup> K
TAV***	0,058		

\* 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.

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

Zwischensparrendämmung + Aufdachdämmung Holzweichfasser,  $U=0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

## Hinweise

### Hinterlüftungsebene

Die Stärke der Hinterlüftungsebene beträgt 4 cm. Als Faustwert gilt: Mindestens 3 cm. Ist die Neigung der Hinterlüftungsebene kleiner als  $40^\circ$ , z.B. bei (Flach-)Dächern, muss ein größerer Wert gewählt werden. Gleiches gilt wenn Lufteintritt und Luftaustritt besonders weit auseinander liegen.

Der für die Berechnung relevante Teil Ihres Bauteils endet an der Innenseite der Hinterlüftungsebene. Weiter außen liegende Schichten müssen nicht eingegeben werden.

Balken und Träger, die die Hinterlüftungsebene durchstoßen, werden nur bis zur Innenseite der Hinterlüftungsebene berücksichtigt.

Beachten Sie: Der U-Wert-Rechner geht grundsätzlich davon aus, dass eine Hinterlüftungsebene ausreichend von Außenluft durchströmt wird. Ob dies tatsächlich der Fall ist, hängt nicht nur von der Dicke der Hinterlüftungsebene ab, sondern auch von deren Breite und Länge sowie möglichen Hindernissen am Luft Ein- und Auslass und kann vom U-Wert-Rechner nicht beurteilt werden.

### Ruhende Luftschichten

Eine ruhende Luftschicht ist ein allseitig umschlossener Hohlraum, der keinerlei Verbindung zur Raum- oder Außenluft hat. Zwei aneinander grenzende Luftschichten werden nur dann korrekt berechnet, wenn kein Luftaustausch zwischen den beiden Schichten möglich ist, z.B. wenn die Luftschichten durch eine dünne Folie voneinander getrennt sind. Andernfalls muss der gesamte Hohlraum als eine einzige Schicht modelliert werden.

Eine Luftschicht als erste oder letzte Schicht eines Bauteils, die somit Verbindung zur Raum- bzw. Außenluft hat, wird nicht als ruhende Luftschicht betrachtet. In diesem Fall versucht der U-Wert-Rechner, die Luftschicht als Hinterlüftungsebene, Raum- oder Außenluft zu behandeln. Das Berechnungsergebnis kann dann jedoch signifikante Unsicherheiten enthalten.

Ruhende Luft hat eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit. Ab einer gewissen Schichtdicke entsteht jedoch Konvektion, die die Isolationswirkung stark reduziert. Beträgt die Schichtdicke mehr als 30 cm, kann die Luftschicht nicht mehr korrekt berücksichtigt werden.

Wenn die Luftschicht Öffnungen zur Außenluft hat, deren Größe  $1.500 \text{ mm}^2$  je m Länge für vertikale Luftschichten oder  $1.500 \text{ mm}^2$  je  $\text{m}^2$  Oberfläche für horizontale Luftschichten übersteigt, handelt es sich um eine Hinterlüftungsebene. Hinterlüftungsebenen finden Sie im Baustoffmenü unter Verschiedenes.