

Vorschlag Innendämmung

Außenwand
erstellt am 8.12.2023

Wärmeschutz

$U = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

GEG 2020 Bestand*: $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



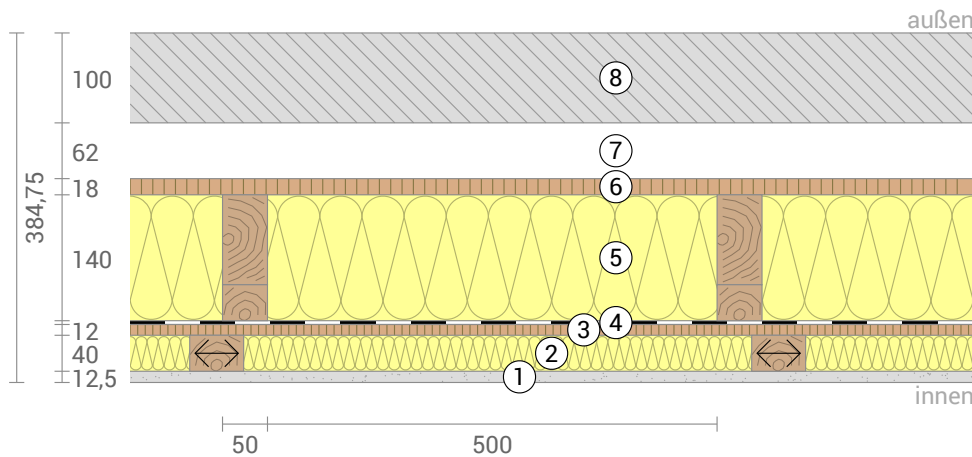
Feuchteschutz

Trocknet 55 Tage
Tauwasser: $170 \text{ g}/\text{m}^2$



Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 11
Phasenverschiebung: 11,2 h
Wärmekapazität innen: $27 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$

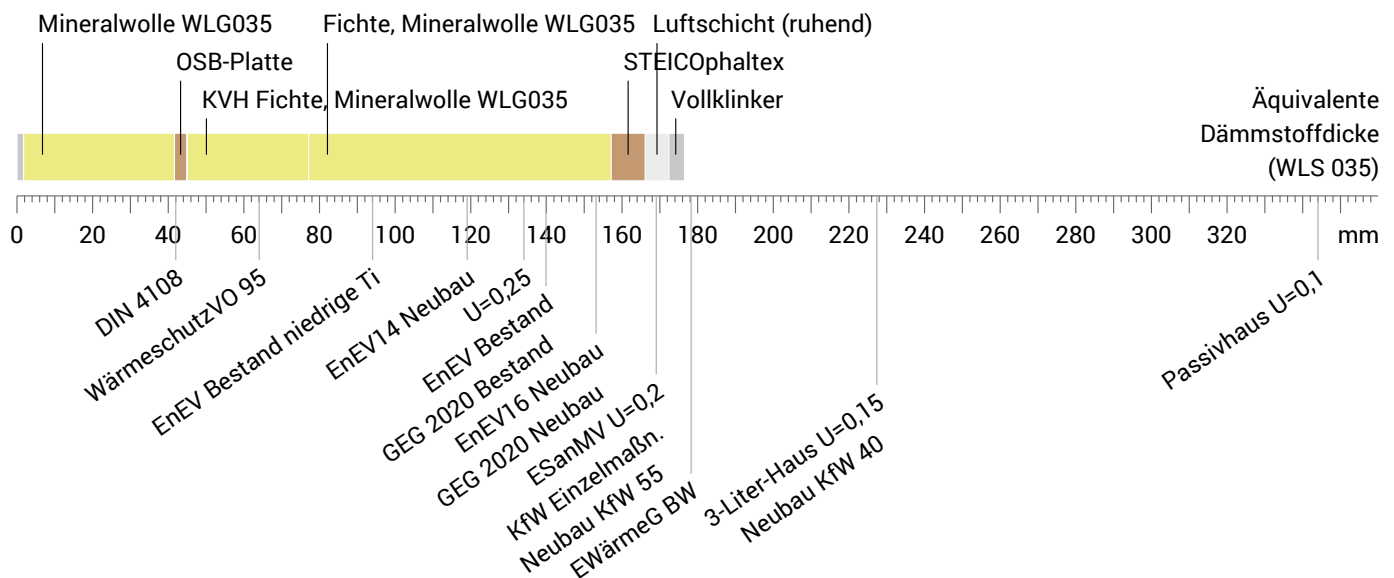


- ① Gipskartonplatte (12,5 mm)
- ④ pro clima INTELLO®
- ⑦ Luftschicht (62 mm)
- ② Mineralwolle WLG035 (40 mm)
- ⑤ Mineralwolle WLG035 (140 mm)
- ⑧ Vollklinker (100 mm)
- ③ OSB-Platte (12 mm)
- ⑥ STEICOpfaltex (18 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

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 $0,035 \text{ W}/\text{mK}$.



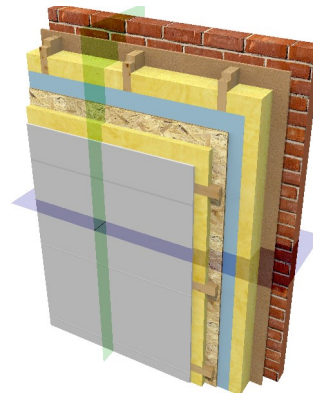
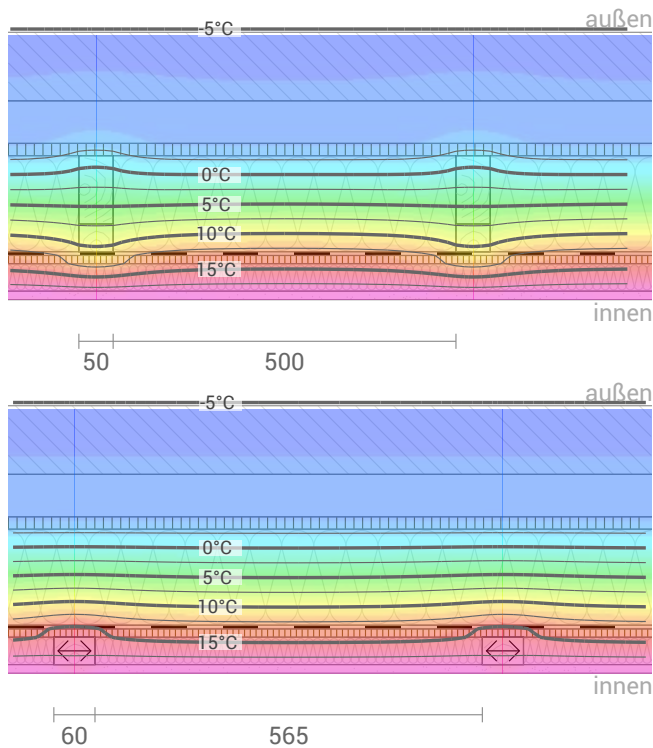
Raumluft: $20,0^\circ\text{C} / 50\%$
Außenluft: $-5,0^\circ\text{C} / 80\%$
Oberflächentemp.: $18,6^\circ\text{C} / -4,8^\circ\text{C}$

sd-Wert: 16,4 m

Dicke: 38,5 cm
Gewicht: $231 \text{ kg}/\text{m}^2$
Wärmekapazität: $242 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$

Vorschlag Innendämmung, $U=0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Temperaturverlauf



Links oben: Temperaturverlauf in der blauen Schnittebene (siehe rechte Abbildung). Links unten: Temperaturverlauf in der grünen Schnittebene.

Schichten (von innen nach außen)

#	Material	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatur [°C]		Gewicht [kg/m ²]
				min	max	
	Wärmeübergangswiderstand*		0,130	18,6	20,0	
1	1,25 cm Gipskartonplatte	0,250	0,050	18,4	19,0	8,5
2	4 cm Mineralwolle WLG035	0,035	1,143	11,5	18,8	0,7
	4 cm KVH Fichte (9,6%)	0,130	0,308			1,6
3	1,2 cm OSB-Platte	0,130	0,092	10,9	14,0	7,8
4	0,025 cm pro clima INTELLO®	0,040	0,006	10,8	13,6	0,1
5	14 cm Mineralwolle WLG035	0,035	4,000	-2,6	13,6	2,5
	10 cm Fichte (Breite: 5 cm)	0,130	0,769	-1,0	7,7	4,1
	4 cm KVH Fichte (Breite: 5 cm)	0,130	0,308	7,6	11,2	1,5
6	1,8 cm STEICOp haltex	0,070	0,257	-3,7	-0,9	4,1
7	6,2 cm Luftschicht (ruhend)	0,344	0,180	-4,4	-3,1	0,1
8	10 cm Vollklinker	0,960	0,104	-4,8	-4,3	200,0
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-5,0	-4,8	
38,475 cm Gesamtes Bauteil			5,199			231,1

*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): 18,6°C 18,9°C 19,0°C
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -4,8°C -4,8°C -4,8°C

Vorschlag Innendämmung, $U=0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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 diesen Bedingungen fallen insgesamt 0,17 kg Tauwasser pro Quadratmeter an. Diese Menge trocknet im Sommer innerhalb von 55 Tagen ab (Verdunstungsperiode gemäß DIN 4108-3:2018-10).

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m ²] [Gew.-%]	Gewicht [kg/m ²]
1	1,25 cm Gipskartonplatte	0,05	-	8,5
2	4 cm Mineralwolle WLG035	0,04	-	0,7
	4 cm KVH Fichte (9,6%)		-	1,6
3	1,2 cm OSB-Platte	0,36	-	7,8
4	0,025 cm pro clima INTELLO®	5,43	-	0,1
5	14 cm Mineralwolle WLG035	0,14	-	2,5
	10 cm Fichte (Breite: 5 cm)	2,00	-	4,1
	4 cm KVH Fichte (Breite: 5 cm)	1,60	-	1,5
6	1,8 cm STEICPhaltex	0,09	-	4,1
7	6,2 cm Luftschicht (ruhend)	0,01	0,17	0,1
8	10 cm Vollklinker	10,00	0,17	200,0
38,475 cm Gesamtes Bauteil		16,43	0,17	231,1

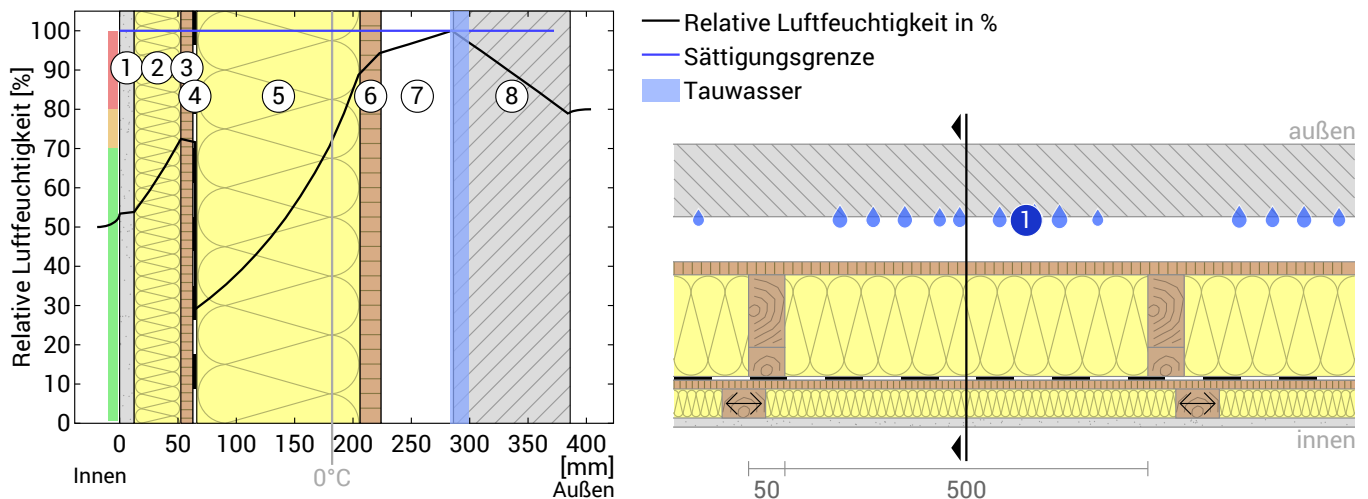
Tauwasserebenen

- ① Tauwasser: 0,17 kg/m² Betroffene Schichten: Vollklinker, Luftschicht (ruhend)

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 18,6 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 55% 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 pro clima INTELLO® | ⑦ Luftschicht (62 mm) |
| ② Mineralwolle WLG035 (40 mm) | ⑤ Mineralwolle WLG035 (140 mm) | ⑧ Vollklinker (100 mm) |
| ③ OSB-Platte (12 mm) | ⑥ STEICPhaltex (18 mm) | |

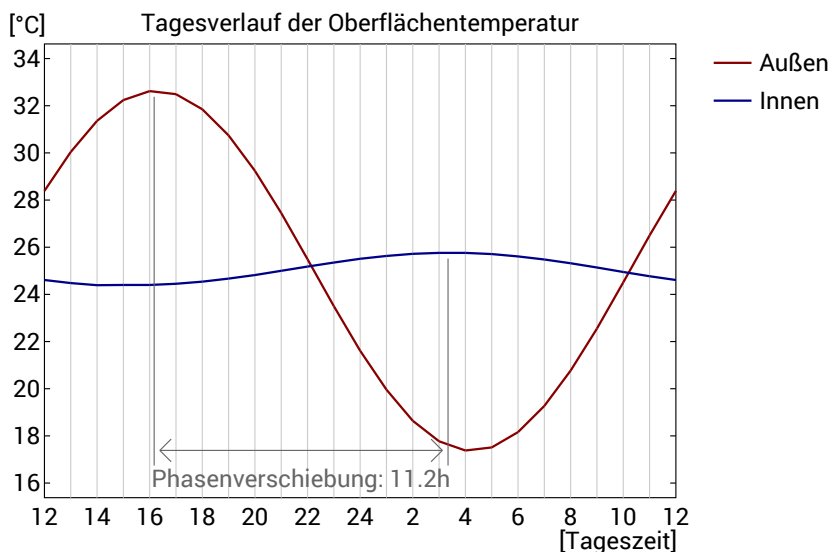
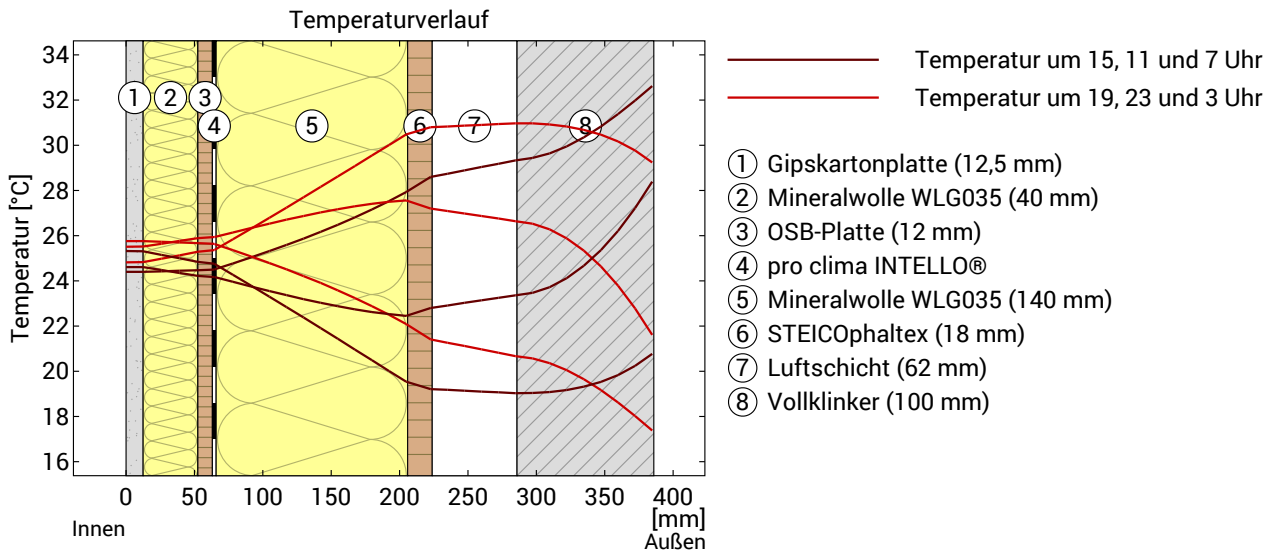
Mit <-> gekennzeichnete (Balken-)Lagen verlaufen parallel zur dargestellten Schnittebene und wurden bei der Feuchteschutzberechnung nicht berücksichtigt.

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.

Vorschlag Innendämmung, $U=0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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*	11,2 h	Wärmespeicherkapazität (gesamtes Bauteil):	242 kJ/m ² K
Amplitudendämpfung**	10,8	Wärmespeicherkapazität der inneren Schichten:	27 kJ/m ² K
TAV***	0,093		

* 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.