

Berechnungen zum Wärmeschutz, Feuchteschutz und Hitzeschutz

erstellt am 15.6.2025 15:23

Inhalt

Bauteil	U-Wert W/m ² K	Tauwasser kg	TA- Dämpfung	Dicke cm	Gewicht kg/m ²	Seite
1 H03 Dachgaube Flachdach	0,39	-	6,6	22,35	56,9	2
2 H03 Dachgaube Wand	0,39	-	6,6	25,45	56,9	7
3 H03 Dach	0,39	-	6,6	33,75	92,8	12
4 H03 Decke DG	0,66	-	6,7	22,80	108,9	17
5 H03 Decke EG	0,65	-	6,7	26,80	111,9	22
6 H03 Kellerdecke	2,4	0,239	1,2	16,00	368,0	27
7 H03 Kellerboden Anbau	1,26	0,030	4,7	24,52	518,3	32
8 H03 Innentüre	2,76	-	1,0	2,50	13,0	36
9 H03 Haustüre	1,58	-	1,2	6,00	31,2	41
10 H03 Außenwand Anbau	1,24	4,080	8,4	37,75	523,5	46
11 H03 Außenwand West	1,35	-	17,6	43,00	708,5	51
12 H03 Außenwand	1,54	-	17,2	39,00	692,0	56

Vergleich mit verschiedenen Höchstwerten*

Bauteil	GEG 2020/24 Bestand	BEG Einzelmaßn.	GEG 2023/24 Neubau	DIN 4108
H03 Dachgaube Flachdach				✓
H03 Dachgaube Wand				✓
H03 Dach				✓
H03 Decke DG				✓
H03 Decke EG				✓
H03 Kellerdecke				
H03 Kellerboden Anbau				
H03 Innentüre				
H03 Haustüre				
H03 Außenwand Anbau				
H03 Außenwand West				
H03 Außenwand				

H03 Dachgaube Flachdach

Dachgaube
erstellt am 15.6.2025

Wärmeschutz

$U = 0,39 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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



sehr gut

mangelhaft

Feuchteschutz

Kein Tauwasser

Hitzeschutz

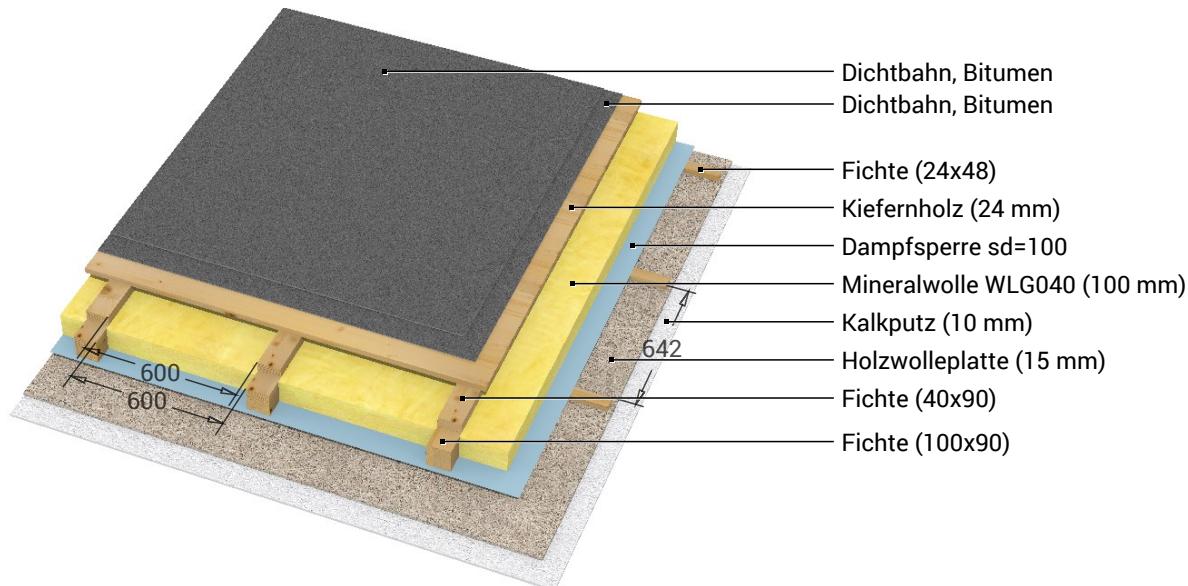
Temperaturamplitudendämpfung: 6,6
Phasenverschiebung: 5,9
Wärmekapazität innen: 33 $\text{kJ}/\text{m}^2\text{K}$



mangelhaft

sehr gut

mangelhaft



Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

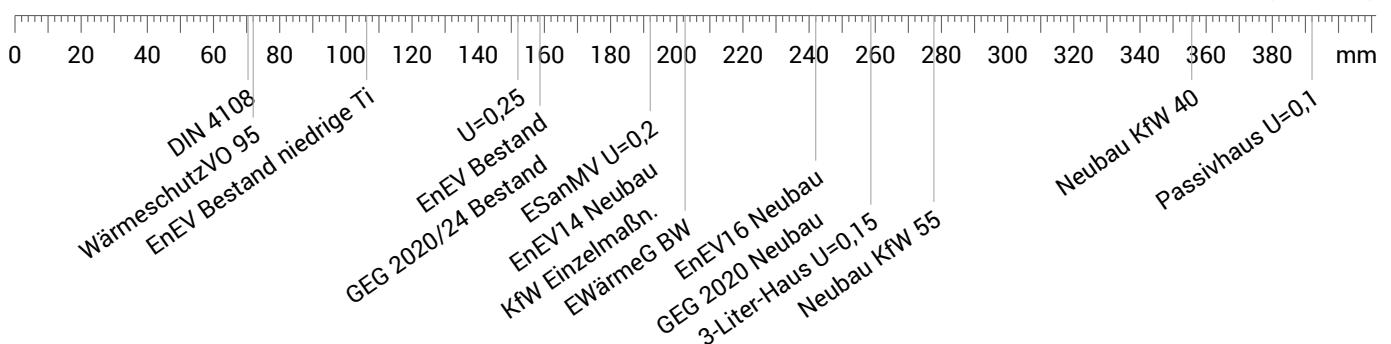
Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit 0,040 W/mK .

Holzwolleplatte (15mm)

Luftsicht (ruhend)

Fichte, Mineralwolle WLG040

Äquivalente
Dämmstoffdicke
(WLS 040)



Raumluft: 20,0°C / 50%

Außenluft: -5,0°C / 80%

Oberflächentemp.: 16,8°C / -4,6°C

Dicke: 22,4 cm

Gewicht: 57 kg/m^2

Wärmekapazität: 43 $\text{kJ}/\text{m}^2\text{K}$

GEG 2020/24 Bestand

BEG Einzelmaßn.

GEG 2023/24 Neubau

DIN 4108

H03 Dachgaube Flachdach, $U=0,39 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,100
1	Kalkputz	1,00	0,870	0,011
2	Holzwolleplatte (15mm)	1,50	0,090	0,167
3	Luftschicht (ruhend) Fichte (7,0%)	2,40	0,150	0,160
4	Dampfsperre sd=100	0,05	0,220	0,002
5	Mineralwolle WLG040 Fichte (13%)	10,00	0,040	2,500
	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 3.1: Dicke 2.4 cm, Breite 64.2 cm, DIN EN ISO 6946 Tabelle 8, Wärmestromrichtung aufwärts

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{tot;upper} = 2,595 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$.

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{tot;lower} = 2,475 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$.

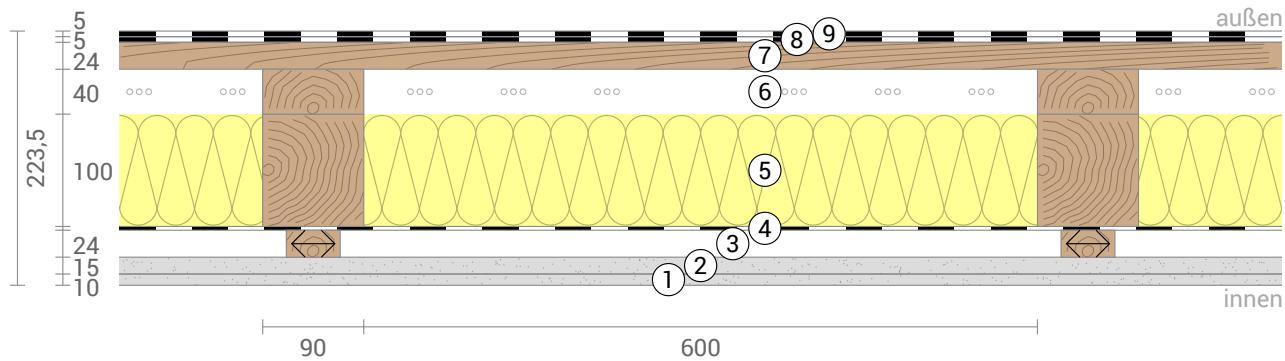
Prüfe Anwendbarkeit: $R_{tot;upper} / R_{tot;lower} = 1,049$ (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand $R_{tot} = (R_{tot;upper} + R_{tot;lower})/2 = 2,535 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

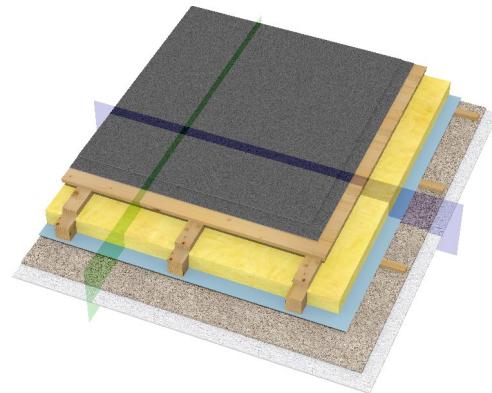
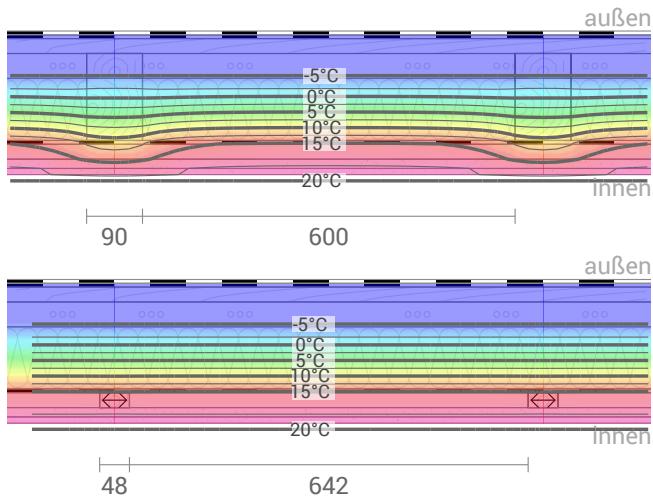
Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 2,4%

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1/R_{tot} = 0,39 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



H03 Dachgaube Flachdach, U=0,39 W/(m²K)

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] min	Temperatur [°C] max	Gewicht [kg/m ²]
	Wärmeübergangswiderstand*		0,250	16,8	20,0	
1	1 cm Kalkputz	0,870	0,011	16,6	18,0	14,0
2	1,5 cm Holzwolleplatte (15mm)	0,090	0,167	14,1	17,9	8,6
3	2,4 cm Luftsicht (ruhend)	0,150	0,160	11,4	16,6	0,0
	2,4 cm Fichte (7,0%)	0,130	0,185			0,8
4	0,05 cm Dampfsperre sd=100	0,220	0,002	11,4	15,3	0,1
5	10 cm Mineralwolle WLG040	0,040	2,500	-4,7	15,3	1,7
	10 cm Fichte (13%)	0,130	0,769	-4,2	12,3	5,9
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-5,0	-4,2	
6	4 cm Hinterlüftung (Außenluft)			-5,0	-5,0	0,0
7	2,4 cm Kiefernholz			-5,0	-5,0	12,5
8	0,5 cm Dichtbahn, Bitumen			-5,0	-5,0	5,5
9	0,5 cm Dichtbahn, Bitumen			-5,0	-5,0	5,5
22,35 cm Gesamtes Bauteil			2,535			56,9

*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): 16,8°C 17,6°C 18,0°C
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -4,7°C -4,6°C -4,2°C

H03 Dachgaube Flachdach, U=0,39 W/(m²K)

Feuchteschutz

Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt: innen: 20,01°C und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit (Klima gemäß Benutzereingabe).

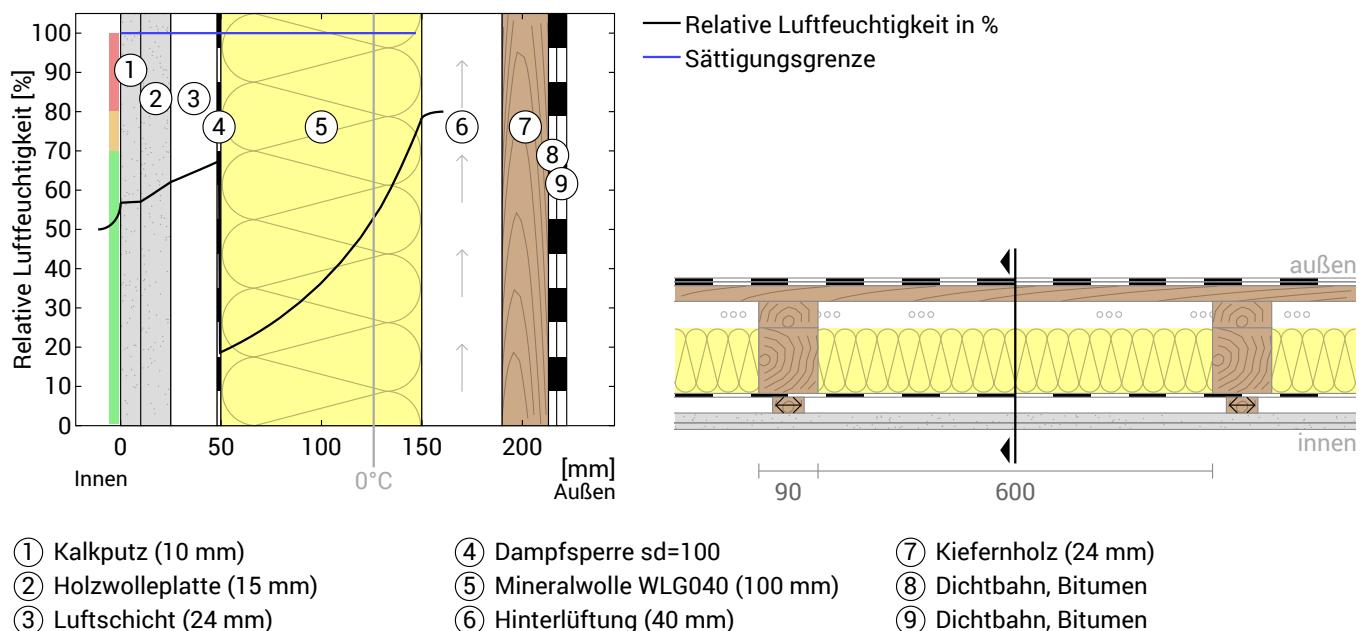
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m ²]	Gewicht [kg/m ²]
1	1 cm Kalkputz	0,10	-	14,0
2	1,5 cm Holzwolleplatte (15mm)	0,03	-	8,6
3	2,4 cm Luftsicht (ruhend)	0,01	-	0,0
	2,4 cm Fichte (7,0%)		-	0,8
4	0,05 cm Dampfsperre sd=100	100,00	-	0,1
5	10 cm Mineralwolle WLG040	0,20	-	1,7
	10 cm Fichte (13%)	5,00	-	5,9
22,35 cm	Gesamtes Bauteil	100,80	0	56,9

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 16,8 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 61% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



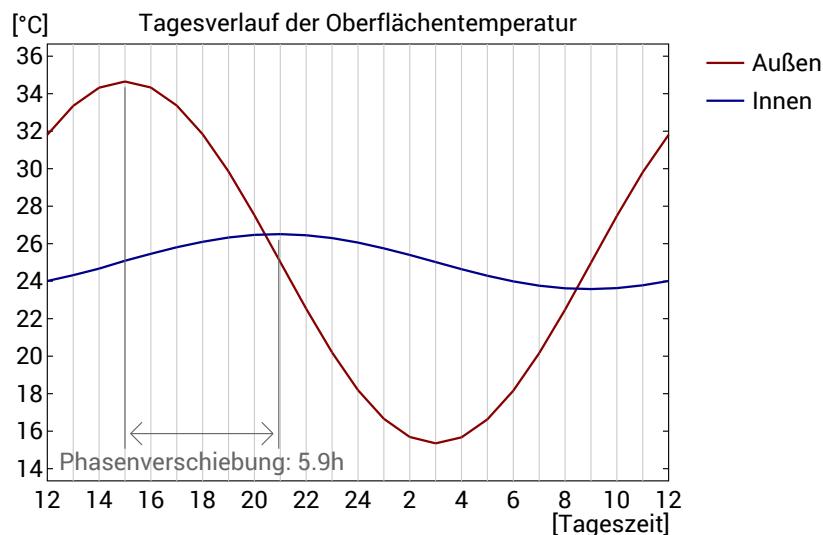
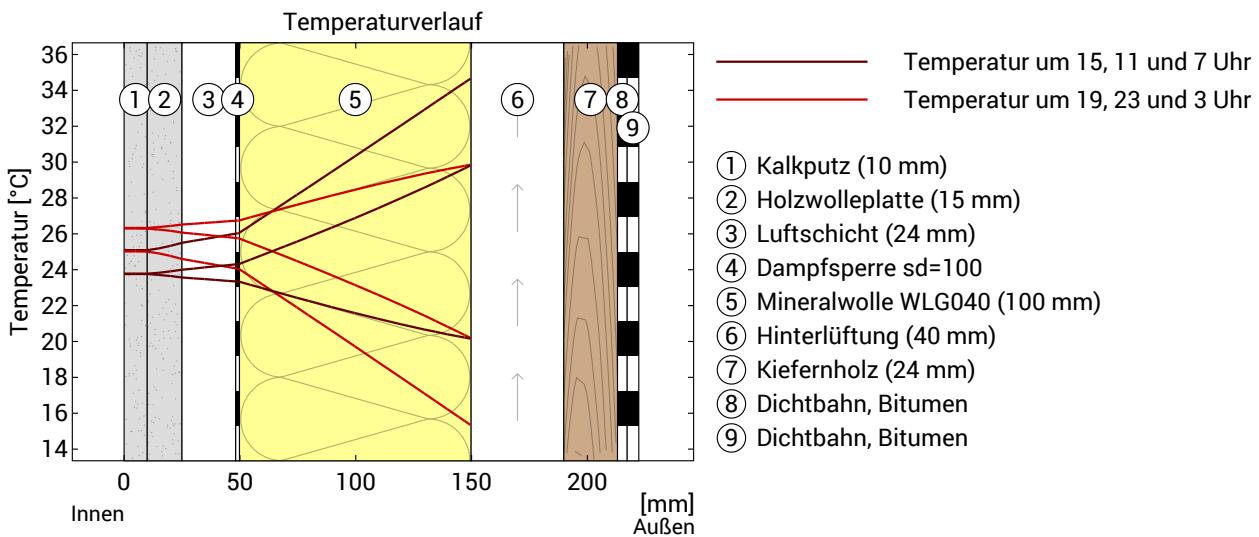
Mit <> gekennzeichnete (Balken-)Lagen verlaufen parallel zur dargestellten Schnittebene und wurden bei der Feuchteschutzberechnung nicht berücksichtigt.

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.

H03 Dachgaube Flachdach, $U=0,39 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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 äußereren (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 Nachhälfte auftreten.

Phasenverschiebung*	5,9 h	Wärmespeicherfähigkeit (gesamtes Bauteil):	43 kJ/m ² K
Amplitudendämpfung**	6,6	Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten:	33 kJ/m ² K
TAV***	0,152		

* 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.

H03 Dachgaube Wand

Dachgaube
erstellt am 15.6.2025

Wärmeschutz

$U = 0,39 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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



sehr gut

mangelhaft

Feuchteschutz

Kein Tauwasser

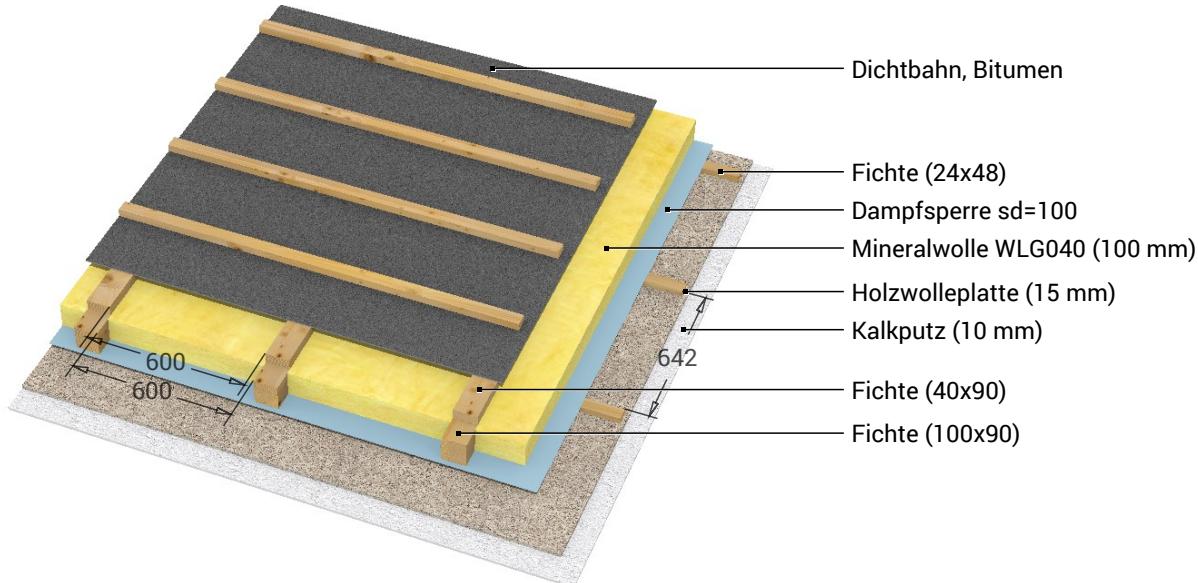
Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 6,6
Phasenverschiebung: 5,9 h
Wärmekapazität innen: 33 $\text{kJ}/(\text{m}^2\text{K})$



mangelhaft

sehr gut



Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

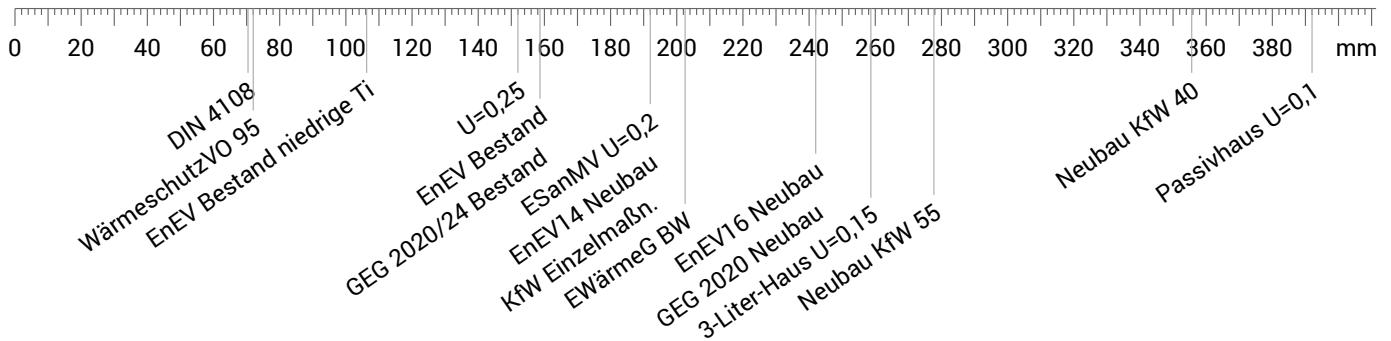
Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit 0,040 W/mK.

Holzwolleplatte (15mm)

Luftsicht (ruhend)

Fichte, Mineralwolle WLG040

Äquivalente
Dämmstoffdicke
(WLS 040)



Raumluft: 20,0°C / 50%

Außenluft: -5,0°C / 80%

Oberflächentemp.: 16,8°C / -4,6°C

Dicke: 25,4 cm

Gewicht: 57 kg/m²

Wärmekapazität: 43 $\text{kJ}/(\text{m}^2\text{K})$

GEG 2020/24 Bestand

BEG Einzelmaßn.

GEG 2023/24 Neubau

DIN 4108

H03 Dachgaube Wand, $U=0,39 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,100
1	Kalkputz	1,00	0,870	0,011
2	Holzwolleplatte (15mm)	1,50	0,090	0,167
3	Luftschicht (ruhend) Fichte (7,0%)	2,40	0,150	0,160
4	Dampfsperre sd=100	0,05	0,220	0,002
5	Mineralwolle WLG040 Fichte (13%)	10,00	0,040	2,500
	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 3.1: Dicke 2.4 cm, Breite 64.2 cm, DIN EN ISO 6946 Tabelle 8, Wärmestromrichtung aufwärts

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{\text{tot};\text{upper}} = 2,595 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$.

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{\text{tot};\text{lower}} = 2,475 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$.

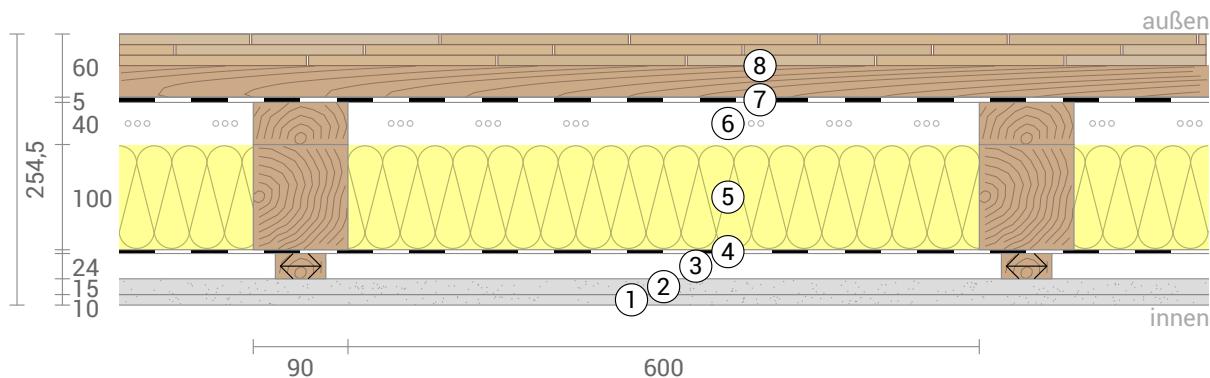
Prüfe Anwendbarkeit: $R_{\text{tot};\text{upper}} / R_{\text{tot};\text{lower}} = 1,049$ (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand $R_{\text{tot}} = (R_{\text{tot};\text{upper}} + R_{\text{tot};\text{lower}})/2 = 2,535 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

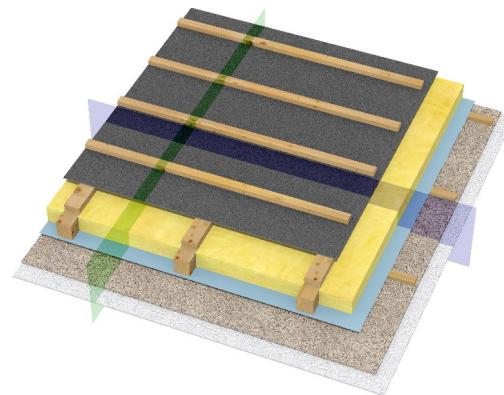
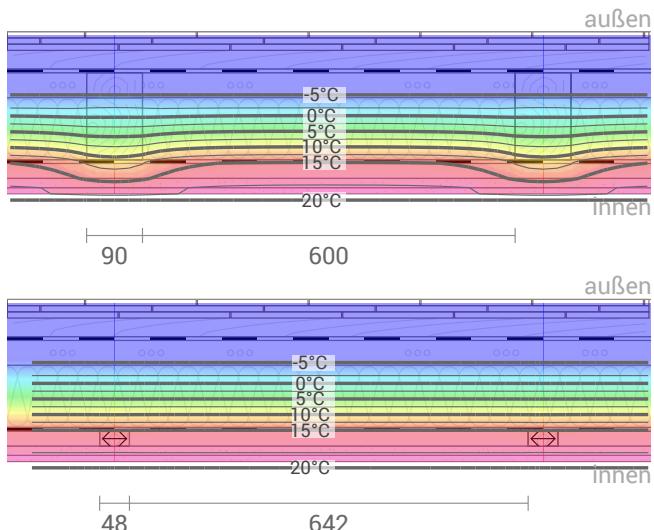
Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 2,4%

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,39 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



H03 Dachgaube Wand, $U=0,39 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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 min [°C]	Temperatur max [°C]	Gewicht [kg/m ²]
	Wärmeübergangswiderstand*		0,250	16,8	20,0	
1	1 cm Kalkputz	0,870	0,011	16,6	18,0	14,0
2	1,5 cm Holzwolleplatte (15mm)	0,090	0,167	14,1	17,9	8,6
3	2,4 cm Luftsicht (ruhend)	0,150	0,160	11,4	16,6	0,0
	2,4 cm Fichte (7,0%)	0,130	0,185			0,8
4	0,05 cm Dampfsperre sd=100	0,220	0,002	11,4	15,3	0,1
5	10 cm Mineralwolle WLG040	0,040	2,500	-4,7	15,3	1,7
	10 cm Fichte (13%)	0,130	0,769	-4,2	12,3	5,9
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-5,0	-4,2	
6	4 cm Hinterlüftung (Außenluft)			-5,0	-5,0	0,0
7	0,5 cm Dichtbahn, Bitumen			-5,0	-5,0	5,5
8	6 cm Holzschindeldeckung			-5,0	-5,0	18,0
25,45 cm Gesamtes Bauteil			2,535			56,9

*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): 16,8°C 17,6°C 18,0°C
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -4,7°C -4,6°C -4,2°C

H03 Dachgaube Wand, U=0,39 W/(m²K)

Feuchteschutz

Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt: innen: 20.01°C und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit (Klima gemäß Benutzereingabe).

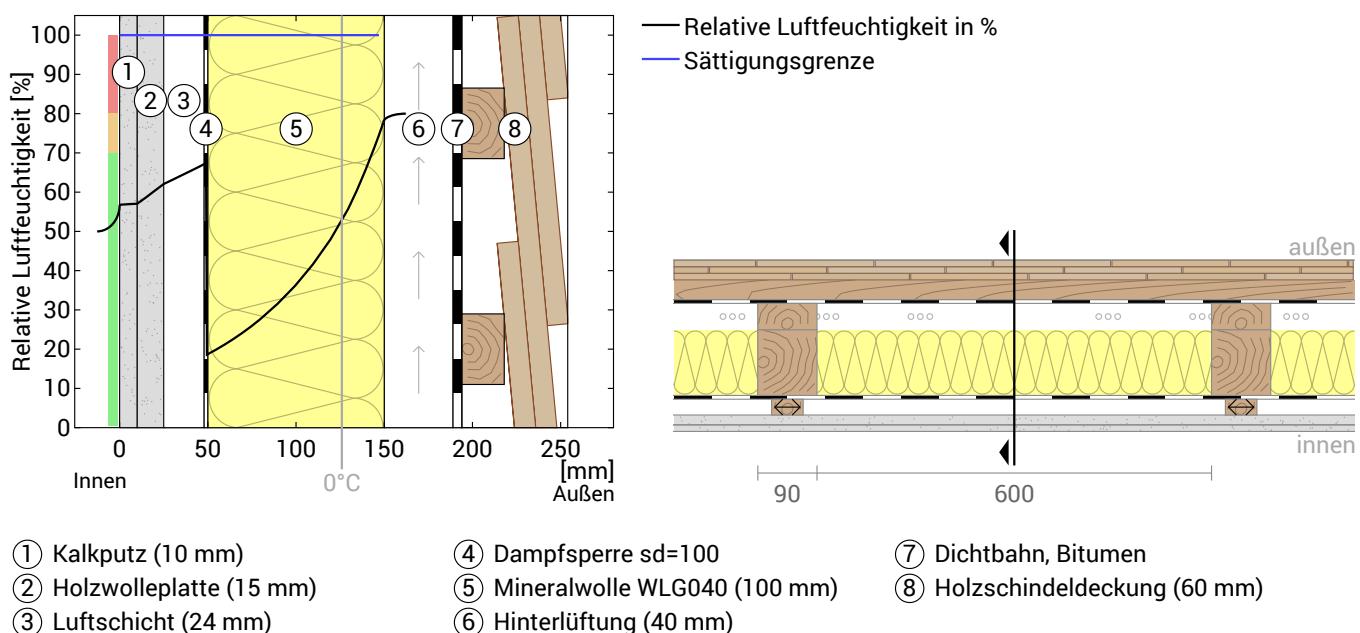
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material		sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m ²]	Gewicht [kg/m ²]
1	1 cm	Kalkputz	0,10	-	14,0
2	1,5 cm	Holzwolleplatte (15mm)	0,03	-	8,6
3	2,4 cm	Luftschicht (ruhend)	0,01	-	0,0
	2,4 cm	Fichte (7,0%)		-	0,8
4	0,05 cm	Dampfsperre sd=100	100,00	-	0,1
5	10 cm	Mineralwolle WLG040	0,20	-	1,7
	10 cm	Fichte (13%)	5,00	-	5,9
25,45 cm		Gesamtes Bauteil	100,80	0	56,9

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 16,8 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 61% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



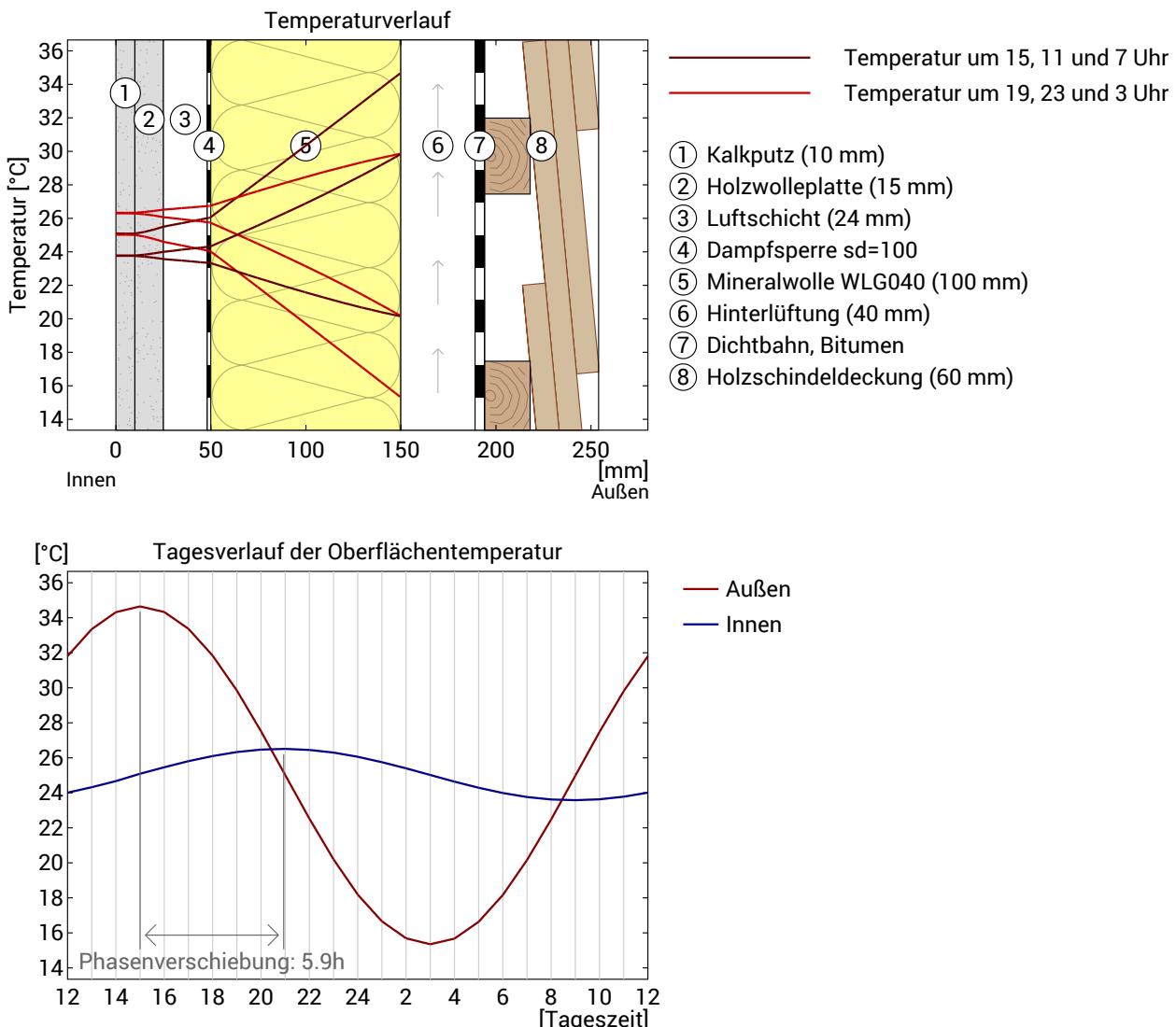
Mit \leftrightarrow gekennzeichnete (Balken-)Lagen verlaufen parallel zur dargestellten Schnittebene und wurden bei der Feuchteschutzberechnung nicht berücksichtigt.

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.

H03 Dachgaube Wand, $U=0,39 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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 äußereren (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 Nachhälfte auftreten.

Phasenverschiebung*	5,9 h	Wärmespeicherfähigkeit (gesamtes Bauteil):	43 kJ/m ² K
Amplitudendämpfung**	6,6	Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten:	33 kJ/m ² K
TAV***	0,152		

* 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.

H03 Dach

Dachkonstruktion
erstellt am 15.6.2025

Wärmeschutz

$U = 0,39 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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



sehr gut

mangelhaft

Feuchteschutz

Kein Tauwasser

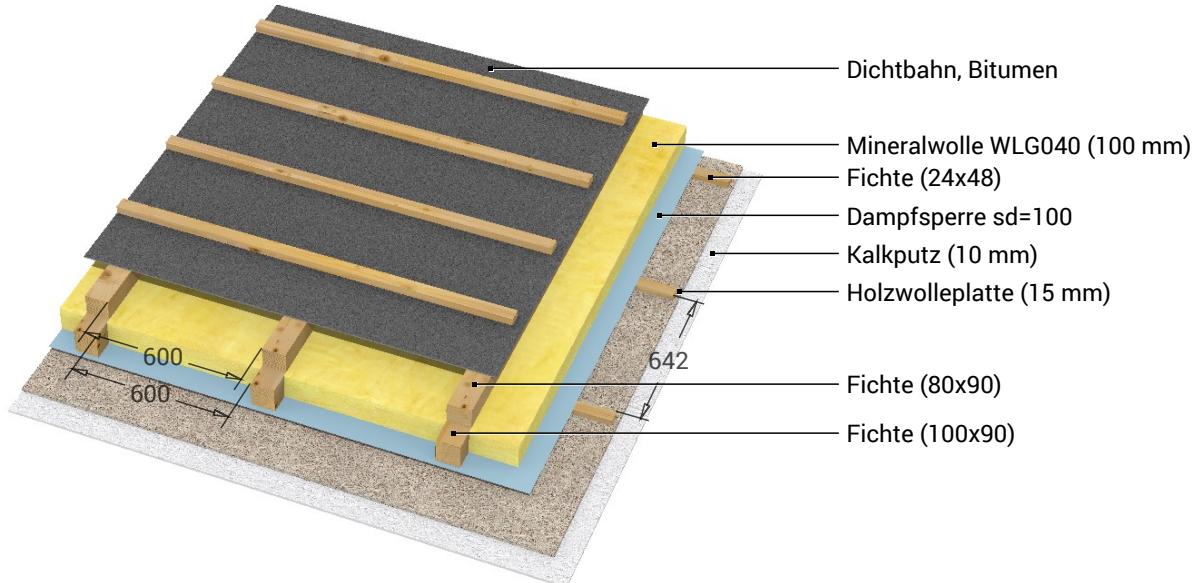
Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 6,6
Phasenverschiebung: 5,9
Wärmekapazität innen: 33 $\text{kJ}/\text{m}^2\text{K}$



mangelhaft

sehr gut



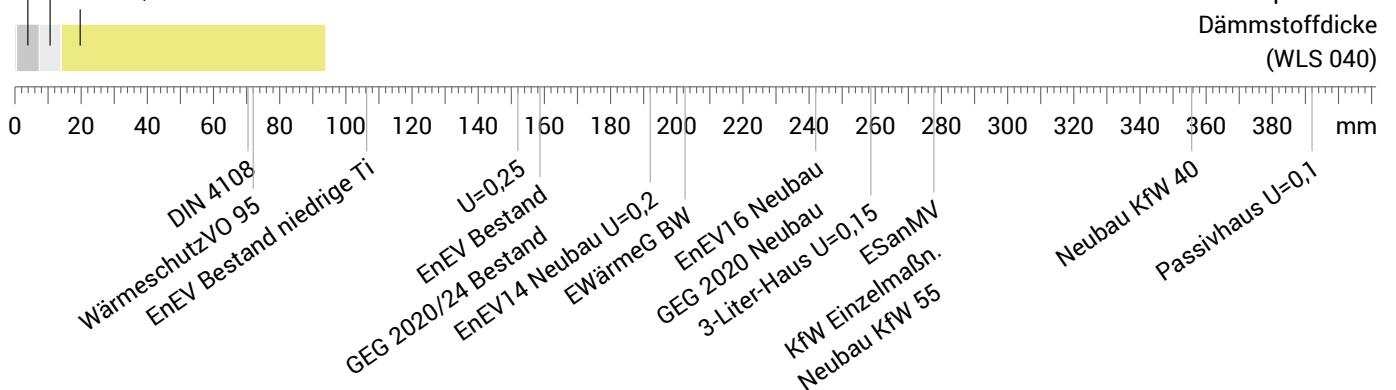
Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

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.

Holzwolleplatte (15mm)

Luftschicht (ruhend)

Fichte, Mineralwolle WLG040



Raumluft: $20,0^\circ\text{C} / 50\%$

Außenluft: $-5,0^\circ\text{C} / 80\%$

Oberflächentemp.: $16,8^\circ\text{C} / -4,6^\circ\text{C}$

GEG 2020/24 Bestand

BEG Einzelmaßn.

GEG 2023/24 Neubau

Dicke: 33,8 cm

Gewicht: 93 kg/m^2

Wärmekapazität: 43 $\text{kJ}/\text{m}^2\text{K}$

DIN 4108

H03 Dach, U=0,39 W/(m²K)

U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,100
1	Kalkputz	1,00	0,870	0,011
2	Holzwolleplatte (15mm)	1,50	0,090	0,167
3	Luftschicht (ruhend) Fichte (7,0%)	2,40	0,150	0,160
4	Dampfsperre sd=100	0,05	0,220	0,002
5	Mineralwolle WLG040 Fichte (13%)	10,00	0,040	2,500
	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 3.1: Dicke 2.4 cm, Breite 64.2 cm, DIN EN ISO 6946 Tabelle 8, Wärmestromrichtung aufwärts

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{tot;upper} = 2,595 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{tot;lower} = 2,475 \text{ m}^2\text{K/W}$.

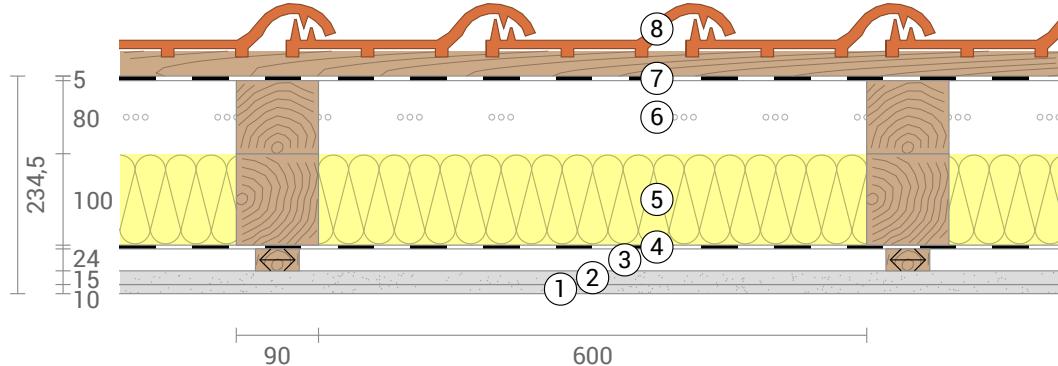
Prüfe Anwendbarkeit: $R_{tot;upper} / R_{tot;lower} = 1,049$ (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand $R_{tot} = (R_{tot;upper} + R_{tot;lower})/2 = 2,535 \text{ m}^2\text{K/W}$

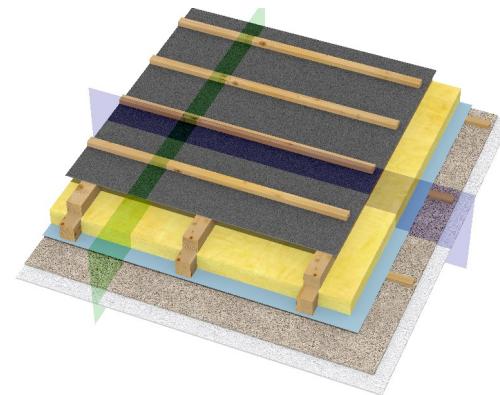
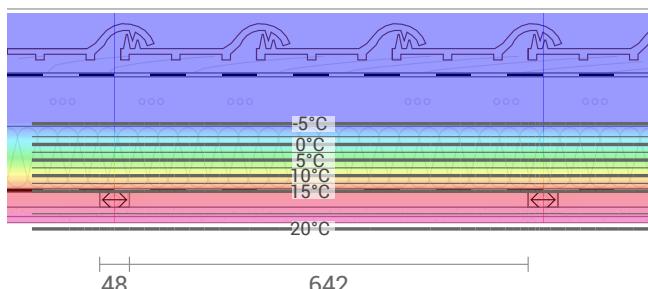
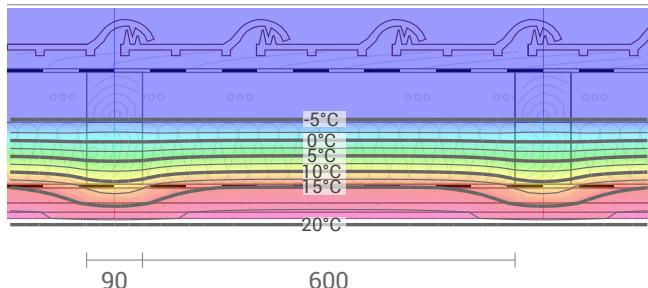
Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 2,4%

Wärmedurchgangskoeffizient U = 1/R_{tot} = **0,39 W/(m²K)**



H03 Dach, U=0,39 W/(m²K)

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] min	Temperatur [°C] max	Gewicht [kg/m ²]
	Wärmeübergangswiderstand*		0,250	16,8	20,0	
1	1 cm Kalkputz	0,870	0,011	16,6	18,0	14,0
2	1,5 cm Holzwolleplatte (15mm)	0,090	0,167	14,1	17,9	8,6
3	2,4 cm Luftschicht (ruhend)	0,150	0,160	11,4	16,6	0,0
	2,4 cm Fichte (7,0%)	0,130	0,185			0,8
4	0,05 cm Dampfsperre sd=100	0,220	0,002	11,4	15,3	0,1
5	10 cm Mineralwolle WLG040	0,040	2,500	-4,7	15,3	1,7
	10 cm Fichte (13%)	0,130	0,769	-4,2	12,3	5,9
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-5,0	-4,2	
6	8 cm Hinterlüftung (Außenluft)			-5,0	-5,0	0,0
7	0,5 cm Dichtbahn, Bitumen			-5,0	-5,0	5,5
8	10,3 cm Falzziegel inkl. Lattung			-5,0	-5,0	51,5
	33,75 cm Gesamtes Bauteil		2,535			92,8

*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): 16,8°C 17,6°C 18,0°C
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -4,7°C -4,6°C -4,2°C

H03 Dach, U=0,39 W/(m²K)

Feuchteschutz

Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt: innen: 20,01°C und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit (Klima gemäß Benutzereingabe).

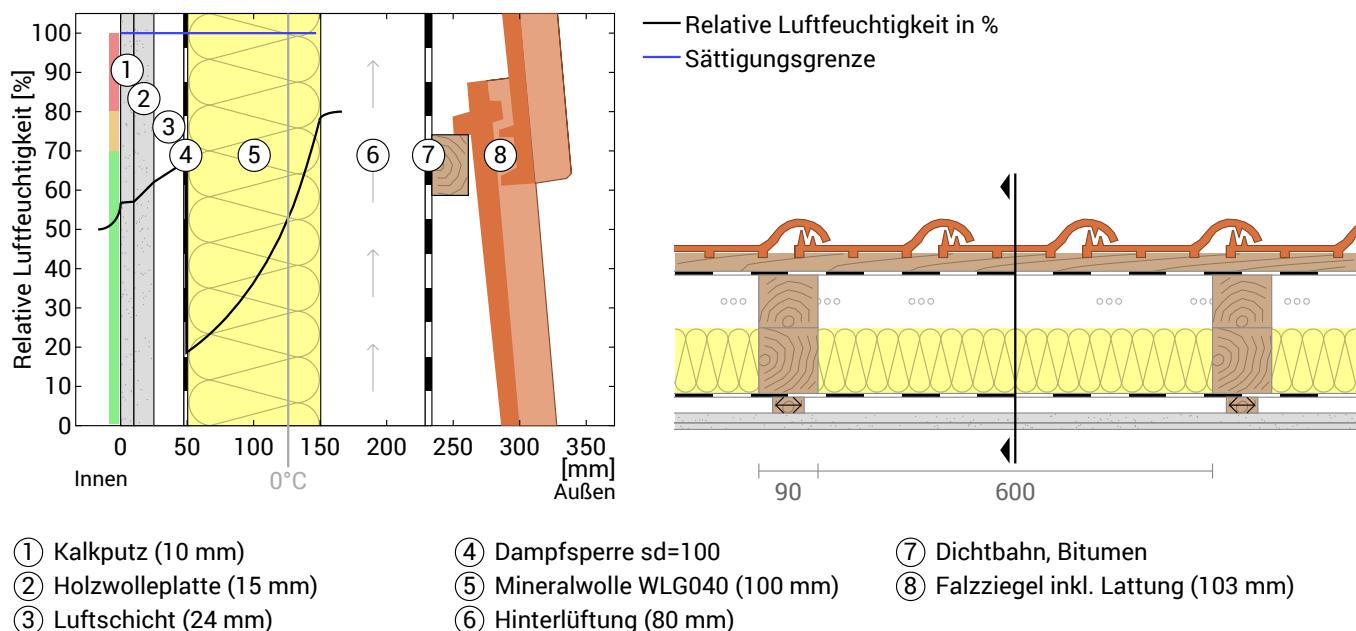
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m ²]	Gewicht [kg/m ²]
1	1 cm Kalkputz	0,10	-	14,0
2	1,5 cm Holzwolleplatte (15mm)	0,03	-	8,6
3	2,4 cm Luftsicht (ruhend)	0,01	-	0,0
	2,4 cm Fichte (7,0%)		-	0,8
4	0,05 cm Dampfsperre sd=100	100,00	-	0,1
5	10 cm Mineralwolle WLG040	0,20	-	1,7
	10 cm Fichte (13%)	5,00	-	5,9
33,75 cm Gesamtes Bauteil		100,80	0	92,8

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 16,8 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 61% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



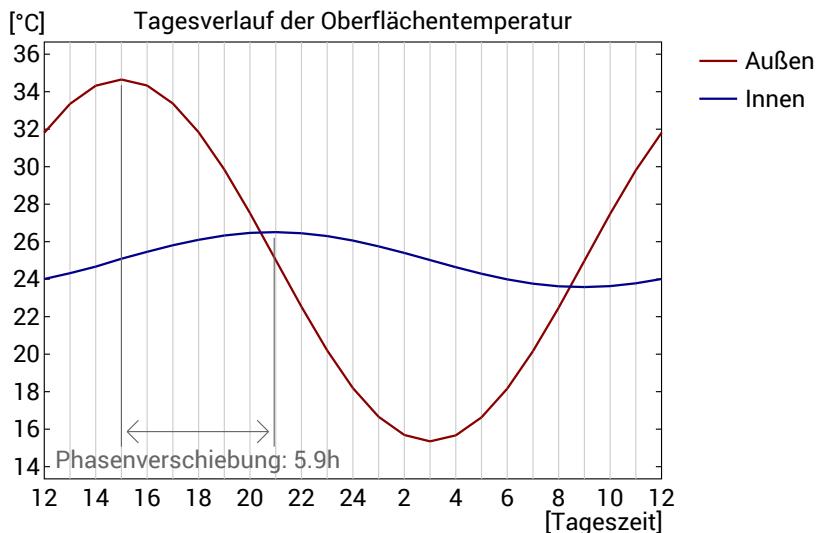
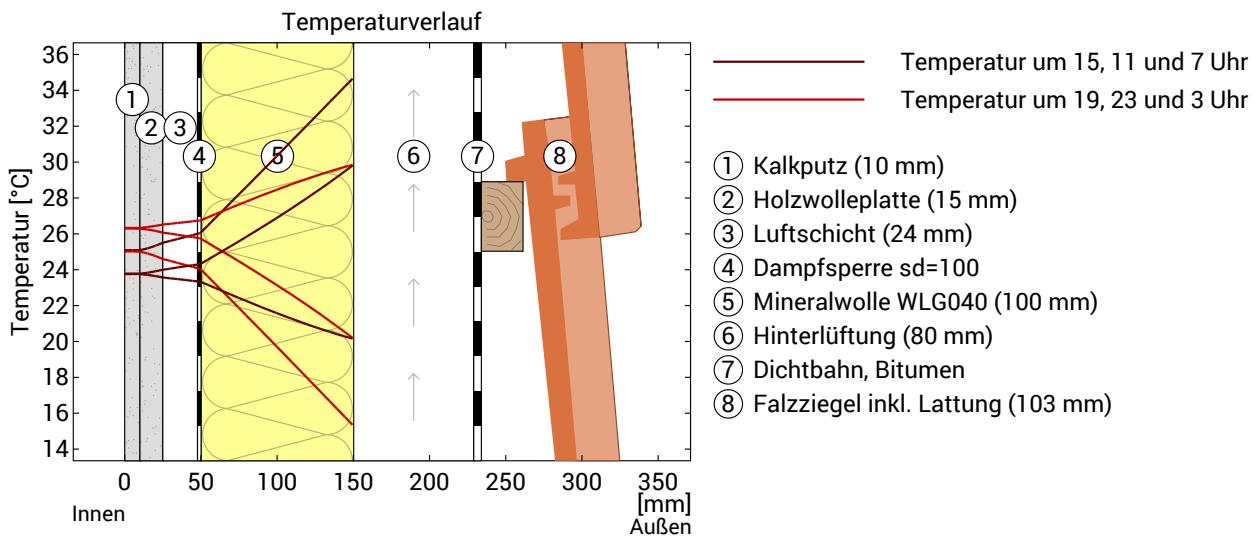
Mit <> gekennzeichnete (Balken-)Lagen verlaufen parallel zur dargestellten Schnittebene und wurden bei der Feuchteschutzberechnung nicht berücksichtigt.

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.

H03 Dach, U=0,39 W/(m²K)

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 äußereren (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 Nachhälfte auftreten.

Phasenverschiebung*	5,9 h	Wärmespeicherfähigkeit (gesamtes Bauteil):	43 kJ/m ² K
Amplitudendämpfung**	6,6	Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten:	33 kJ/m ² K
TAV***	0,152		

* 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.

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

H03 Decke DG

Decke
erstellt am 15.6.2025

Wärmeschutz

$U = 0,66 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Beidseitig beheizt: Keine Anforderung*

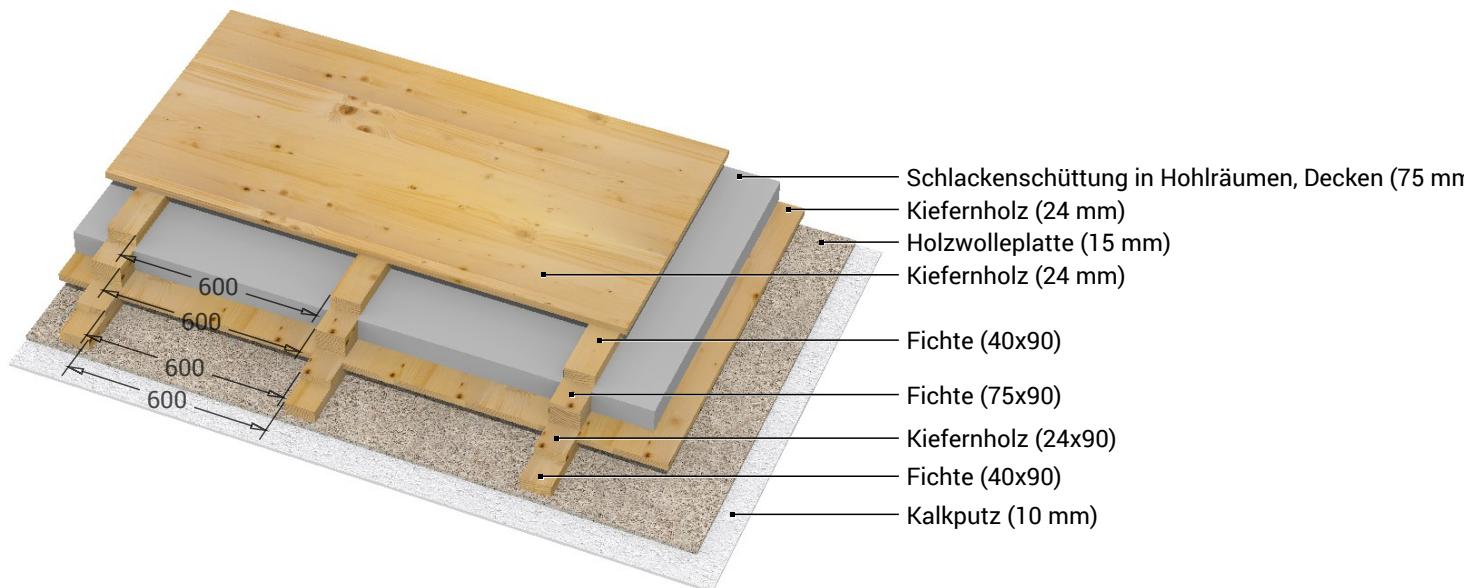


Feuchteschutz

Kein Tauwasser

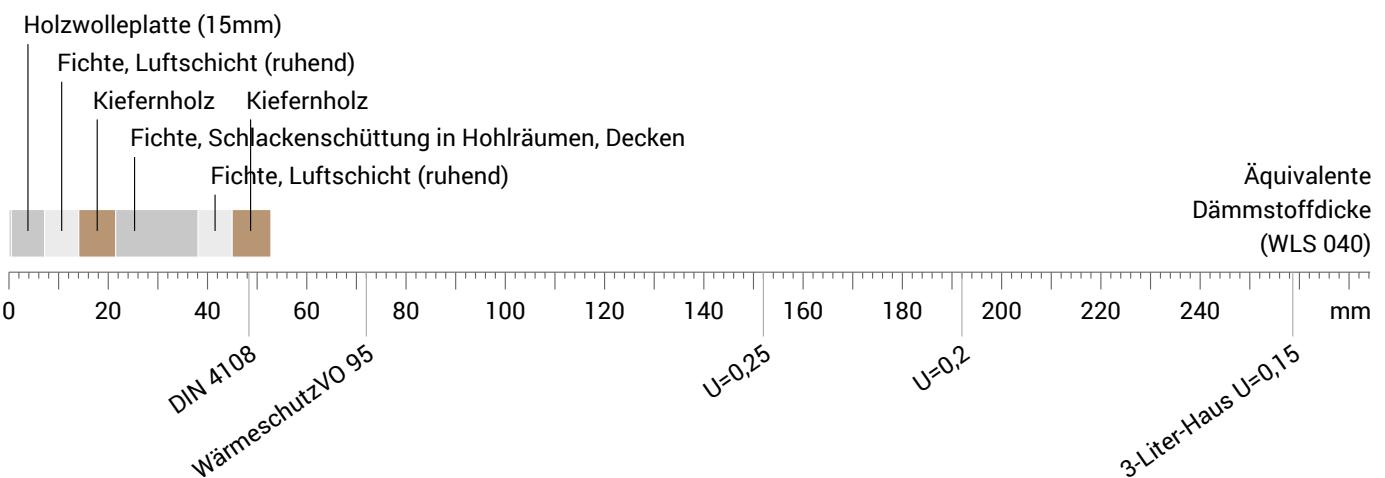
Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 6,7
Phasenverschiebung: 9,7 h
Wärmekapazität innen: 67 $\text{kJ}/\text{m}^2\text{K}$



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%

Raumluft 2: 20,0°C / 50%

Oberflächentemp.: 20,0°C / 20,0°C

Dicke: 22,8 cm

Gewicht: 109 kg/m^2

Wärmekapazität: 139 $\text{kJ}/\text{m}^2\text{K}$

GEG 2020/24 Bestand

BEG Einzelmaßn.

GEG 2023/24 Neubau

DIN 4108

H03 Decke DG, $U=0,66 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,100
1	Kalkputz	1,00	0,870	0,011
2	Holzwolleplatte (15mm)	1,50	0,090	0,167
3	Luftschicht (ruhend) Fichte (13%)	4,00	0,250	0,160
4	Kiefernholz Kiefernholz (13%)	2,40	0,130	0,185
5	Schlackenschüttung in Hohlräumen, Decken Fichte (13%)	7,50	0,190	0,395
6	Luftschicht (ruhend) Fichte (13%)	4,00	0,250	0,160
7	Kiefernholz	2,40	0,130	0,185
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,100

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung aufwärts

Rse: Wärmestromrichtung aufwärts, außen: Beheizter Raum

Wärmedurchlasswiderstände von ruhenden Luftschichten wurden wie folgt berechnet:

Schicht 3.1: Dicke 4 cm, Breite 60 cm, DIN EN ISO 6946 Tabelle 8, Wärmestromrichtung aufwärts

Schicht 6.1: Dicke 4 cm, Breite 60 cm, DIN EN ISO 6946 Tabelle 8, Wärmestromrichtung aufwärts

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{tot;upper} = 1,511 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$.

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{tot;lower} = 1,500 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$.

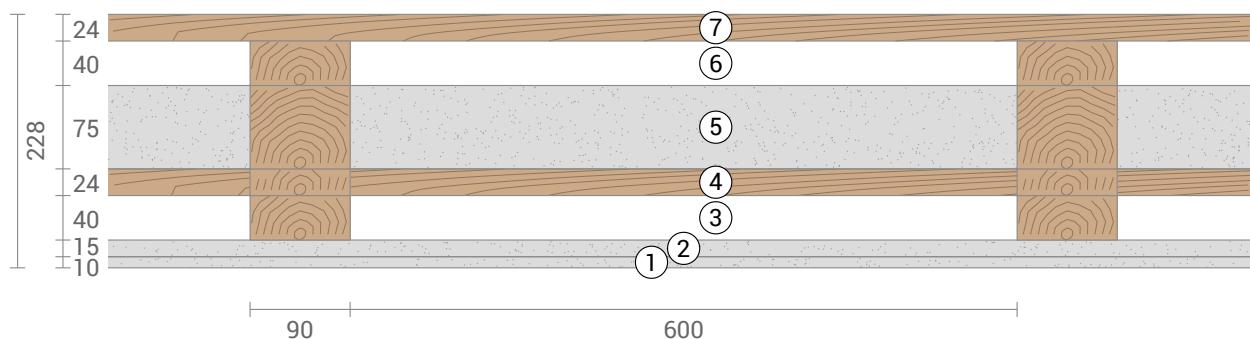
Prüfe Anwendbarkeit: $R_{tot;upper} / R_{tot;lower} = 1,007$ (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand $R_{tot} = (R_{tot;upper} + R_{tot;lower})/2 = 1,506 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

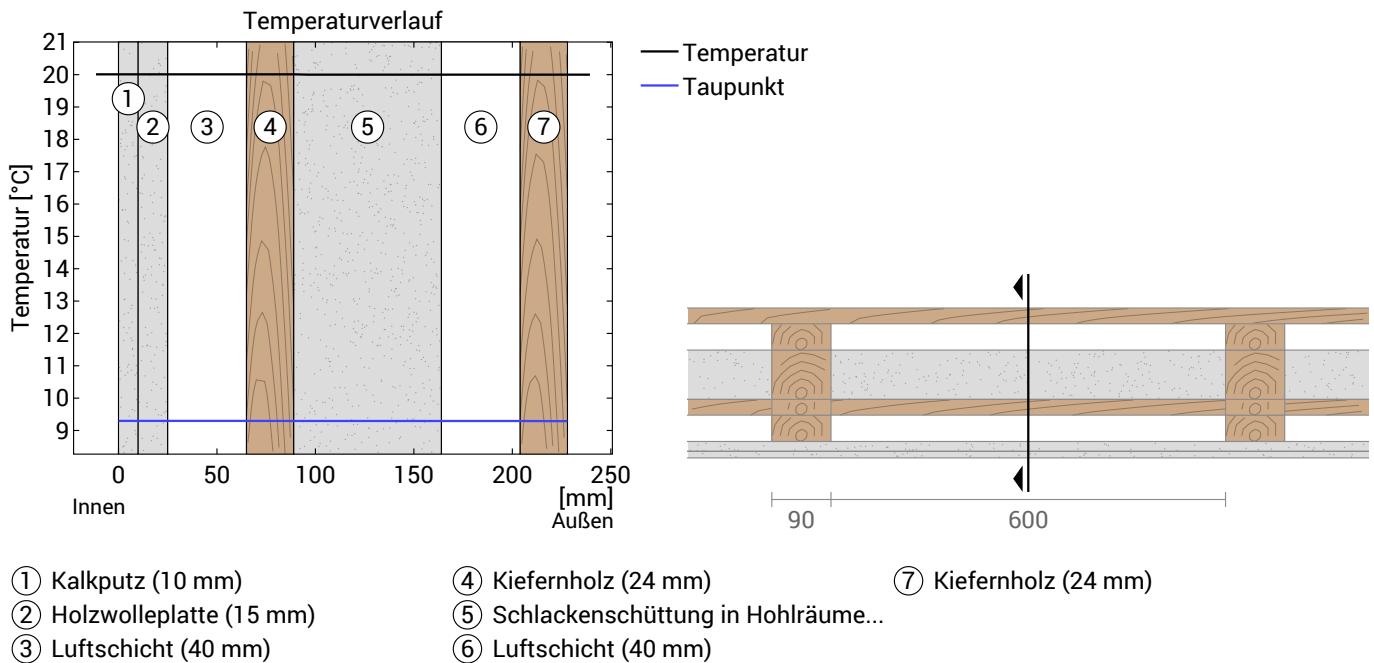
Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 0,34%

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1/R_{tot} = 0,66 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



H03 Decke DG, U=0,66 W/(m²K)

Temperaturverlauf



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	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatur [°C] min	Temperatur [°C] max	Gewicht [kg/m ²]
	Wärmeübergangswiderstand*		0,250	20,0	20,0	
1	1 cm Kalkputz	0,870	0,011	20,0	20,0	14,0
2	1,5 cm Holzwolleplatte (15mm)	0,090	0,167	20,0	20,0	8,6
3	4 cm Luftschicht (ruhend)	0,250	0,160	20,0	20,0	0,0
	4 cm Fichte (13%)	0,130	0,308	20,0	20,0	2,3
4	2,4 cm Kiefernholz	0,130	0,185	20,0	20,0	10,9
	2,4 cm Kiefernholz (13%)	0,130	0,185	20,0	20,0	1,6
5	7,5 cm Schlackenschüttung in Hohlräumen, Decken	0,190	0,395	20,0	20,0	52,2
	7,5 cm Fichte (13%)	0,130	0,577	20,0	20,0	4,4
6	4 cm Luftschicht (ruhend)	0,250	0,160	20,0	20,0	0,0
	4 cm Fichte (13%)	0,130	0,308	20,0	20,0	2,3
7	2,4 cm Kiefernholz	0,130	0,185	20,0	20,0	12,5
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	20,0	20,0	
	22,8 cm Gesamtes Bauteil		1,510			108,9

*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): 20,0°C 20,0°C 20,0°C
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): 20,0°C 20,0°C 20,0°C

H03 Decke DG, $U=0,66 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Feuchteschutz

Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt: innen: $20,01^\circ\text{C}$ und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit (Klima gemäß Benutzereingabe).

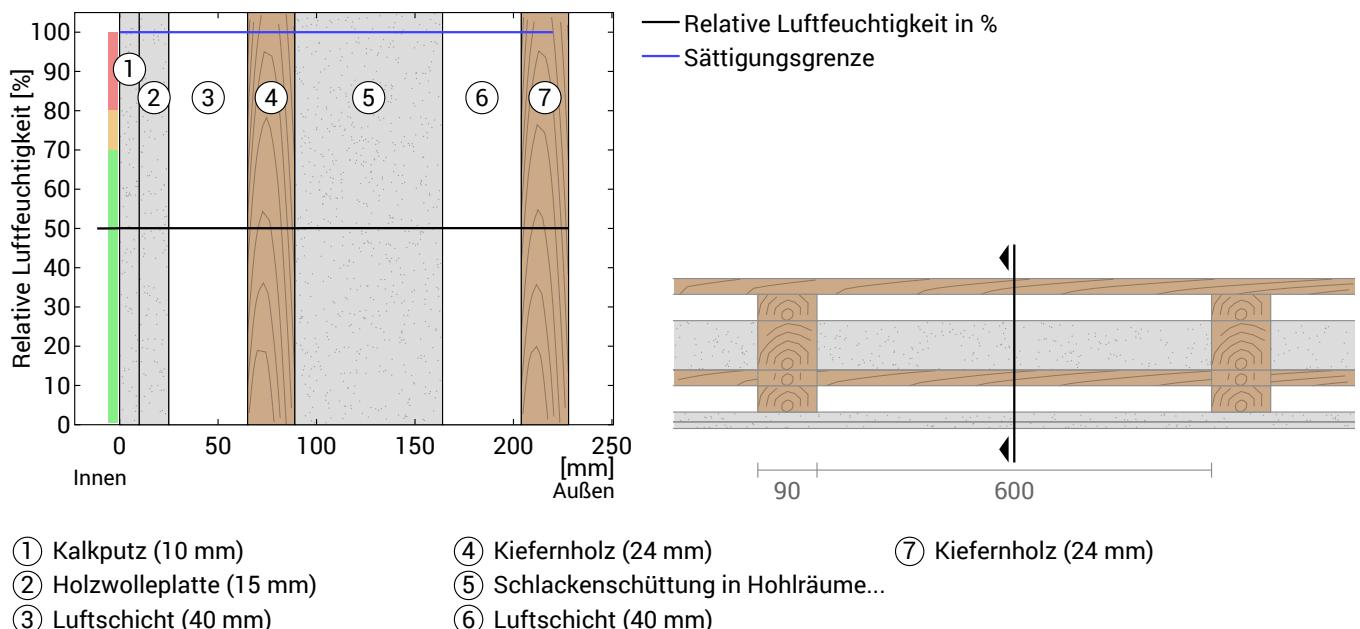
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m ²]	Gewicht [kg/m ²]
1	1 cm Kalkputz	0,10	-	14,0
2	1,5 cm Holzwolleplatte (15mm)	0,03	-	8,6
3	4 cm Luftsicht (ruhend)	0,01	-	0,0
	4 cm Fichte (13%)	0,80	-	2,3
4	2,4 cm Kiefernholz	0,48	-	10,9
	2,4 cm Kiefernholz (13%)	0,48	-	1,6
5	7,5 cm Schlackenschüttung in Hohlräumen, Decken	0,23	-	52,2
	7,5 cm Fichte (13%)	1,50	-	4,4
6	4 cm Luftsicht (ruhend)	0,01	-	0,0
	4 cm Fichte (13%)	2,00	-	2,3
7	2,4 cm Kiefernholz	1,20	-	12,5
	22,8 cm Gesamtes Bauteil	2,21	0	108,9

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt $20,0^\circ\text{C}$ was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 50% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.

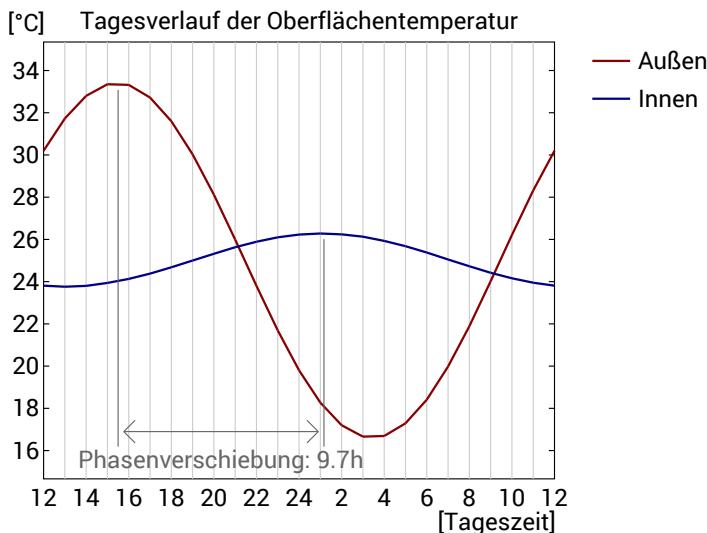
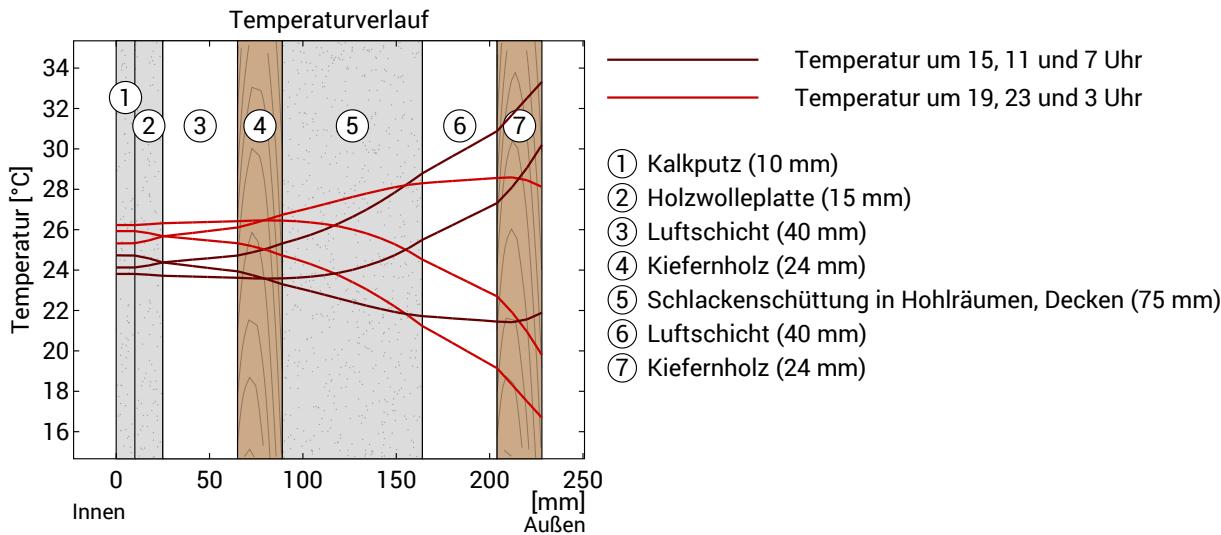


Hinweise: Berechnung mittels Ubakus 2D-FE Verfahren. Konvektion und die Kapillarität der Baustoffe wurden nicht berücksichtigt. Die Trocknungsdauer kann unter ungünstigen Bedingungen (Beschattung, feuchte/kühle Sommer) länger dauern als hier berechnet.

H03 Decke DG, $U=0,66 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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 äußereren (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 Nachhälfte auftreten.

Phasenverschiebung*	9,7 h	Wärmespeicherfähigkeit (gesamtes Bauteil):	139 kJ/m ² K
Amplitudendämpfung**	6,7	Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten:	67 kJ/m ² K
TAV***	0,150		

* 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.

H03 Decke EG

Decke
erstellt am 15.6.2025

Wärmeschutz

$U = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Beidseitig beheizt: Keine Anforderung*

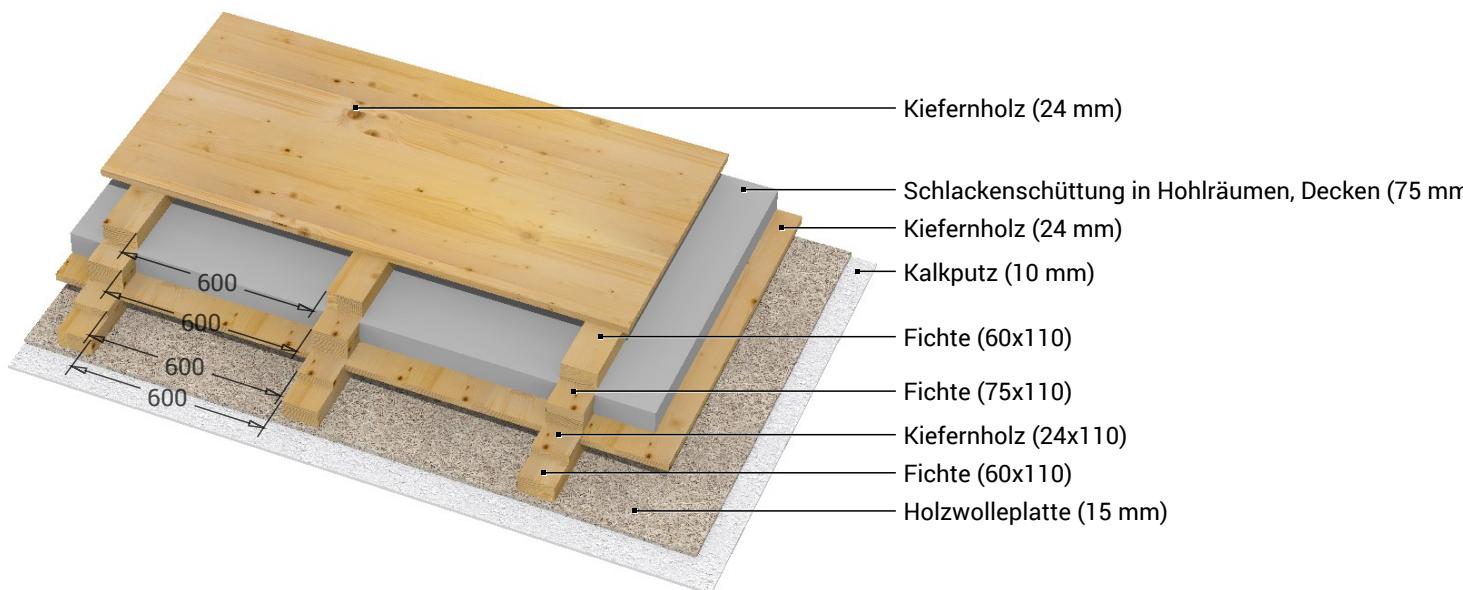


Feuchteschutz

Kein Tauwasser

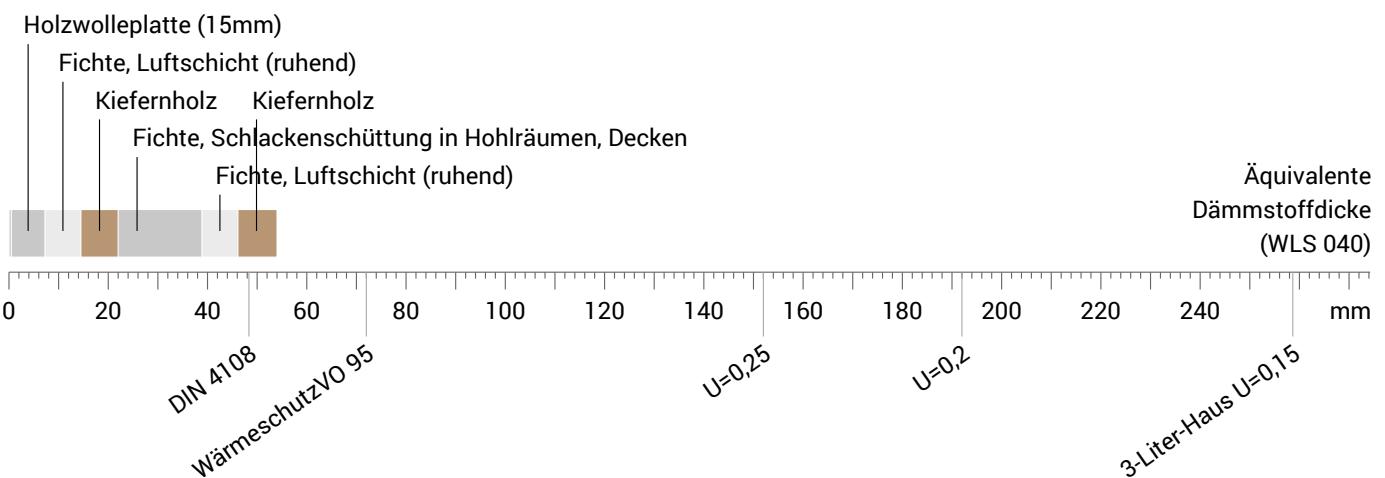
Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 6,7
Phasenverschiebung: 9,7 h
Wärmekapazität innen: 70 kJ/m²K



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%

Raumluft 2: 20,0°C / 50%

Oberflächentemp.: 20,0°C / 20,0°C

Dicke: 26,8 cm

Gewicht: 112 kg/m²

Wärmekapazität: 144 kJ/m²K

GEG 2020/24 Bestand

BEG Einzelmaßn.

GEG 2023/24 Neubau

DIN 4108

H03 Decke EG, $U=0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,100
1	Kalkputz	1,00	0,870	0,011
2	Holzwolleplatte (15mm)	1,50	0,090	0,167
3	Luftschicht (ruhend) Fichte (15%)	6,00	0,375	0,160
4	Kiefernholz Kiefernholz (15%)	2,40	0,130	0,185
5	Schlackenschüttung in Hohlräumen, Decken Fichte (15%)	7,50	0,190	0,395
6	Luftschicht (ruhend) Fichte (15%)	6,00	0,375	0,160
7	Kiefernholz	2,40	0,130	0,185
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,100

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung aufwärts

Rse: Wärmestromrichtung aufwärts, außen: Beheizter Raum

Wärmedurchlasswiderstände von ruhenden Luftschichten wurden wie folgt berechnet:

Schicht 3.1: Dicke 6 cm, Breite 60 cm, DIN EN ISO 6946 Tabelle 8, Wärmestromrichtung aufwärts

Schicht 6.1: Dicke 6 cm, Breite 60 cm, DIN EN ISO 6946 Tabelle 8, Wärmestromrichtung aufwärts

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{tot;upper} = 1,546 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$.

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{tot;lower} = 1,518 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$.

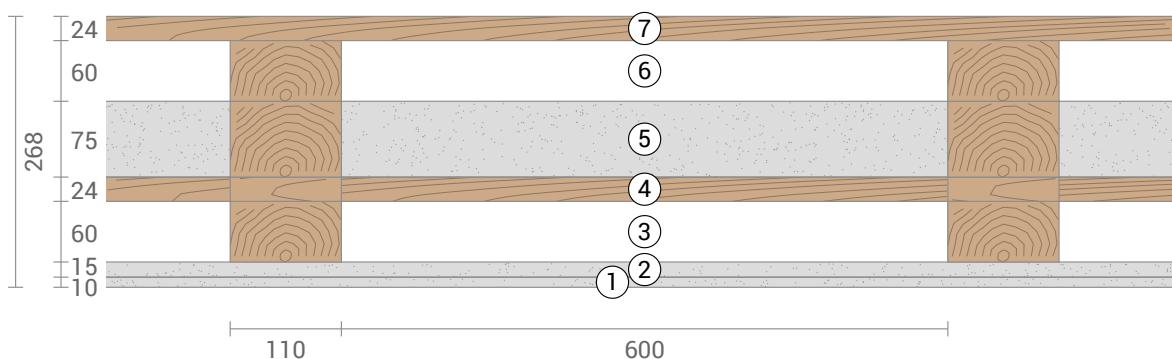
Prüfe Anwendbarkeit: $R_{tot;upper} / R_{tot;lower} = 1,018$ (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand $R_{tot} = (R_{tot;upper} + R_{tot;lower})/2 = 1,532 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

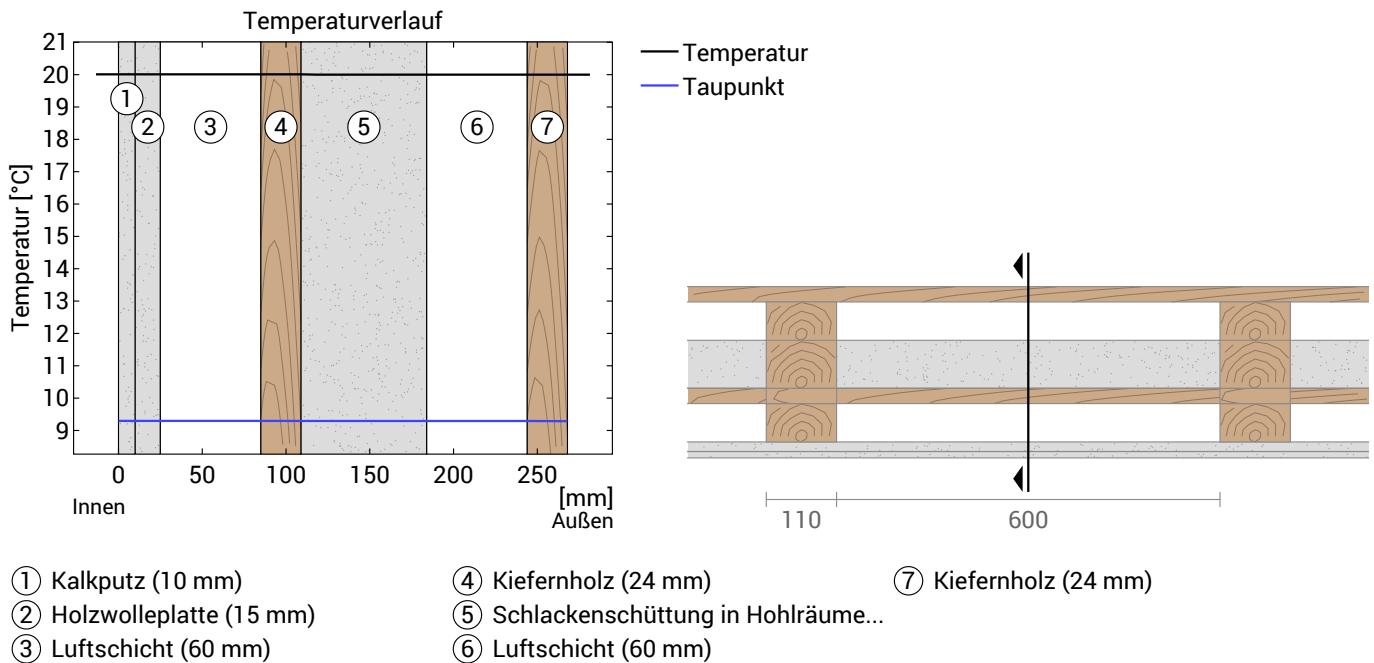
Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 0,89%

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1/R_{tot} = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



H03 Decke EG, U=0,65 W/(m²K)

Temperaturverlauf



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 Berührungsstellen Tauwasser aus.

Rechts: Maßstäbliche Zeichnung des Bauteils.

Schichten (von innen nach außen)

#	Material	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatur [°C] min	Temperatur [°C] max	Gewicht [kg/m ²]
	Wärmeübergangswiderstand*		0,250	20,0	20,0	
1	1 cm Kalkputz	0,870	0,011	20,0	20,0	14,0
2	1,5 cm Holzwolleplatte (15mm)	0,090	0,167	20,0	20,0	8,6
3	6 cm Luftschicht (ruhend)	0,375	0,160	20,0	20,0	0,1
	6 cm Fichte (15%)	0,130	0,462	20,0	20,0	4,2
4	2,4 cm Kiefernholz	0,130	0,185	20,0	20,0	10,5
	2,4 cm Kiefernholz (15%)	0,130	0,185	20,0	20,0	1,9
5	7,5 cm Schlackenschüttung in Hohlräumen, Decken	0,190	0,395	20,0	20,0	50,7
	7,5 cm Fichte (15%)	0,130	0,577	20,0	20,0	5,2
6	6 cm Luftschicht (ruhend)	0,375	0,160	20,0	20,0	0,1
	6 cm Fichte (15%)	0,130	0,462	20,0	20,0	4,2
7	2,4 cm Kiefernholz	0,130	0,185	20,0	20,0	12,5
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	20,0	20,0	
	26,8 cm Gesamtes Bauteil		1,541			111,9

*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): 20,0°C 20,0°C 20,0°C
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): 20,0°C 20,0°C 20,0°C

H03 Decke EG, $U=0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Feuchteschutz

Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt: innen: $20,01^\circ\text{C}$ und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit (Klima gemäß Benutzereingabe).

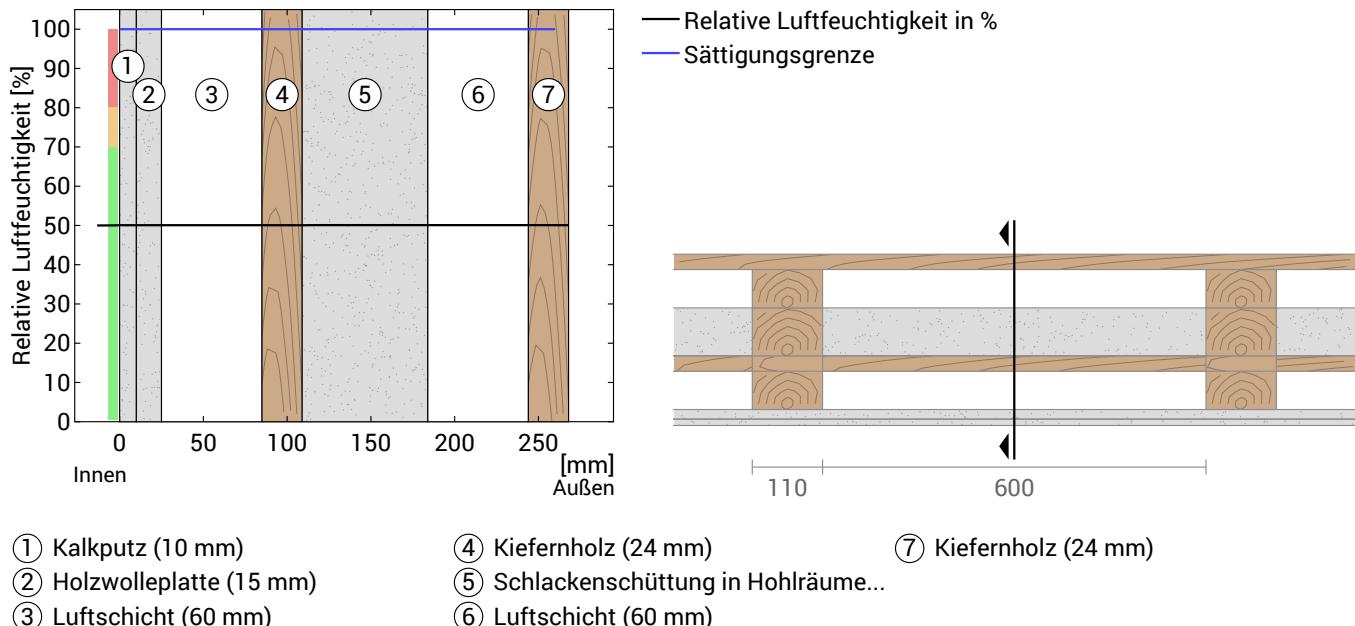
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m ²]	Gewicht [kg/m ²]
1	1 cm Kalkputz	0,10	-	14,0
2	1,5 cm Holzwolleplatte (15mm)	0,03	-	8,6
3	6 cm Luftsicht (ruhend)	0,01	-	0,1
	6 cm Fichte (15%)	1,20	-	4,2
4	2,4 cm Kiefernholz	0,48	-	10,5
	2,4 cm Kiefernholz (15%)	0,48	-	1,9
5	7,5 cm Schlackenschüttung in Hohlräumen, Decken	0,23	-	50,7
	7,5 cm Fichte (15%)	1,50	-	5,2
6	6 cm Luftsicht (ruhend)	0,01	-	0,1
	6 cm Fichte (15%)	3,00	-	4,2
7	2,4 cm Kiefernholz	1,20	-	12,5
	26,8 cm Gesamtes Bauteil	2,26	0	111,9

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt $20,0^\circ\text{C}$ was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 50% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.

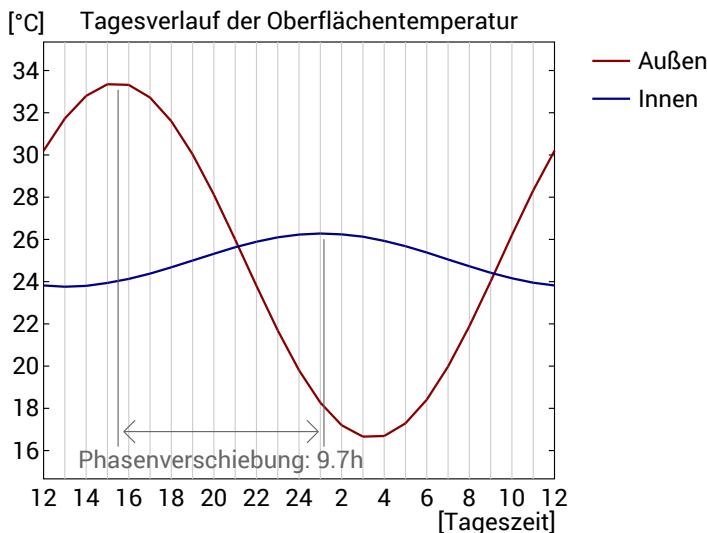
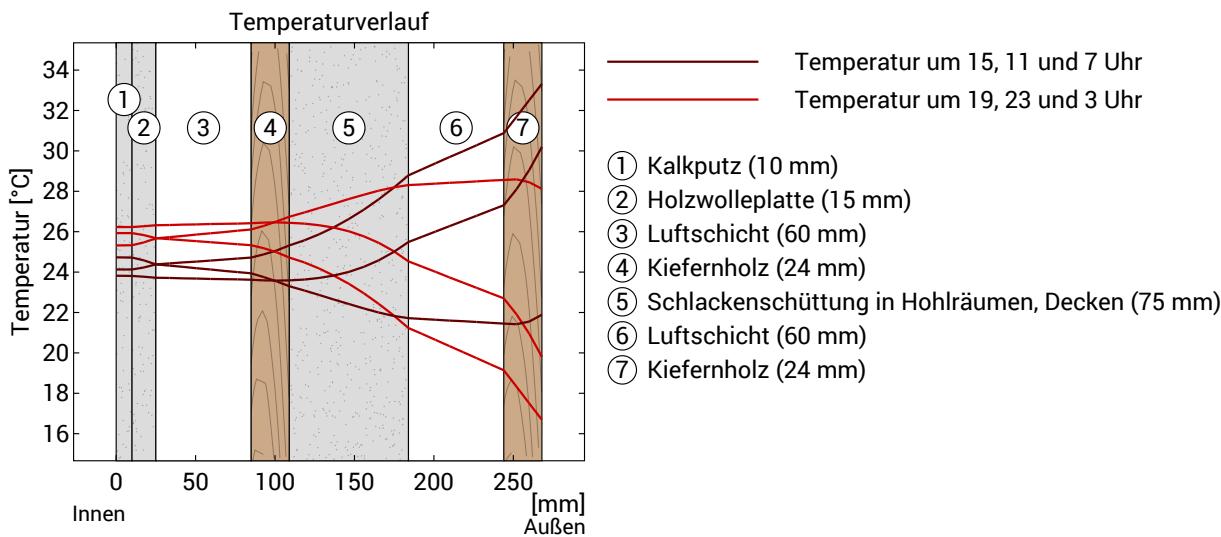


Hinweise: Berechnung mittels Ubakus 2D-FE Verfahren. Konvektion und die Kapillarität der Baustoffe wurden nicht berücksichtigt. Die Trocknungsdauer kann unter ungünstigen Bedingungen (Beschattung, feuchte/kühle Sommer) länger dauern als hier berechnet.

H03 Decke EG, $U=0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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 äußereren (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 Nachhälfte auftreten.

Phasenverschiebung*	9,7 h	Wärmespeicherfähigkeit (gesamtes Bauteil):	144 $\text{kJ}/\text{m}^2\text{K}$
Amplitudendämpfung**	6,7	Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten:	70 $\text{kJ}/\text{m}^2\text{K}$
TAV***	0,150		

* 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.

H03 Kellerdecke

Kellerdecke
erstellt am 15.6.2025

Wärmeschutz

U = 2,40 W/(m²K)

GEG 2020/24 Bestand*: U<0,3 W/(m²K)

sehr gut

Feuchteschutz

Oberflächentemperatur innen zu niedrig!
Trocknet 8 Tage

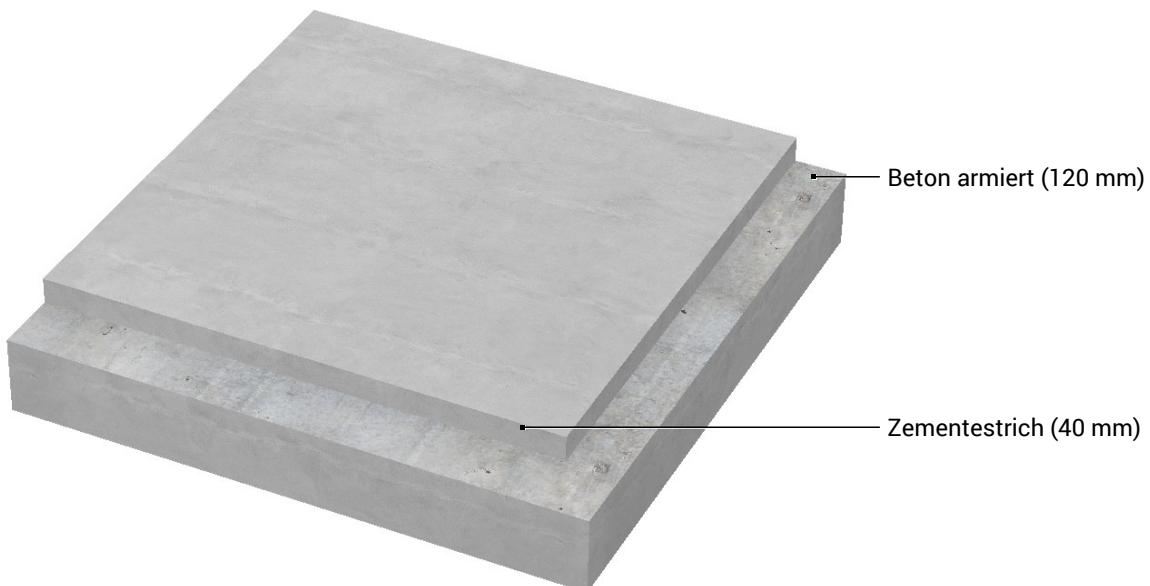
mangelhaft sehr gut

Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 1,2
Phasenverschiebung: 2,8 h
Wärmekapazität innen: 68 kJ/m²K

mangelhaft sehr gut

sehr gut mangelhaft



Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

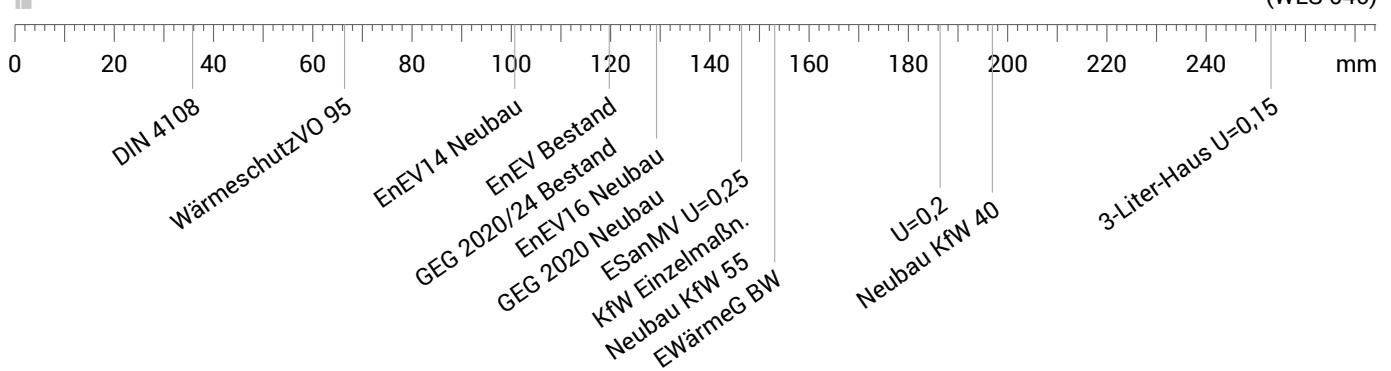
Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit 0,040 W/mK.

Zementestrich

Beton armiert (2%)



Äquivalente
Dämmstoffdicke
(WLS 040)



Raumluft: 20,0°C / 50%

Unbeheizter Raum: -5,0°C / 80%

Oberflächentemp.: 3,0°C / -2,3°C

GEG 2020/24 Bestand

BEG Einzelmaßn.

sd-Wert: 16,2 m

GEG 2023/24 Neubau

Dicke: 16,0 cm

Gewicht: 368 kg/m²

Wärmekapazität: 333 kJ/m²K

DIN 4108

H03 Kellerdecke, $U=2,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,170
1	Zementestrich	4,00	1,400	0,029
2	Beton armiert (2%)	12,00	2,500	0,048
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,170

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

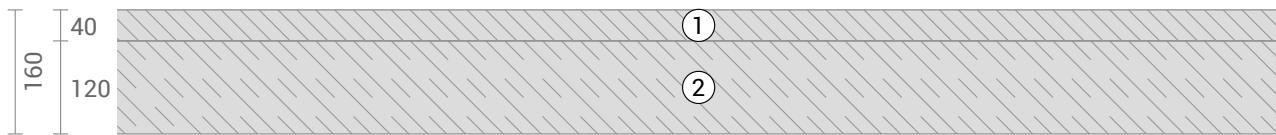
Rsi: Wärmestromrichtung abwärts

Rse: Wärmestromrichtung abwärts, außen: Nicht beheizter Raum

Wärmedurchgangswiderstand $R_{\text{tot}} = 0,4166 \text{ m}^2\text{K/W}$

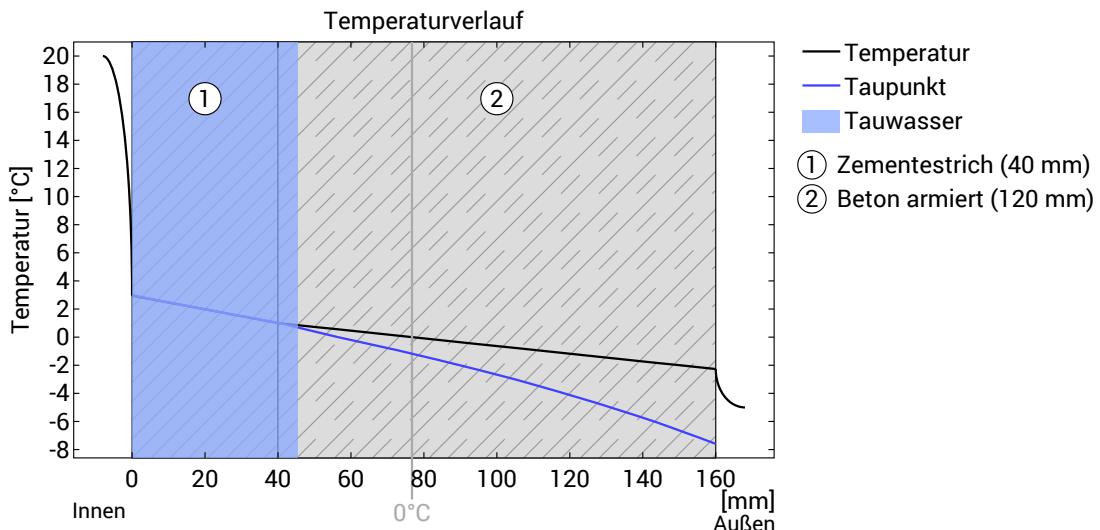
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1/R_{\text{tot}} = 2,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Berechnet wurde der konstruktive U-Wert. Wärmeverluste über Erdreich oder Keller wurden nicht berücksichtigt weil die dazu notwendigen Angaben fehlen.



H03 Kellerdecke, U=2,40 W/(m²K)

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 Berührungsstellen Tauwasser aus.

Schichten (von innen nach außen)

#	Material	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatur [°C] min	Temperatur [°C] max	Gewicht [kg/m ²]
	Wärmeübergangswiderstand*		0,250	3,0	20,0	
1	4 cm Zementestrich	1,400	0,029	1,0	3,0	80,0
2	12 cm Beton armiert (2%)	2,500	0,048	-2,3	1,0	288,0
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-5,0	-2,3	
	16 cm Gesamtes Bauteil		0,417			368,0

*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): 3,0°C 3,0°C 3,0°C
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -2,3°C -2,3°C -2,3°C

H03 Kellerdecke, $U=2,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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.

Auf der Innenseite dieses Bauteils wird Luftfeuchtigkeit kondensieren weil die Oberflächentemperatur ($3,0^\circ\text{C}$) unter der Taupunkttemperatur ($9,3^\circ\text{C}$) 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/m ²]	Gewicht [kg/m ²]
1	4 cm Zementestrich	0,60	0,24	80,0
2	12 cm Beton armiert (2%)	15,60	0,21	288,0
	16 cm Gesamtes Bauteil	16,20	0,24	368,0

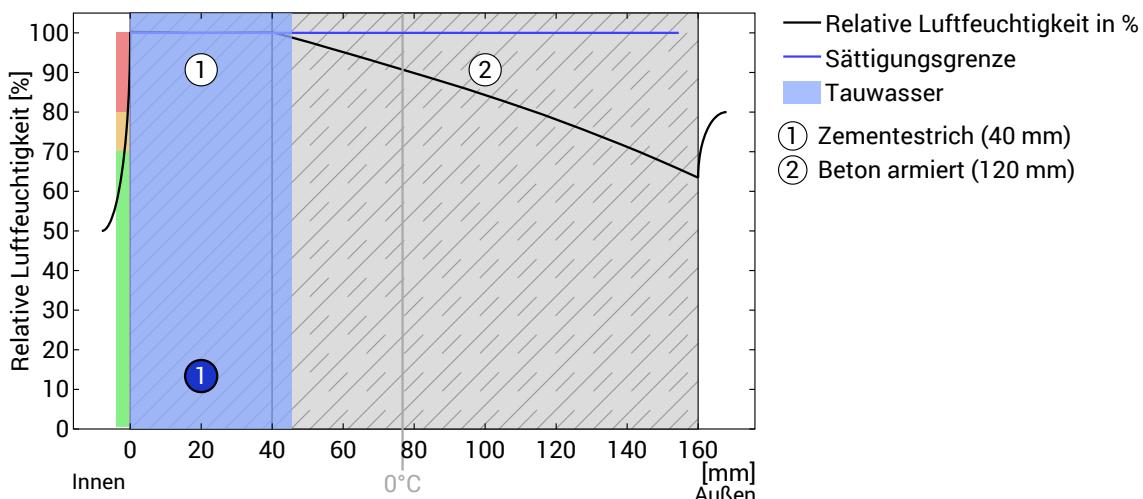
Tauwasserebenen

- 1 Tauwasser: Betroffene Schichten: Zementestrich, Beton armiert (2%)

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt $3,0^\circ\text{C}$ 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.

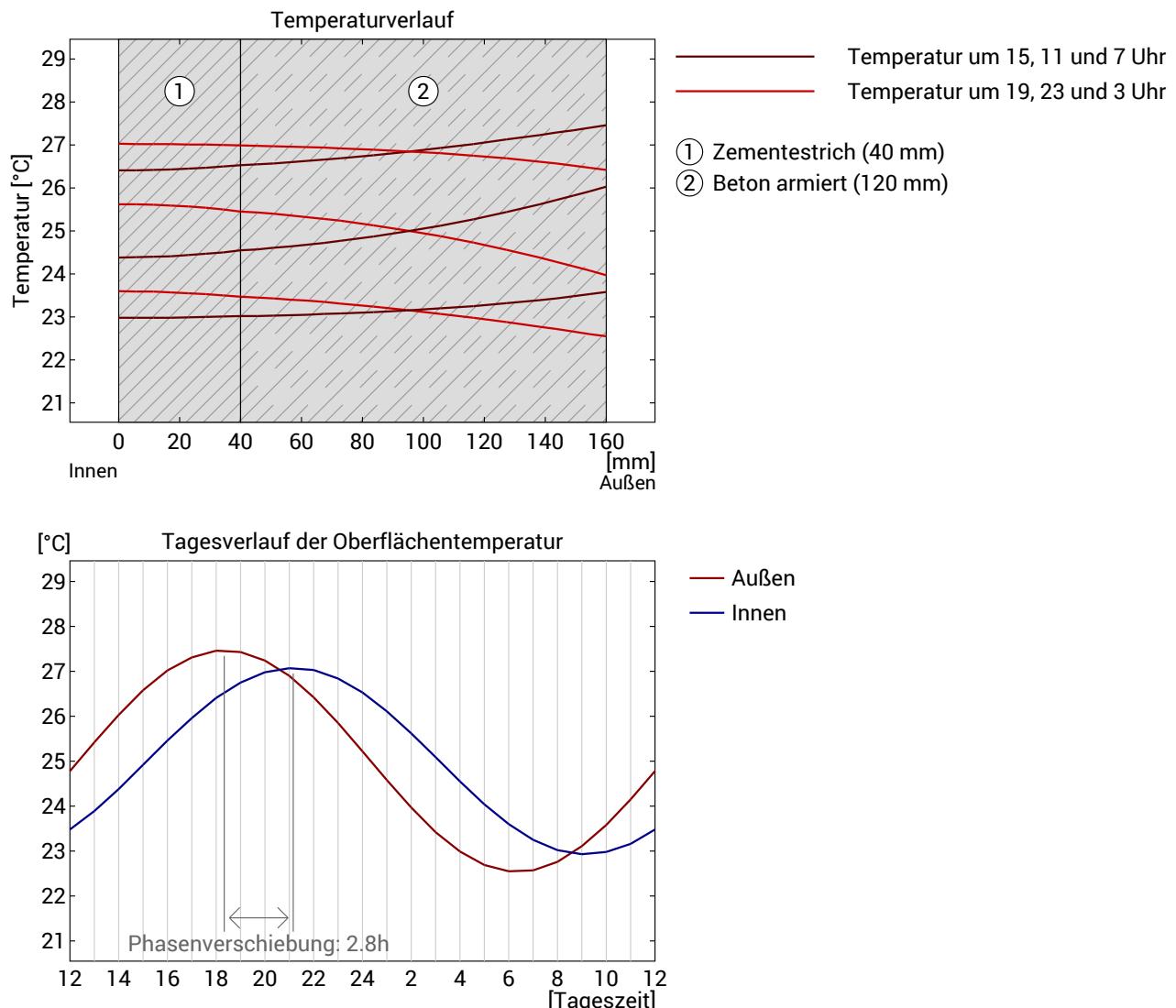


Hinweise: Berechnung mittels Ubakus 2D-FE Verfahren. Konvektion und die Kapillarität der Baustoffe wurden nicht berücksichtigt. Die Trocknungsdauer kann unter ungünstigen Bedingungen (Beschattung, feuchte/kühle Sommer) länger dauern als hier berechnet.

H03 Kellerdecke, $U=2,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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 äußereren (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 Nachhälfte auftreten.

Phasenverschiebung*	2,8 h	Wärmespeicherfähigkeit (gesamtes Bauteil):	333 kJ/m ² K
Amplitudendämpfung**	1,2	Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten:	68 kJ/m ² K
TAV***	0,841		

* 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.

H03 Kellerboden Anbau

Fußboden
erstellt am 15.6.2025

Wärmeschutz

$U = 1,26 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

GEG 2020/24 Bestand*: $U < 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

sehr gut

Feuchteschutz

Trocknet 67 Tage
Tauwasser: 30 g/m²

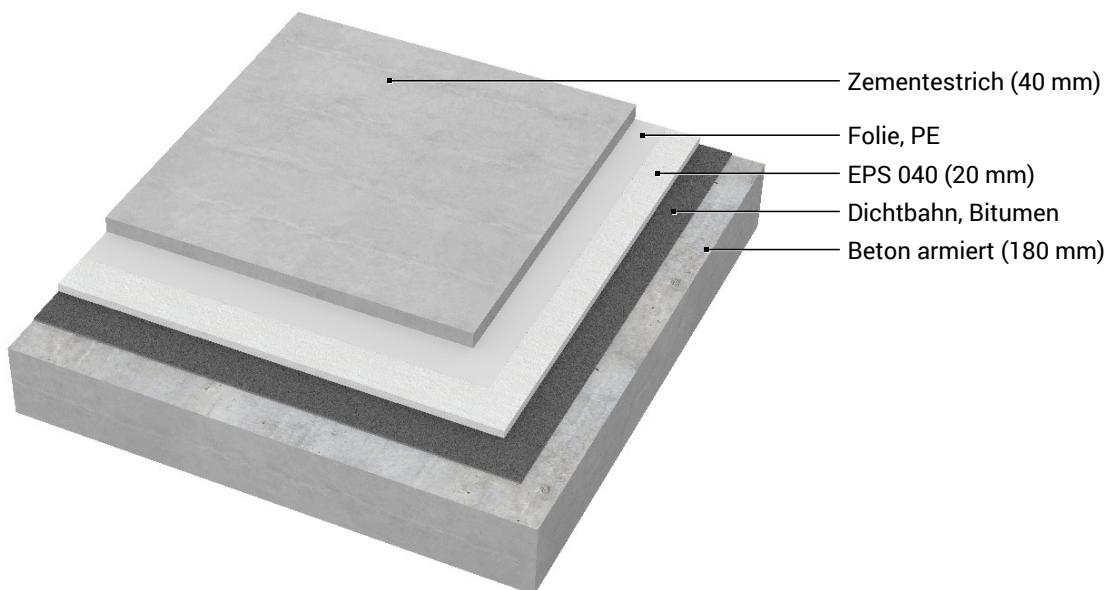
mangelhaft sehr gut

Hitzeschutz

Bauteil grenzt an Erdreich:
TAV und Phase nicht relevant.
Wärmekapazität innen: 91 kJ/m²K

mangelhaft sehr gut

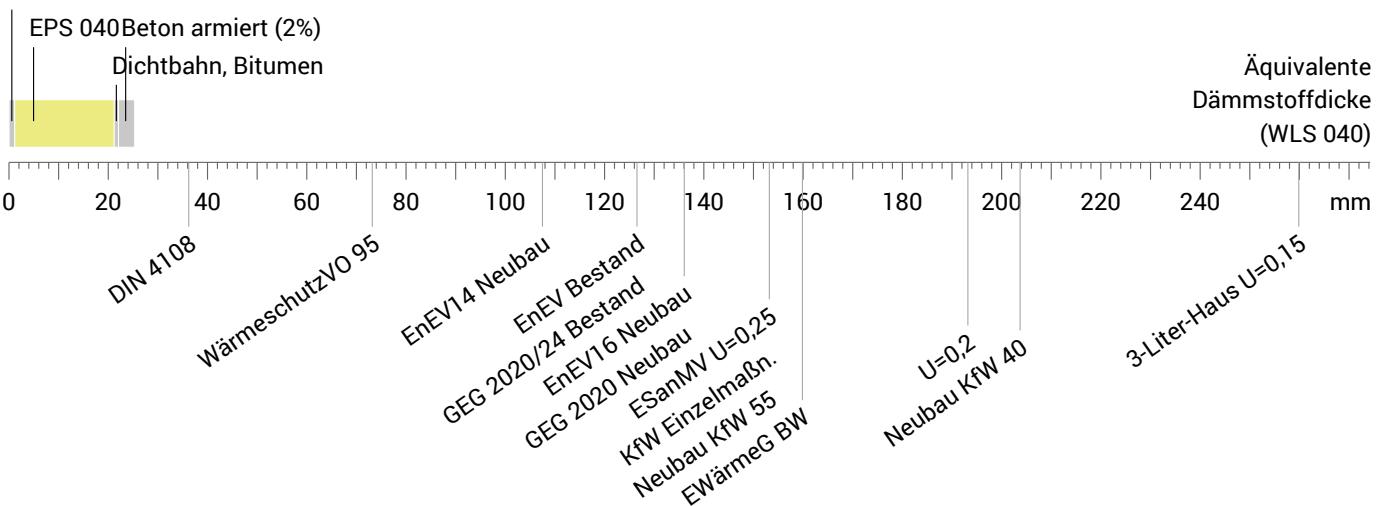
mangelhaft



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.

Zementestrich



Raumluft: 20,0°C / 50%

Erdreich: 0,0°C / 100%

Oberflächentemp.: 14,5°C / 0,9°C

GEG 2020/24 Bestand

BEG Einzelmaßn.

GEG 2023/24 Neubau

Dicke: 24,5 cm

Gewicht: 518 kg/m²

Wärmekapazität: 467 kJ/m²K

DIN 4108

H03 Kellerboden Anbau, $U=1,26 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

U-Wert-Berechnung

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,170
1	Zementestrich	4,00	1,400	0,029
2	Folie, PE	0,02	0,400	0,001
3	EPS 040	2,00	0,040	0,500
4	Dichtbahn, Bitumen	0,50	0,230	0,022
5	Beton armiert (2%)	18,00	2,500	0,072
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,000

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung abwärts

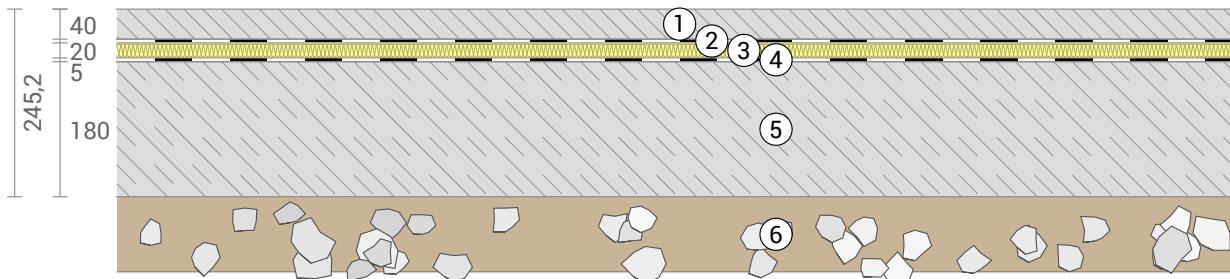
Rse: Wärmestromrichtung abwärts, außen: Erdreich

Wärmedurchgangswiderstand $R_{tot} = 0,7938 \text{ m}^2\text{K/W}$

DIN 6946 darf nicht angewendet werden weil das Bauteil an Erdreich grenzt. Für das alternative Verfahren aus DIN V 4108-6 Anhang E fehlen jedoch die benötigten Angaben zu Größe und Lage dieses Bauteils.

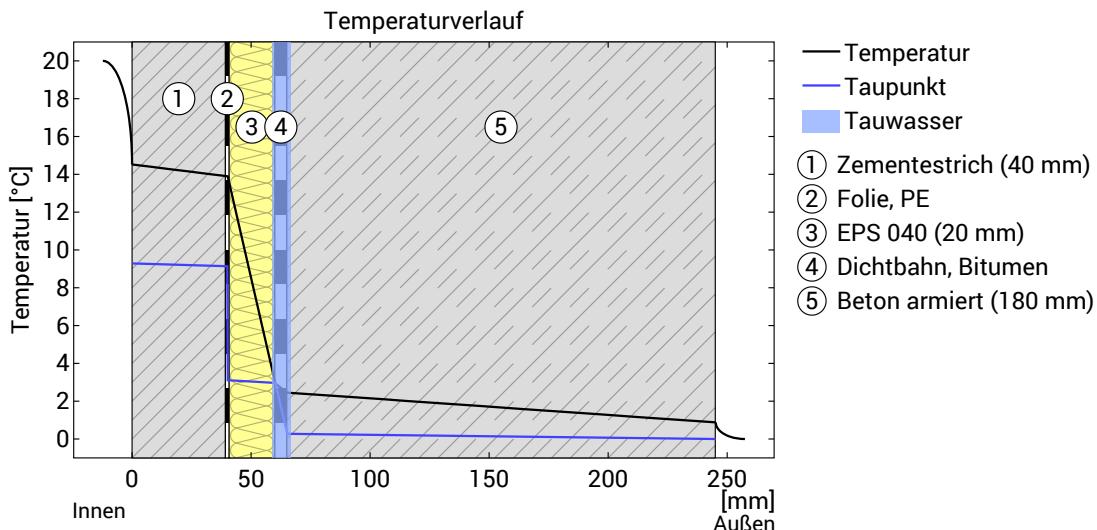
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1/R_{tot} = 1,26 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Berechnet wurde der konstruktive U-Wert. Wärmeverluste über Erdreich oder Keller wurden nicht berücksichtigt weil die dazu notwendigen Angaben fehlen.



H03 Kellerboden Anbau, $U=1,26 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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 Berührungsstellen Tauwasser aus.

Schichten (von innen nach außen)

#	Material	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatur [°C] min	Temperatur [°C] max	Gewicht [kg/m ²]
	Wärmeübergangswiderstand*		0,250	14,5	20,0	
1	4 cm Zementestrich	1,400	0,029	13,9	14,5	80,0
2	0,02 cm Folie, PE	0,400	0,001	13,9	13,9	0,2
3	2 cm EPS 040	0,040	0,500	2,9	13,9	0,6
4	0,5 cm Dichtbahn, Bitumen	0,230	0,022	2,5	2,9	5,5
5	18 cm Beton armiert (2%)	2,500	0,072	0,9	2,5	432,0
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	0,0	0,9	
6	Erdreich			0,0	0,0	41,7
	24,52 cm Gesamtes Bauteil		0,794			518,3

*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): 14,5°C 14,5°C 14,5°C
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): 0,9°C 0,9°C 0,9°C

H03 Kellerboden Anbau, $U=1,26 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Feuchteschutz

Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt: innen: 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: 0°C und 100% Luftfeuchtigkeit (Klima gemäß Benutzereingabe).

Unter diesen Bedingungen fallen insgesamt 0,030 kg Tauwasser pro Quadratmeter an. Diese Menge trocknet im Sommer innerhalb von 67 Tagen ab (Verdunstungsperiode gemäß DIN 4108-3:2018-10).

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m ²]	Gewicht [kg/m ²]
1	4 cm Zementestrich	0,60	-	80,0
2	0,02 cm Folie, PE	20,00	-	0,2
3	2 cm EPS 040	0,40	0,030	0,6
4	0,5 cm Dichtbahn, Bitumen	250,00	-	5,5
5	18 cm Beton armiert (2%)	23,40	-	432,0
	24,52 cm Gesamtes Bauteil	294,40	0,030	518,3

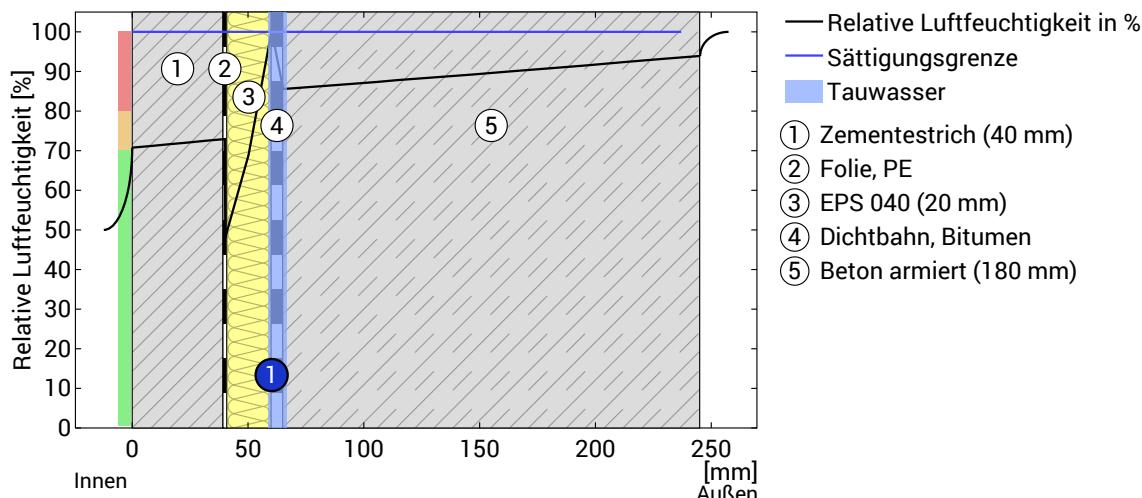
Tauwasserebenen

1 Tauwasser: 0,03 kg/m² Betroffene Schichten: Dichtbahn, Bitumen, EPS 040

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt $14,5^\circ\text{C}$ was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 71% führt. Manche Arten von Bauschimmel gedeihen ab einer Luftfeuchtigkeit von 70%, Schimmelbildung kann nicht ausgeschlossen werden. Um Schimmelbildung zu vermeiden, sollte die Oberflächentemperatur durch (zusätzliche) Dämmung erhöht werden.

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.

H03 Innentüre

Außenwand
erstellt am 15.6.2025

Wärmeschutz

$U = 2,76 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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

sehr gut

mangelhaft sehr gut

Feuchteschutz

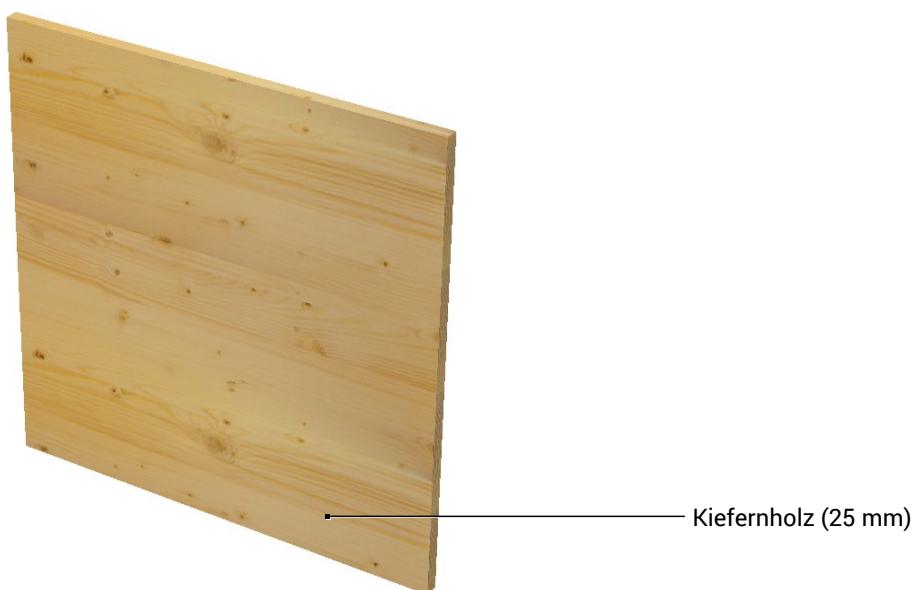
Oberflächentemperatur innen zu niedrig!

Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 1,0
Phasenverschiebung: 0,6 h
Wärmekapazität innen: $6,2 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$

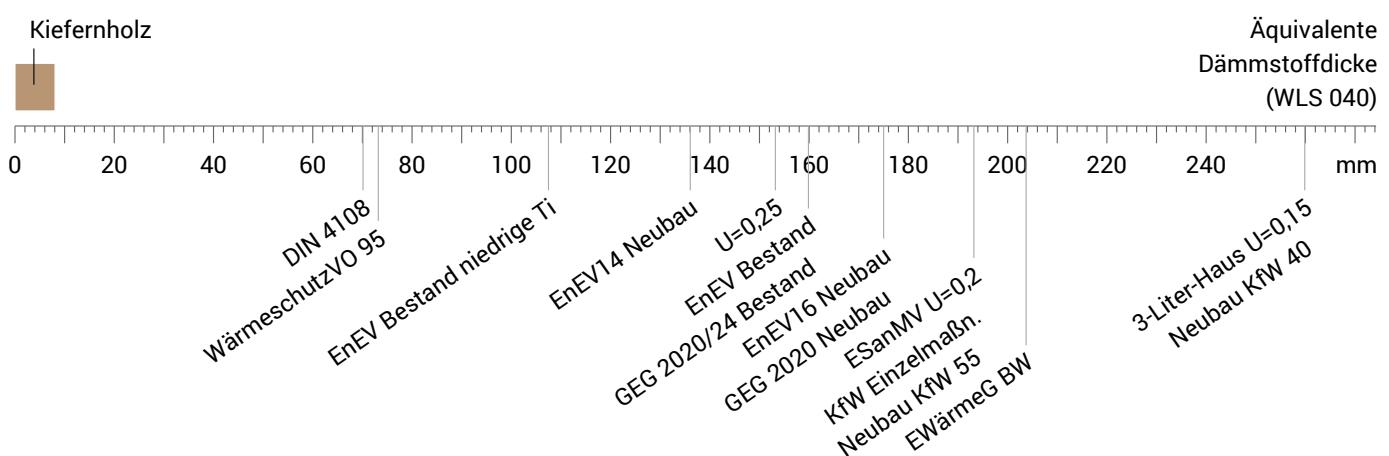
mangelhaft sehr gut

mangelhaft



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 $0,040 \text{ W}/\text{mK}$.



Raumluft: $20,0^\circ\text{C} / 50\%$

Außenluft: $-5,0^\circ\text{C} / 80\%$

Oberflächentemp.: $7,0^\circ\text{C} / -2,9^\circ\text{C}$

GEG 2020/24 Bestand

BEG Einzelmaßn.

GEG 2023/24 Neubau

Dicke: $2,5 \text{ cm}$

Gewicht: $13 \text{ kg}/\text{m}^2$

Wärmekapazität: $21 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$

DIN 4108

H03 Innentüre, $U=2,76 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,130
1	Kiefernholz	2,50	0,130	0,192
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,040

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung horizontal

Rse: Wärmestromrichtung horizontal, außen: Direkter Übergang zur Außenluft

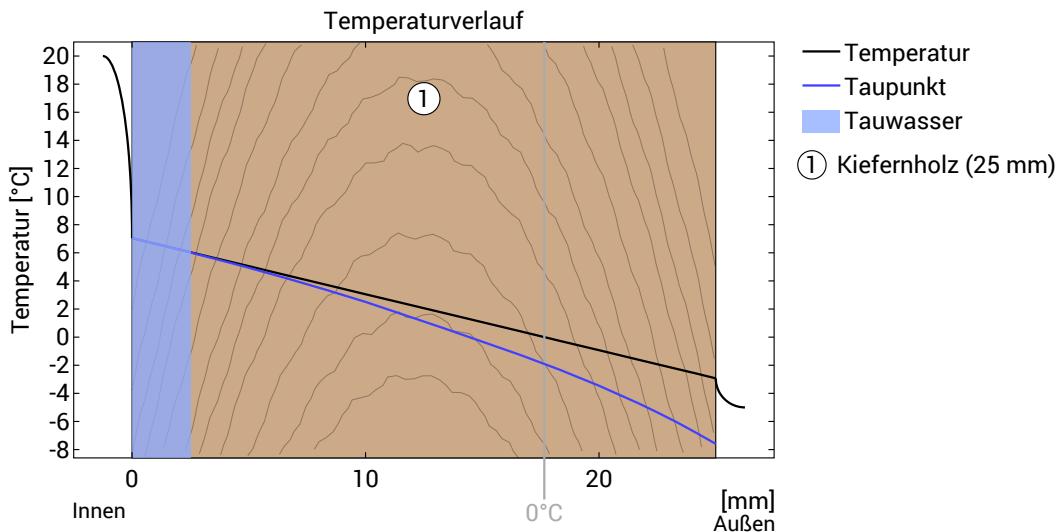
Wärmedurchgangswiderstand $R_{\text{tot}} = 0,3623 \text{ m}^2\text{K/W}$

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1/R_{\text{tot}} = 2,76 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



H03 Innentüre, $U=2,76 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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 Berührungs punkten Tauwasser aus.

Schichten (von innen nach außen)

#	Material	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatur [°C] min	Temperatur [°C] max	Gewicht [kg/m ²]
	Wärmeübergangswiderstand*		0,250	7,0	20,0	
1	2,5 cm Kiefernholz	0,130	0,192	-2,9	7,0	13,0
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-5,0	-2,9	
	2,5 cm Gesamtes Bauteil		0,362			13,0

*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): 7,0°C 7,0°C 7,0°C
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -2,9°C -2,9°C -2,9°C

H03 Innentüre, $U=2,76 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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.

Auf der Innenseite dieses Bauteils wird Luftfeuchtigkeit kondensieren weil die Oberflächentemperatur ($7,0^\circ\text{C}$) unter der Taupunkttemperatur ($9,3^\circ\text{C}$) 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/m ²]	Gewicht [kg/m ²]
1	2,5 cm Kiefernholz	1,25	-	13,0
	2,5 cm Gesamtes Bauteil	1,25	0	13,0

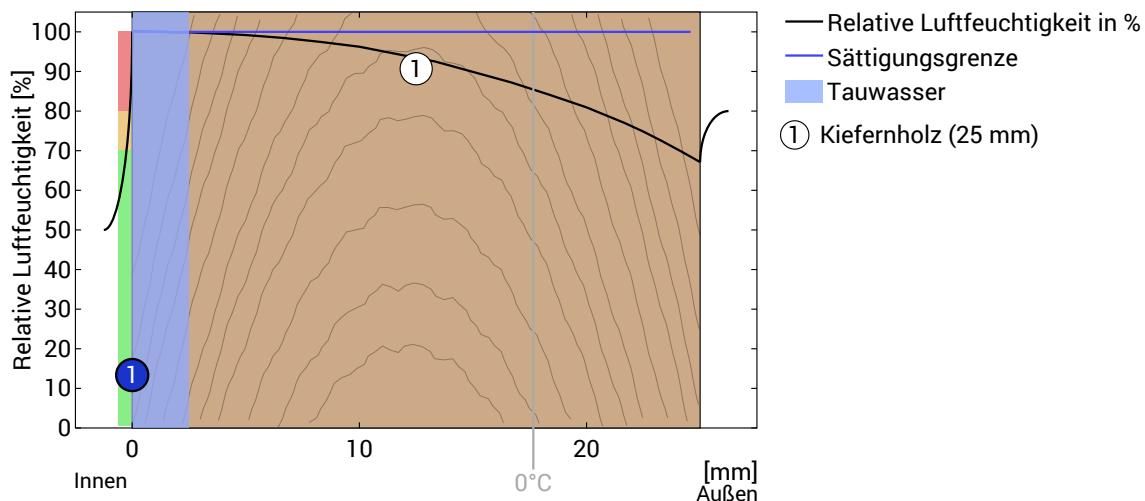
Tauwasserebenen

- 1 Tauwasser: Betroffene Schichten: Kiefernholz

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt $7,0^\circ\text{C}$ 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.

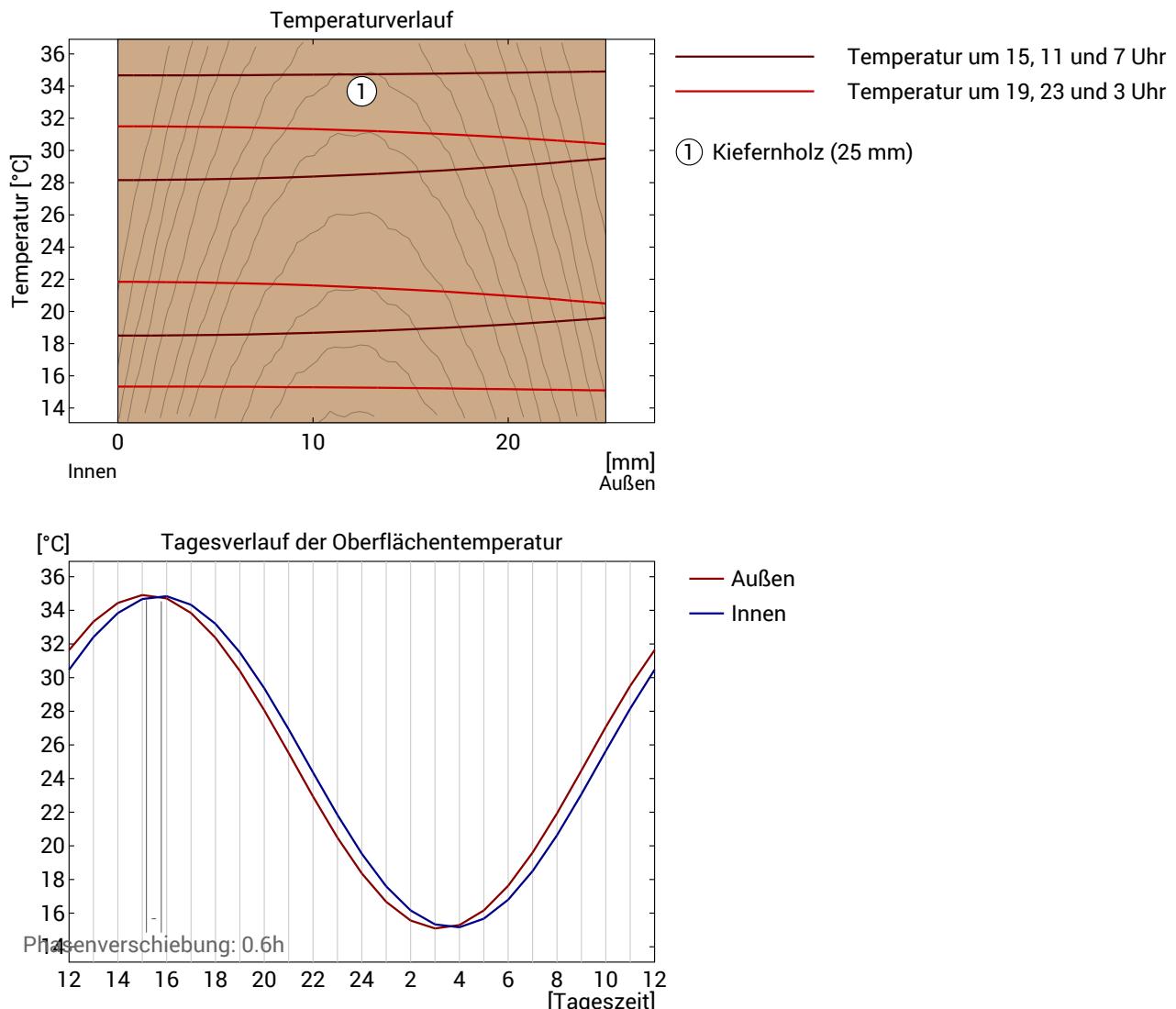


Hinweise: Berechnung mittels Ubakus 2D-FE Verfahren. Konvektion und die Kapillarität der Baustoffe wurden nicht berücksichtigt. Die Trocknungsdauer kann unter ungünstigen Bedingungen (Beschattung, feuchte/kühle Sommer) länger dauern als hier berechnet.

H03 Innentüre, $U=2,76 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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 äußereren (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 Nachhälfte auftreten.

Phasenverschiebung*	0,6 h	Wärmespeicherfähigkeit (gesamtes Bauteil):	21 kJ/m ² K
Amplitudendämpfung**	1,0	Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten:	6.2 kJ/m ² K
TAV***	0,993		

* 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.

H03 Haustüre

Außenwand
erstellt am 15.6.2025

Wärmeschutz

$U = 1,58 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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

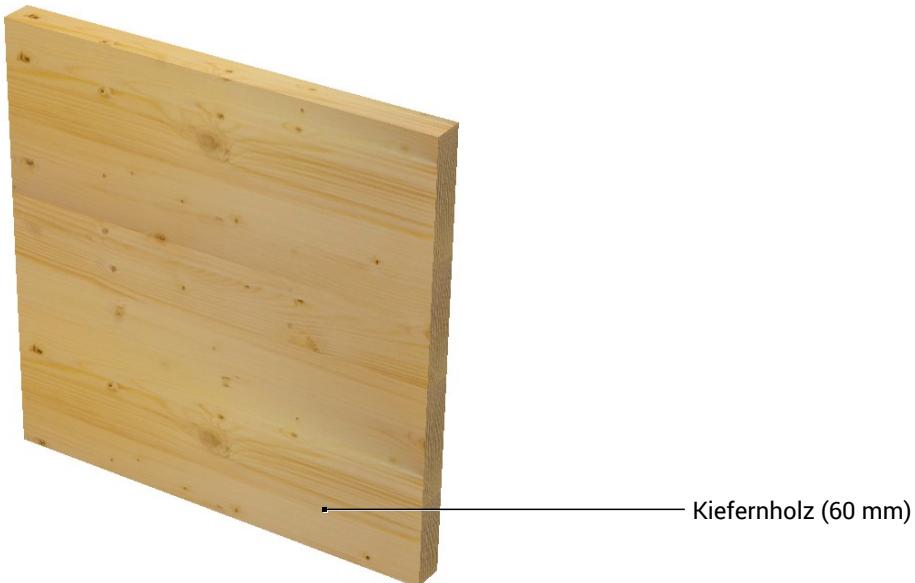


Feuchteschutz

Kein Tauwasser

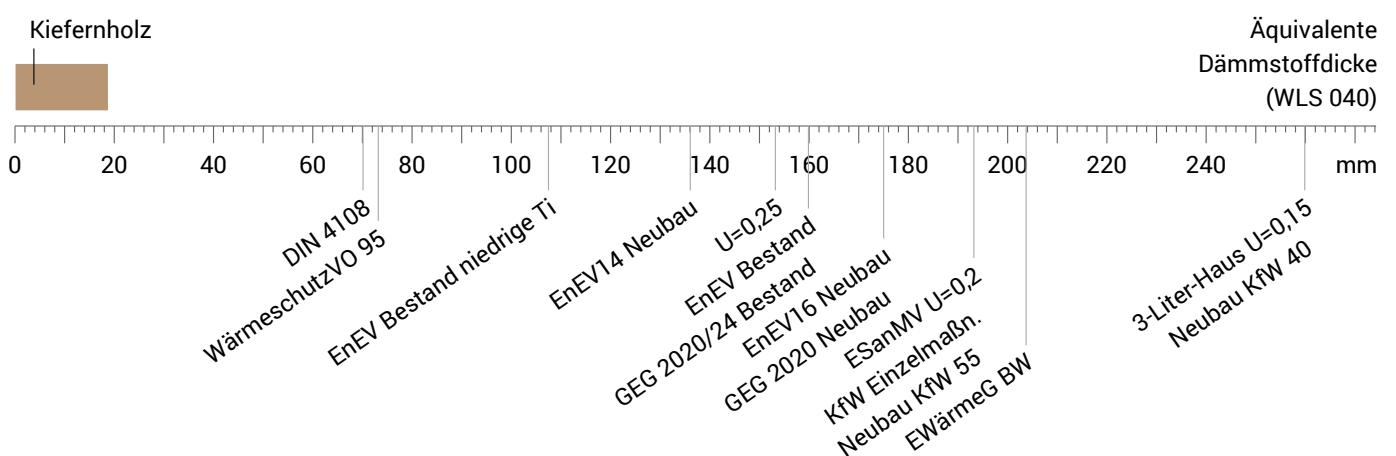
Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 1,2
Phasenverschiebung: 3,0 h
Wärmekapazität innen: 19,1 $\text{kJ}/\text{m}^2\text{K}$



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.: 11,7°C / -3,7°C

GEG 2020/24 Bestand

BEG Einzelmaßn.

GEG 2023/24 Neubau

Dicke: 6,0 cm

Gewicht: 31 kg/m^2

Wärmekapazität: 50 $\text{kJ}/\text{m}^2\text{K}$

DIN 4108

H03 Haustüre, $U=1,58 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,130
1	Kiefernholz	6,00	0,130	0,462
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,040

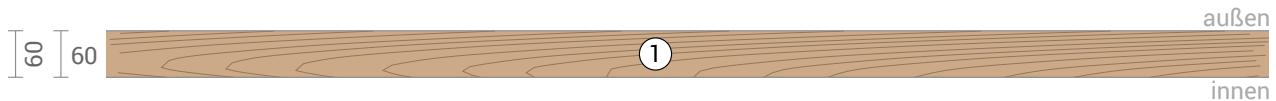
Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung horizontal

Rse: Wärmestromrichtung horizontal, außen: Direkter Übergang zur Außenluft

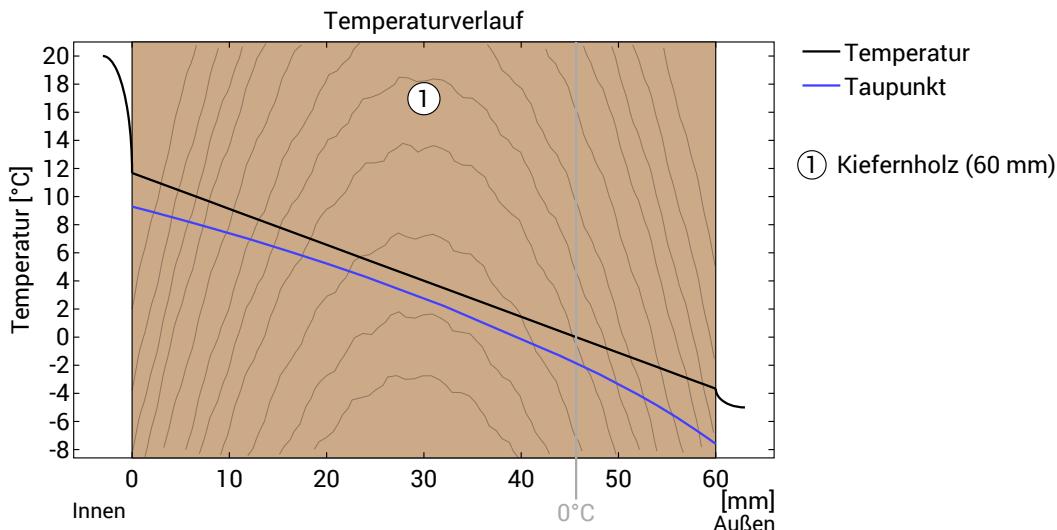
Wärmedurchgangswiderstand $R_{\text{tot}} = 0,6315 \text{ m}^2\text{K/W}$

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1/R_{\text{tot}} = \mathbf{1,58 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})}$



H03 Haustüre, $U=1,58 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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 Berührungsstellen Tauwasser aus.

Schichten (von innen nach außen)

#	Material	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatur [°C] min	Temperatur [°C] max	Gewicht [kg/m ²]
	Wärmeübergangswiderstand*		0,250	11,7	20,0	
1	6 cm Kiefernholz	0,130	0,462	-3,7	11,7	31,2
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-5,0	-3,7	
	6 cm Gesamtes Bauteil		0,632			31,2

*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): 11,7°C 11,7°C 11,7°C
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -3,7°C -3,7°C -3,7°C

H03 Haustüre, $U=1,58 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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.

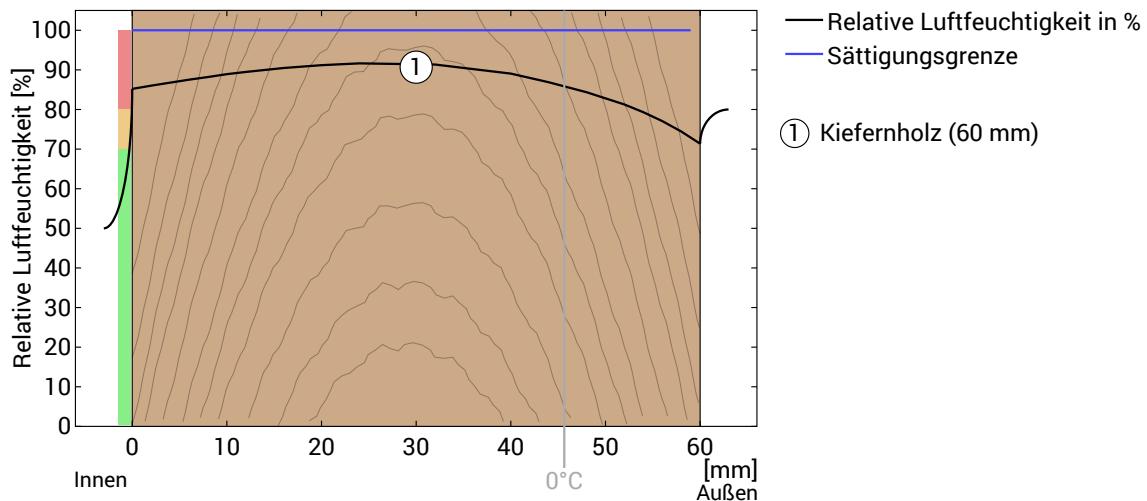
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m ²]	Gewicht [kg/m ²]
1	6 cm Kiefernholz	3,00	-	31,2
	6 cm Gesamtes Bauteil	3,00	0	31,2

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt $11,7^\circ\text{C}$ was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 85% 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.

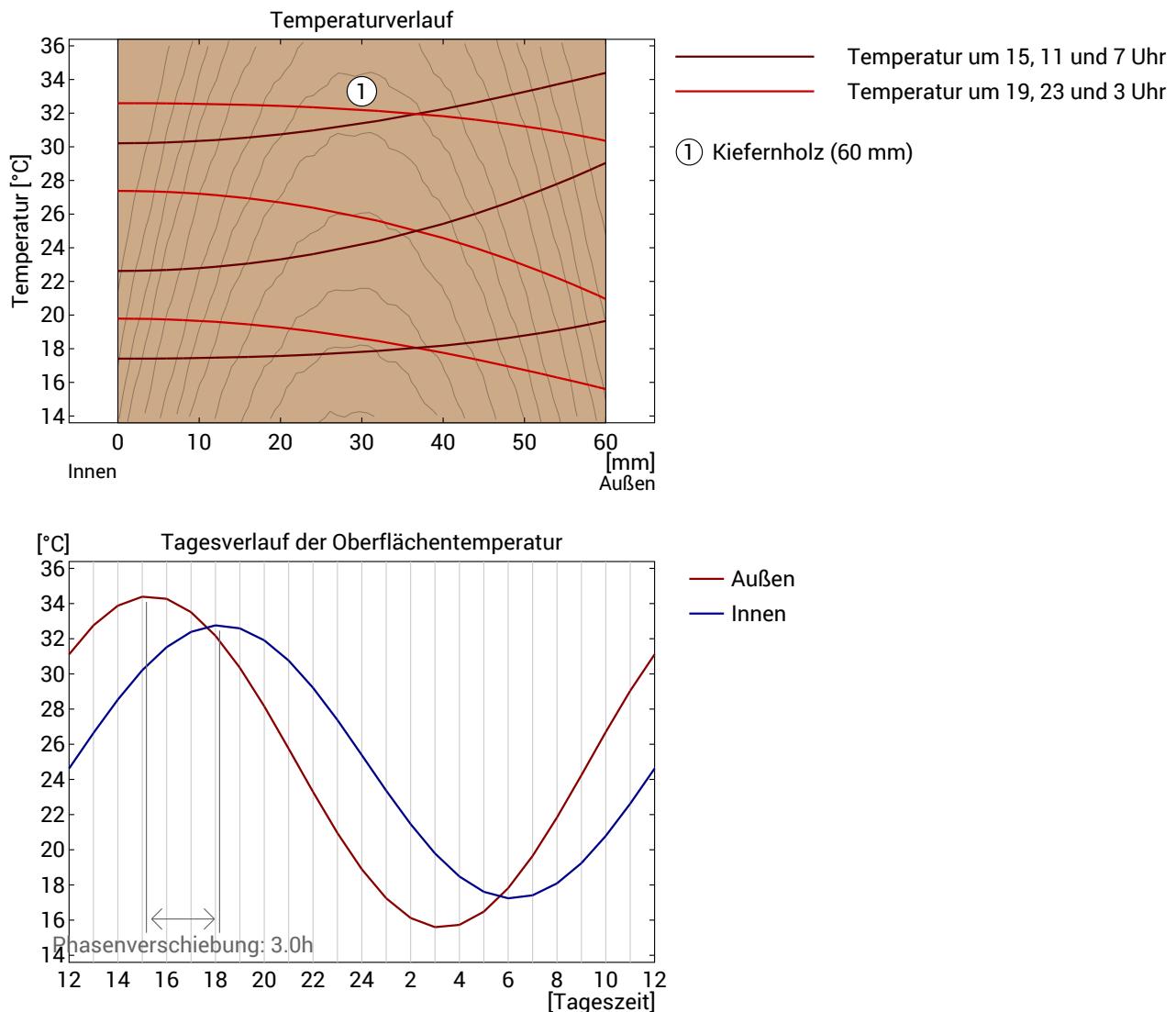


Hinweise: Berechnung mittels Ubakus 2D-FE Verfahren. Konvektion und die Kapillarität der Baustoffe wurden nicht berücksichtigt. Die Trocknungsdauer kann unter ungünstigen Bedingungen (Beschattung, feuchte/kühle Sommer) länger dauern als hier berechnet.

H03 Haustüre, $U=1,58 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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 äußereren (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 Nachhälfte auftreten.

Phasenverschiebung*	3,0 h	Wärmespeicherfähigkeit (gesamtes Bauteil):	50 kJ/m ² K
Amplitudendämpfung**	1,2	Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten:	19,1 kJ/m ² K
TAV***	0,824		

* 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.

H03 Außenwand Anbau

Außenwand
erstellt am 15.6.2025

Wärmeschutz

U = 1,24 W/(m²K)

GEG 2020/24 Bestand*: U<0,24 W/(m²K)

sehr gut

Feuchteschutz

Tauwasser: 4,08 kg/m²
Trocknet 33 Tage

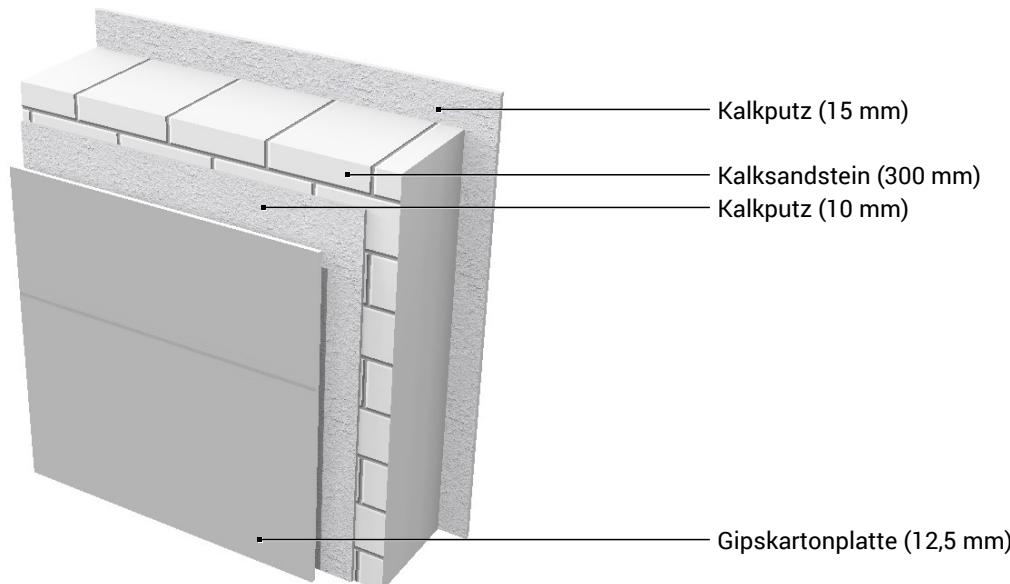
mangelhaft sehr gut

Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 8,4
Phasenverschiebung: 11,2 h
Wärmekapazität innen: 150 kJ/m²K

mangelhaft sehr gut

sehr gut mangelhaft

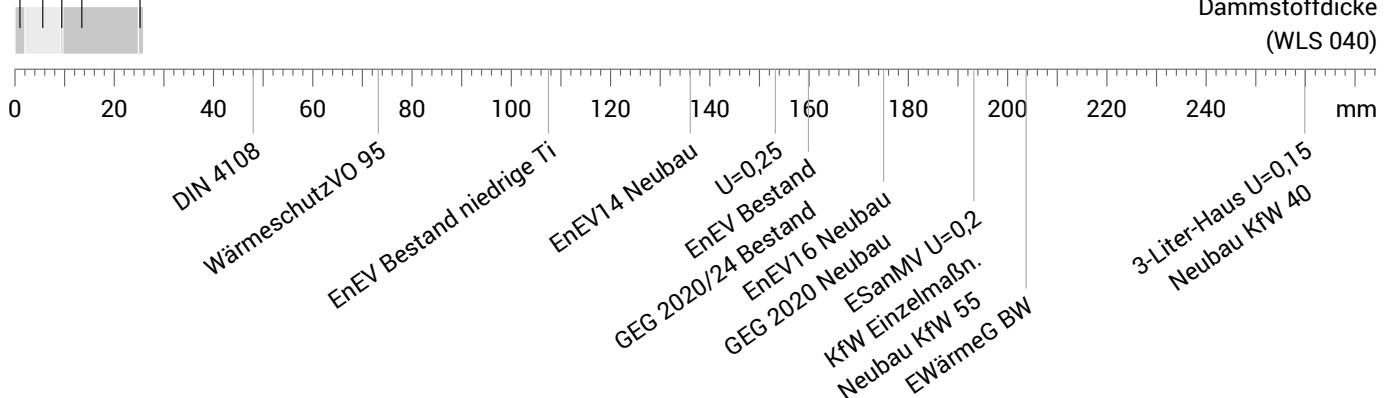


Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

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.

Gipskartonplatte

Luftschicht (ruhend)
Kalkputz
Kalksandstein (Rohdichteklasse 1,6)
Kalkputz



Raumluft: 20,0°C / 50%

Außenluft: -5,0°C / 80%

Oberflächentemp.: 13,3°C / -3,9°C

Dicke: 37,8 cm

Gewicht: 524 kg/m²

Wärmekapazität: 523 kJ/m²K

GEG 2020/24 Bestand

BEG Einzelmaßn.

GEG 2023/24 Neubau

DIN 4108

H03 Außenwand Anbau, $U=1,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,130
1	Gipskartonplatte	1,25	0,250	0,050
2	Luftschicht (ruhend)	4,00	0,222	0,180
3	Kalkputz	1,00	0,870	0,011
4	Kalksandstein (Rohdichteklasse 1,6)	30,00	0,790	0,380
5	Kalkputz	1,50	0,870	0,017
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,040

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung horizontal

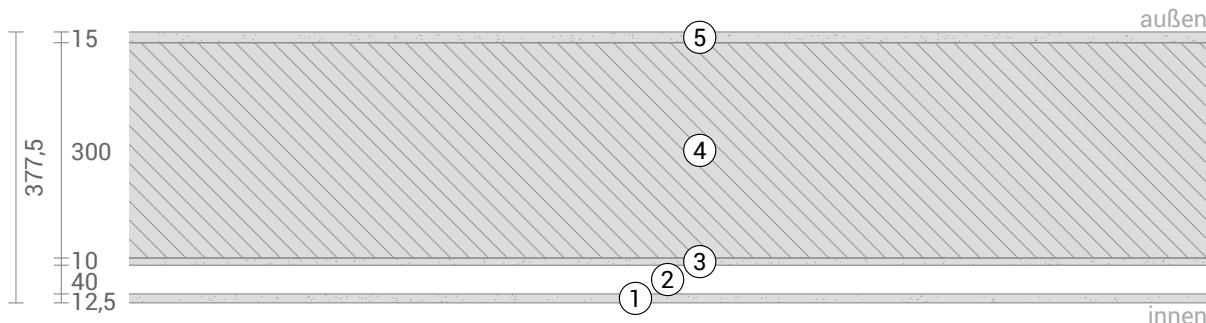
Rse: Wärmestromrichtung horizontal, außen: Direkter Übergang zur Außenluft

Wärmedurchlasswiderstände von ruhenden Luftsichten wurden wie folgt berechnet:

Schicht 2: Dicke 4 cm, Breite ∞ , DIN EN ISO 6946 Tabelle 8, Wärmestromrichtung horizontal

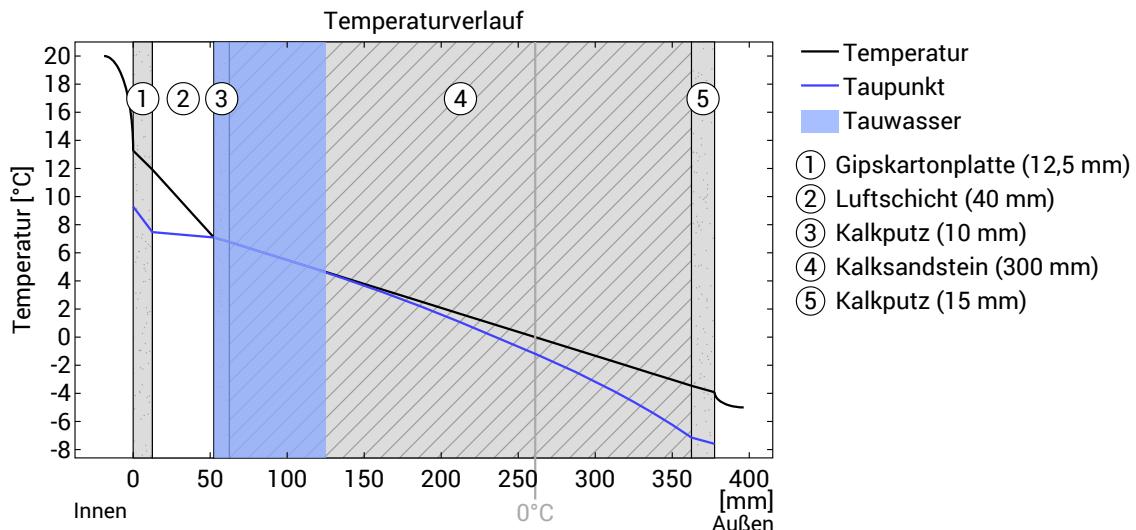
Wärmedurchgangswiderstand $R_{tot} = 0,8085 \text{ m}^2\text{K/W}$

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1/R_{tot} = 1,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



H03 Außenwand Anbau, $U=1,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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 Berührungsstellen Tauwasser aus.

Schichten (von innen nach außen)

#	Material	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatur [°C] min	Temperatur [°C] max	Gewicht [kg/m ²]
	Wärmeübergangswiderstand*		0,250	13,3	20,0	
1	1,25 cm Gipskartonplatte	0,250	0,050	11,9	13,3	8,5
2	4 cm Luftsicht (ruhend)	0,222	0,180	7,1	11,9	0,0
3	1 cm Kalkputz	0,870	0,011	6,8	7,1	14,0
4	30 cm Kalksandstein (Rohdichteklasse 1,6)	0,790	0,380	-3,5	6,8	480,0
5	1,5 cm Kalkputz	0,870	0,017	-3,9	-3,5	21,0
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-5,0	-3,9	
	37,75 cm Gesamtes Bauteil		0,808			523,5

*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): 13,3°C 13,3°C 13,3°C
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -3,9°C -3,9°C -3,9°C

H03 Außenwand Anbau, $U=1,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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 4,1 kg Tauwasser pro Quadratmeter an. Diese Menge trocknet im Sommer innerhalb von 33 Tagen ab (Verdunstungsperiode gemäß DIN 4108-3:2018-10).

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m ²]	Gewicht [kg/m ²]
1	1,25 cm Gipskartonplatte	0,05	~0	8,5
2	4 cm Luftsicht (ruhend)	0,01	3,9	0,0
3	1 cm Kalkputz	0,10	4,1	14,0
4	30 cm Kalksandstein (Rohdichteklasse 1,6)	7,50	0,19	480,0
5	1,5 cm Kalkputz	0,15	-	21,0
37,75 cm Gesamtes Bauteil		7,81	4,1 (!)	523,5

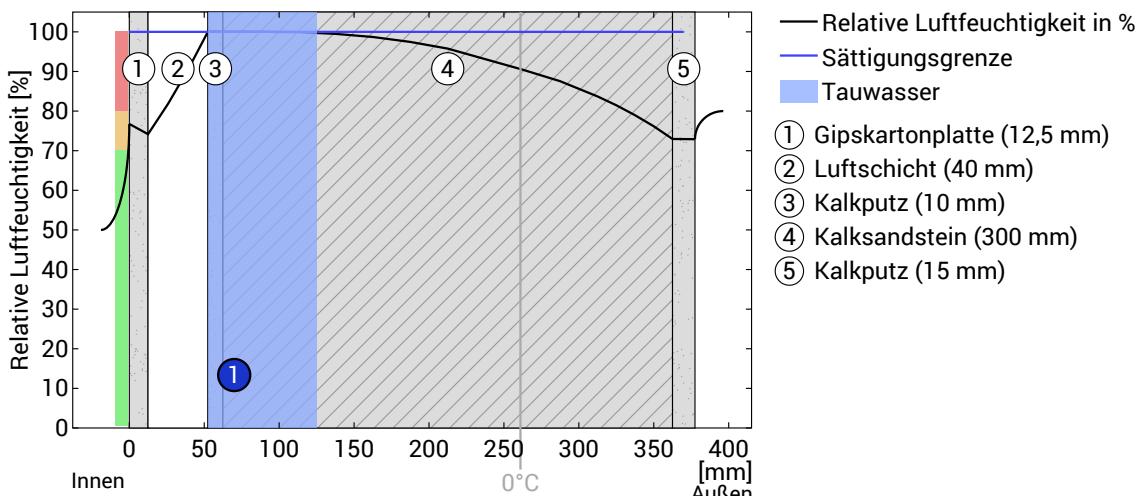
Tauwasserebenen

- 1 Tauwasser: $4,1 \text{ kg}/\text{m}^2$ Betroffene Schichten: Kalkputz, Luftsicht (ruhend), Kalksandstein (Rohdichteklasse 1,6)

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt $13,3^\circ\text{C}$ was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 77% führt. Manche Arten von Bauschimmel gedeihen ab einer Luftfeuchtigkeit von 70%, Schimmelbildung kann nicht ausgeschlossen werden. Um Schimmelbildung zu vermeiden, sollte die Oberflächentemperatur durch (zusätzliche) Dämmung erhöht werden.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.

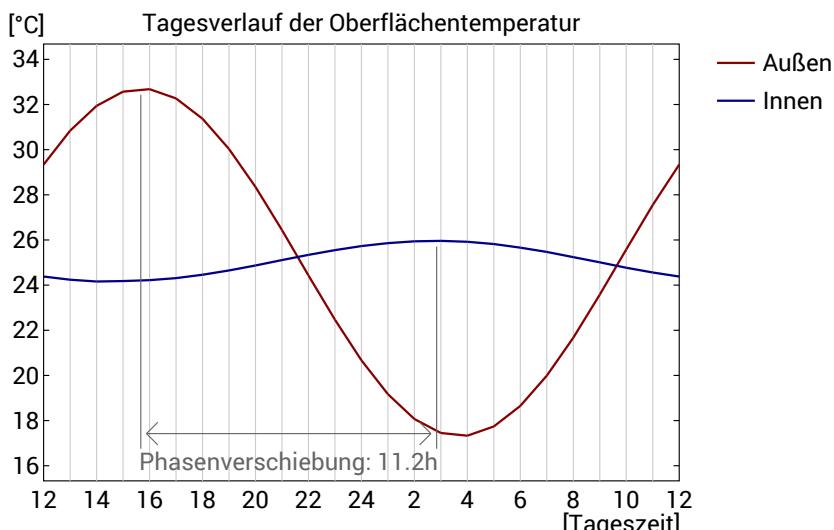
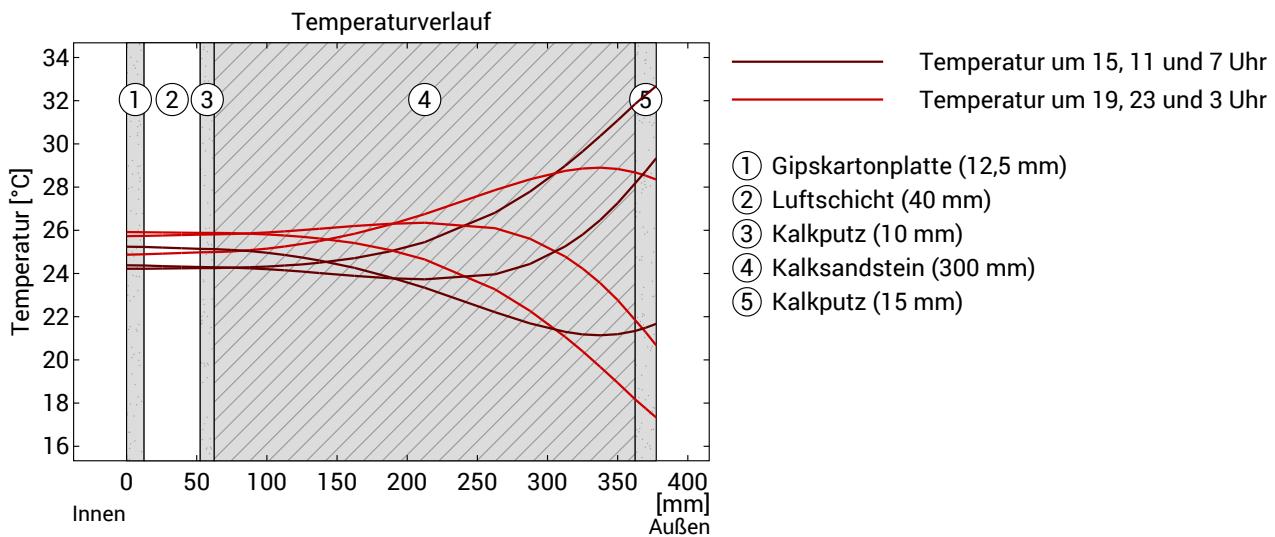


Hinweise: Berechnung mittels Ubakus 2D-FE Verfahren. Konvektion und die Kapillarität der Baustoffe wurden nicht berücksichtigt. Die Trocknungsdauer kann unter ungünstigen Bedingungen (Beschattung, feuchte/kühle Sommer) länger dauern als hier berechnet.

H03 Außenwand Anbau, $U=1,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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 Nachhälfte auftreten.

Phasenverschiebung*	11,2 h	Wärmespeicherfähigkeit (gesamtes Bauteil):	523 kJ/m ² K
Amplitudendämpfung**	8,4	Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten:	150 kJ/m ² K
TAV***	0,119		

* 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.

H03 Außenwand West

Außenwand
erstellt am 15.6.2025

Wärmeschutz

U = 1,35 W/(m²K)

GEG 2020/24 Bestand*: U<0,24 W/(m²K)

sehr gut

mangelhaft sehr gut

Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 18
Phasenverschiebung: 13,0 h
Wärmekapazität innen: 268 kJ/m²K



mangelhaft sehr gut

mangelhaft

Feuchteschutz

Kein Tauwasser

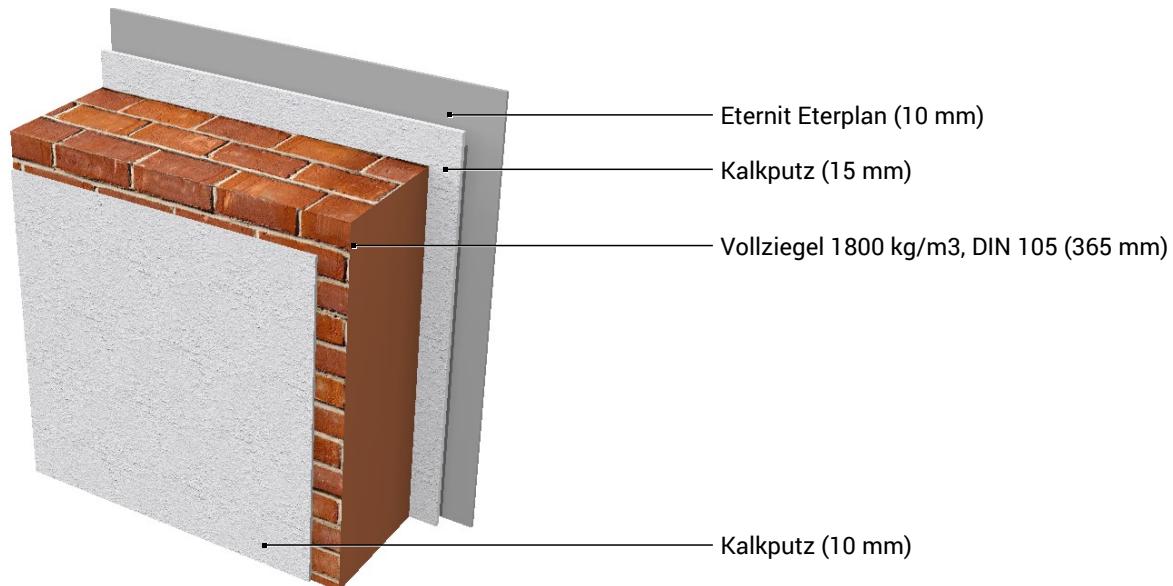


Eternit Eterplan (10 mm)

Kalkputz (15 mm)

Vollziegel 1800 kg/m³, DIN 105 (365 mm)

Kalkputz (10 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.

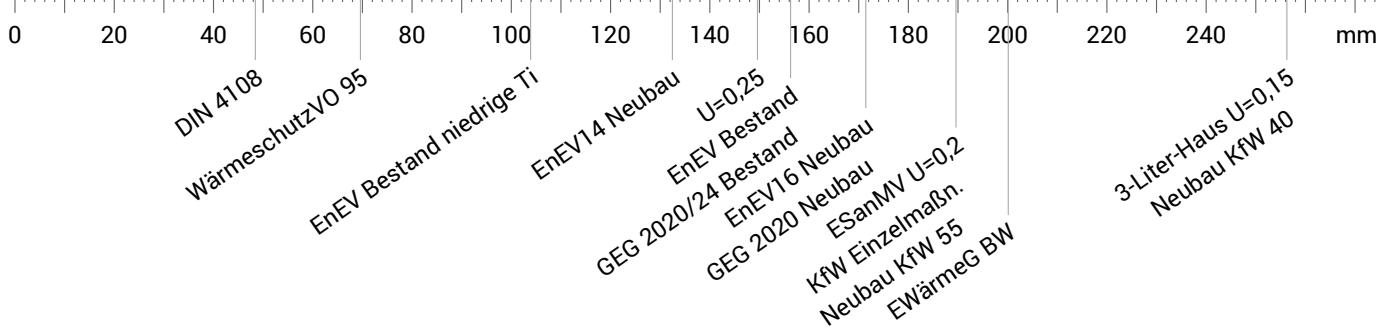
Kalkputz

Vollziegel 1800 kg/m³, DIN 105

Kalkputz



Äquivalente
Dämmstoffdicke
(WLS 040)



Raumluft: 20,0°C / 50%

Außenluft: -5,0°C / 80%

Oberflächentemp.: 11,9°C / -3,7°C

GEG 2020/24 Bestand

BEG Einzelmaßn.

sd-Wert: 2,1 m

GEG 2023/24 Neubau

Dicke: 43,0 cm

Gewicht: 709 kg/m²

Wärmekapazität: 692 kJ/m²K

DIN 4108

H03 Außenwand West, $U=1,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,130
1	Kalkputz	1,00	0,870	0,011
2	Vollziegel 1800 kg/m ³ , DIN 105	36,50	0,810	0,451
3	Kalkputz	1,50	0,870	0,017
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,130

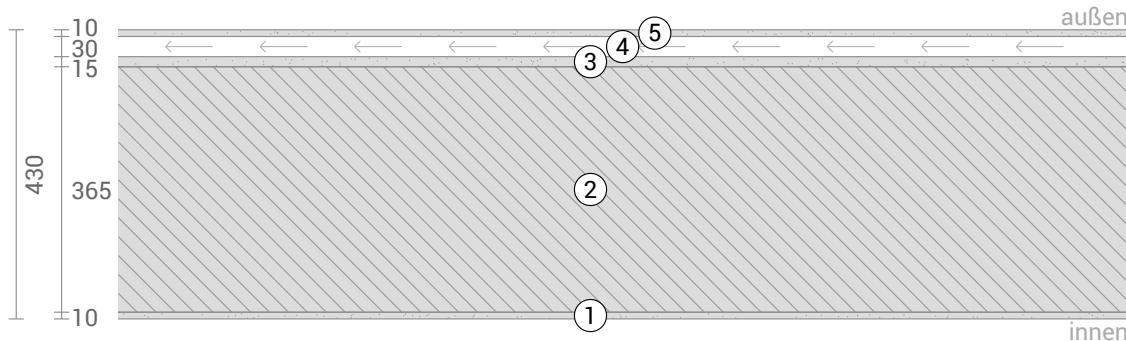
Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung horizontal

Rse: Wärmestromrichtung horizontal, außen: Hinterlüftungsebene

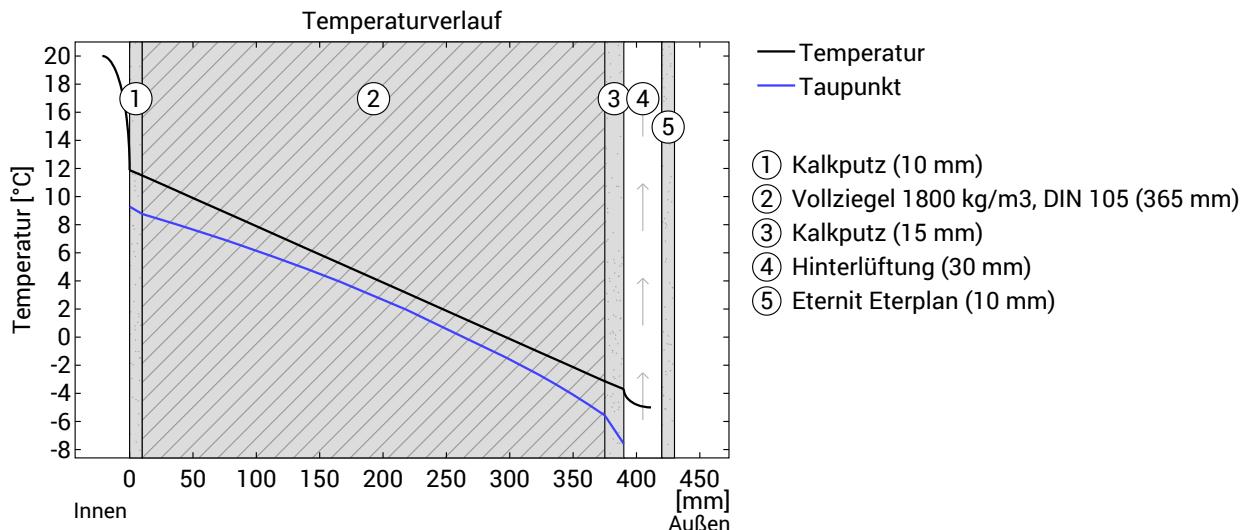
Wärmedurchgangswiderstand $R_{\text{tot}} = 0,7394 \text{ m}^2\text{K/W}$

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1/R_{\text{tot}} = 1,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



H03 Außenwand West, $U=1,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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 Berührungsstellen Tauwasser aus.

Schichten (von innen nach außen)

#	Material	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatur [°C] min	Temperatur [°C] max	Gewicht [kg/m ²]
	Wärmeübergangswiderstand*		0,250	11,9	20,0	
1	1 cm Kalkputz	0,870	0,011	11,5	11,9	14,0
2	36,5 cm Vollziegel 1800 kg/m ³ , DIN 105	0,810	0,451	-3,1	11,5	657,0
3	1,5 cm Kalkputz	0,870	0,017	-3,7	-3,1	21,0
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-5,0	-3,7	
4	3 cm Hinterlüftung (Außenluft)			-5,0	-5,0	0,0
5	1 cm Eternit Eterplan			-5,0	-5,0	16,5
43 cm	Gesamtes Bauteil		0,739			708,5

*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): 11,9°C 11,9°C 11,9°C
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -3,7°C -3,7°C -3,7°C

H03 Außenwand West, $U=1,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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.

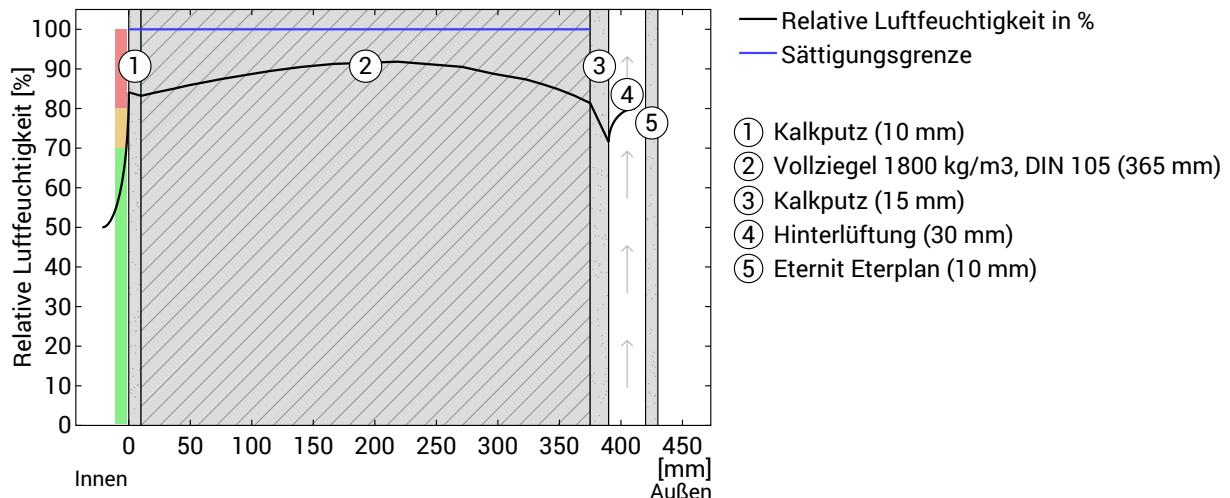
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m ²]	Gewicht [kg/m ²]
1	1 cm Kalkputz	0,10	-	14,0
2	36,5 cm Vollziegel 1800 kg/m ³ , DIN 105	1,83	-	657,0
3	1,5 cm Kalkputz	0,15	-	21,0
	43 cm Gesamtes Bauteil	2,08	0	708,5

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt $11,9^\circ\text{C}$ was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 84% 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.

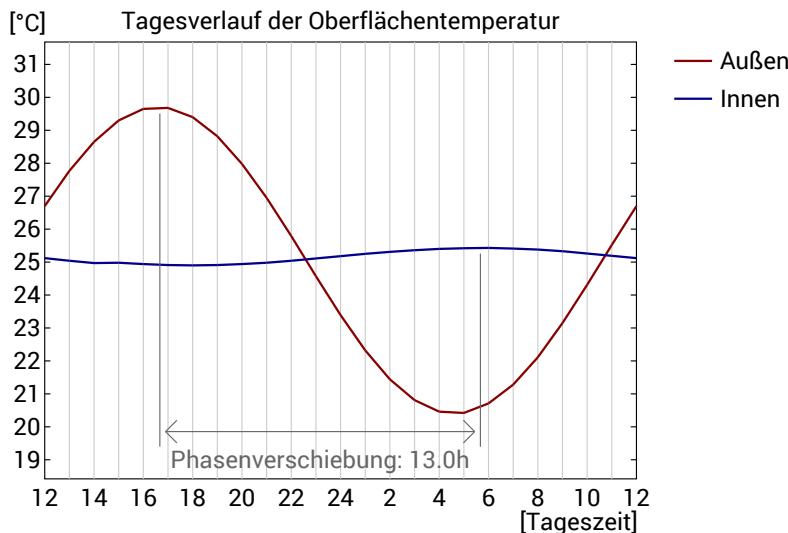
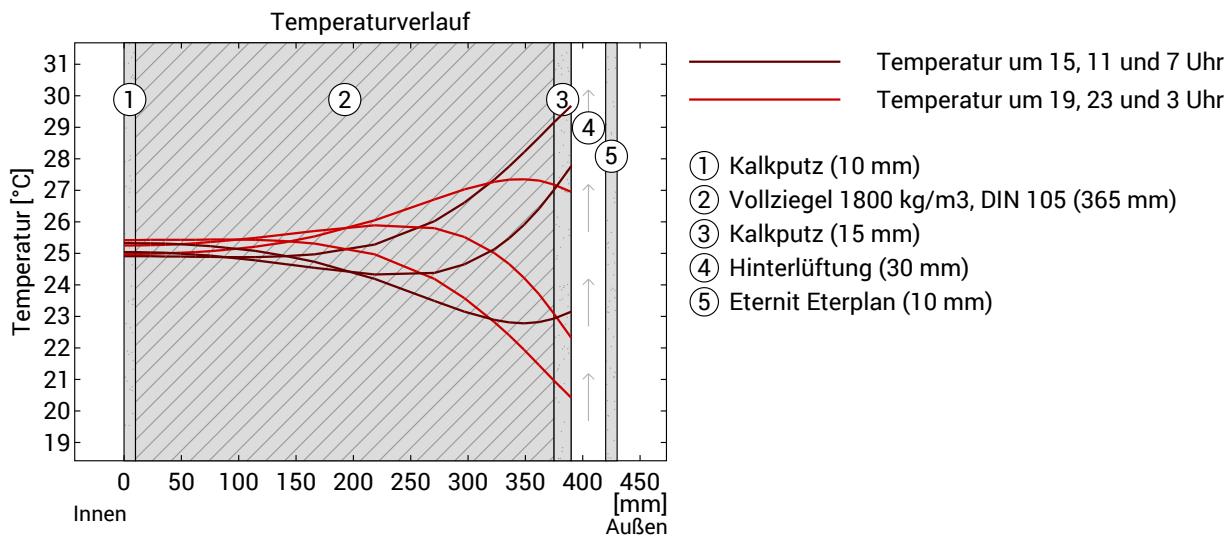


Hinweise: Berechnung mittels Ubakus 2D-FE Verfahren. Konvektion und die Kapillarität der Baustoffe wurden nicht berücksichtigt. Die Trocknungsdauer kann unter ungünstigen Bedingungen (Beschattung, feuchte/kühle Sommer) länger dauern als hier berechnet.

H03 Außenwand West, $U=1,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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 äußereren (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 Nachhälfte auftreten.

Phasenverschiebung*	13,0 h	Wärmespeicherfähigkeit (gesamtes Bauteil):	692 kJ/m²K
Amplitudendämpfung**	17,6	Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten:	268 kJ/m²K
TAV***	0,057		

* 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.

H03 Außenwand

Außenwand
erstellt am 15.6.2025

Wärmeschutz

U = 1,54 W/(m²K)

GEG 2020/24 Bestand*: U<0,24 W/(m²K)



Feuchteschutz

Kein Tauwasser

Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 17
Phasenverschiebung: 13,2 h
Wärmekapazität innen: 268 kJ/m²K

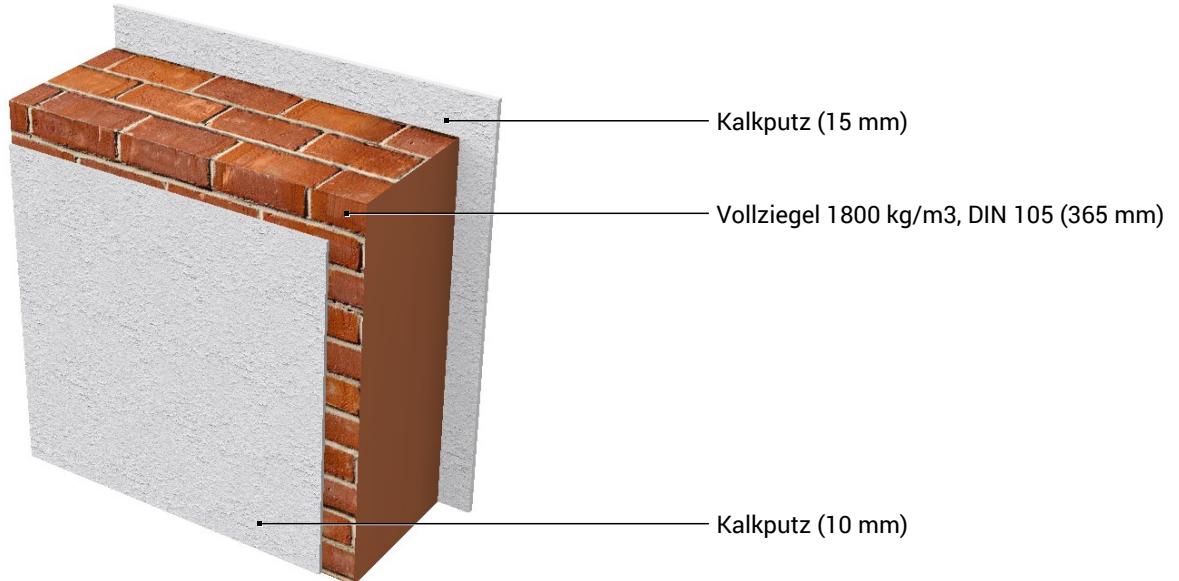


sehr gut

mangelhaft sehr gut

mangelhaft sehr gut

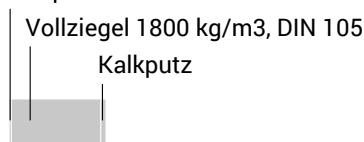
mangelhaft



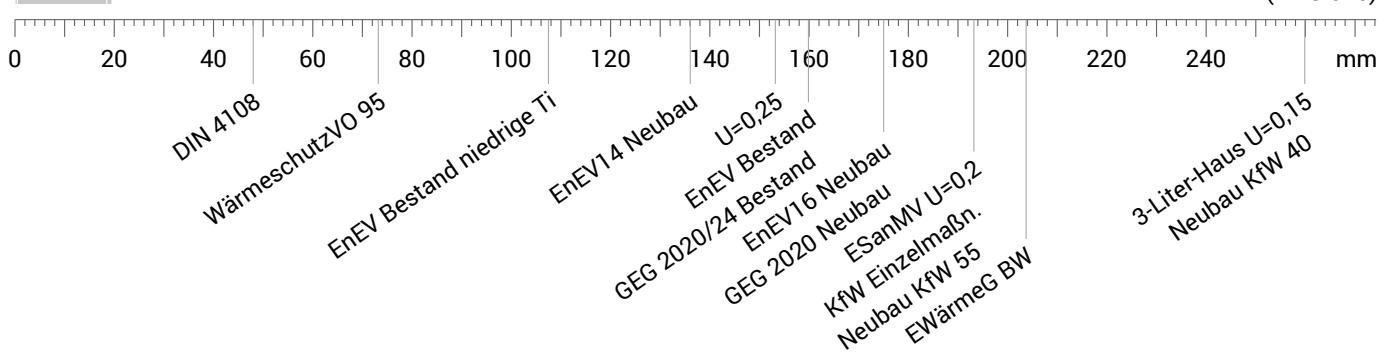
Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

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.

Kalkputz



Äquivalente
Dämmstoffdicke
(WLS 040)



Raumluft: 20,0°C / 50%

Außenluft: -5,0°C / 80%

Oberflächentemp.: 11,9°C / -3,7°C

Dicke: 39,0 cm

Gewicht: 692 kg/m²

Wärmekapazität: 692 kJ/m²K

GEG 2020/24 Bestand

BEG Einzelmaßn.

GEG 2023/24 Neubau

DIN 4108

H03 Außenwand, $U=1,54 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,130
1	Kalkputz	1,00	0,870	0,011
2	Vollziegel 1800 kg/m ³ , DIN 105	36,50	0,810	0,451
3	Kalkputz	1,50	0,870	0,017
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,040

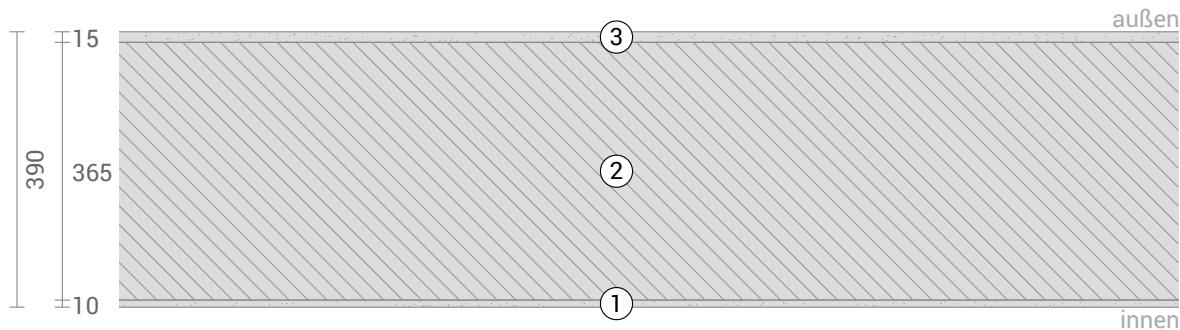
Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung horizontal

Rse: Wärmestromrichtung horizontal, außen: Direkter Übergang zur Außenluft

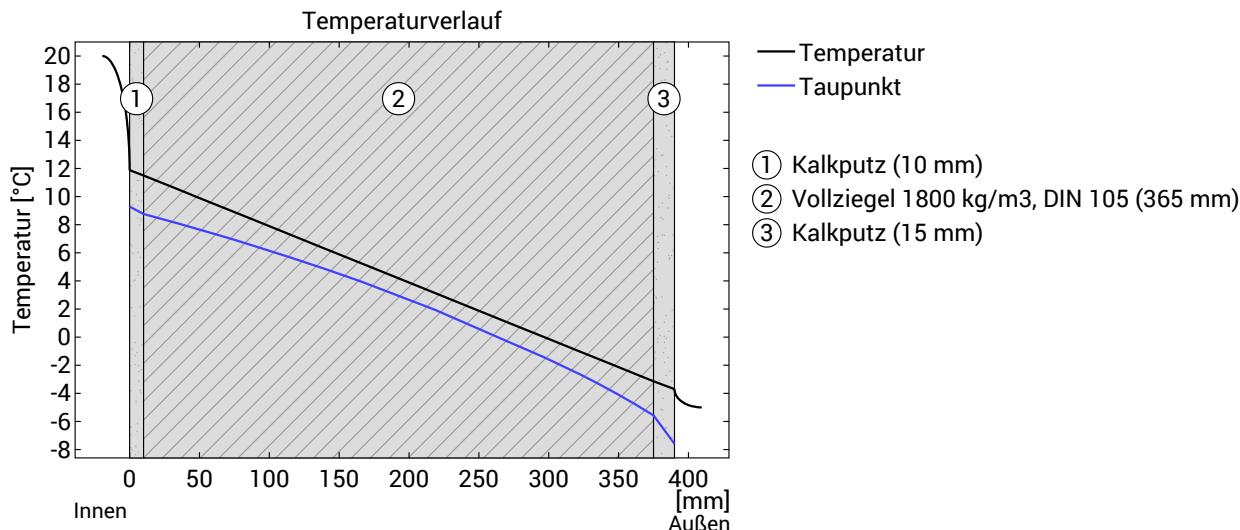
Wärmedurchgangswiderstand $R_{\text{tot}} = 0,6494 \text{ m}^2\text{K/W}$

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1/R_{\text{tot}} = 1,54 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



H03 Außenwand, $U=1,54 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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 Berührungsstellen Tauwasser aus.

Schichten (von innen nach außen)

#	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur [°C] min	Temperatur [°C] max	Gewicht [kg/m²]
	Wärmeübergangswiderstand*		0,250	11,9	20,0	
1	1 cm Kalkputz	0,870	0,011	11,5	11,9	14,0
2	36,5 cm Vollziegel 1800 kg/m³, DIN 105	0,810	0,451	-3,1	11,5	657,0
3	1,5 cm Kalkputz	0,870	0,017	-3,7	-3,1	21,0
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-5,0	-3,7	
	39 cm Gesamtes Bauteil		0,649			692,0

*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): 11,9°C 11,9°C 11,9°C
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -3,7°C -3,7°C -3,7°C

H03 Außenwand, $U=1,54 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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.

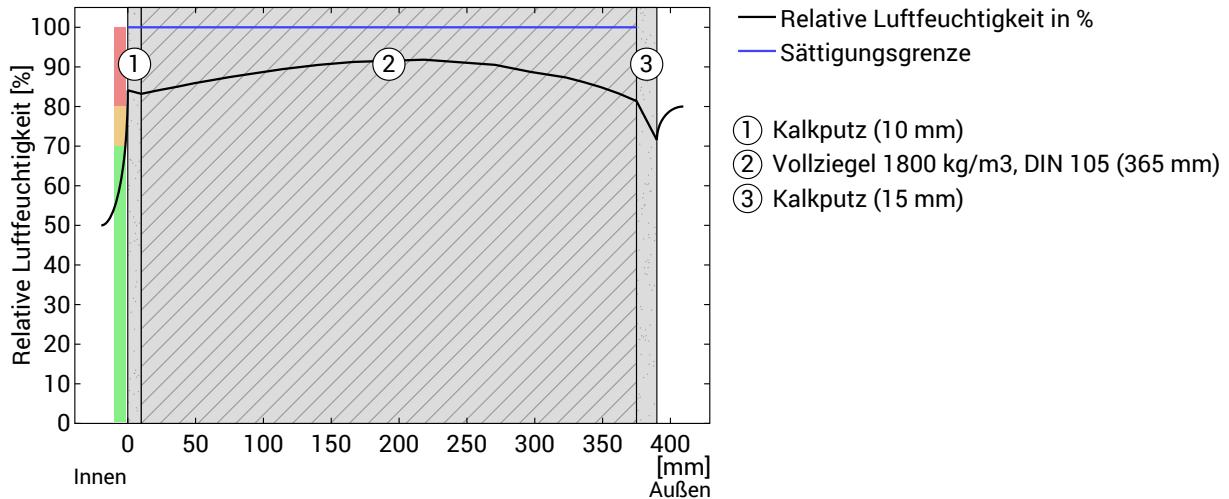
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m ²]	Gewicht [kg/m ²]
1	1 cm Kalkputz	0,10	-	14,0
2	36,5 cm Vollziegel 1800 kg/m ³ , DIN 105	1,83	-	657,0
3	1,5 cm Kalkputz	0,15	-	21,0
	39 cm Gesamtes Bauteil	2,08	0	692,0

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 11,9 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 84% 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.

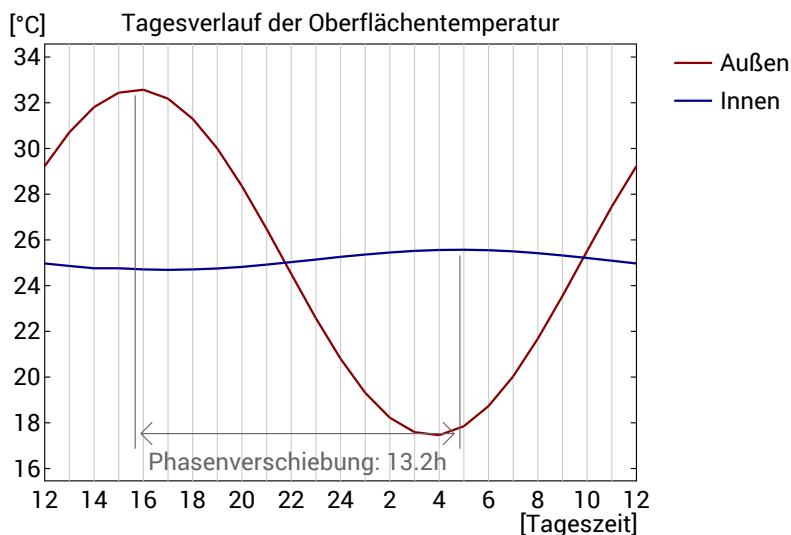
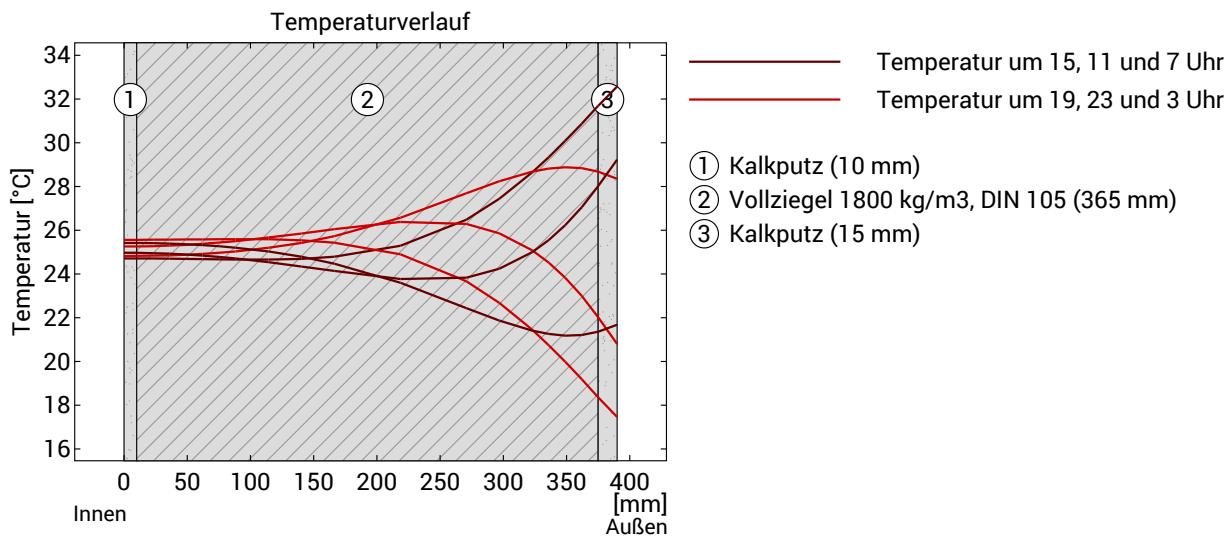


Hinweise: Berechnung mittels Ubakus 2D-FE Verfahren. Konvektion und die Kapillaritat der Baustoffe wurden nicht berücksichtigt. Die Trocknungsdauer kann unter ungünstigen Bedingungen (Beschattung, feuchte/kalte Sommer) länger dauern als hier berechnet.

H03 Außenwand, $U=1,54 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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 Nachhälfte auftreten.

Phasenverschiebung*	13,2 h	Wärmespeicherfähigkeit (gesamtes Bauteil):	692 kJ/m²K
Amplitudendämpfung**	17,2	Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten:	268 kJ/m²K
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.