

# Außenwände

## Wärmeschutz

$U = 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

DIN 4108\*:  $R > 1,74 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} + R_{si} + R_{se}$



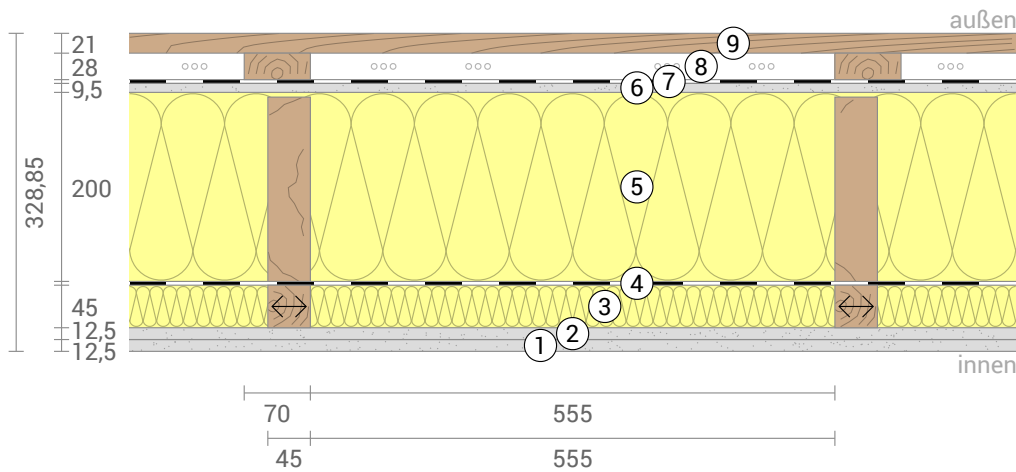
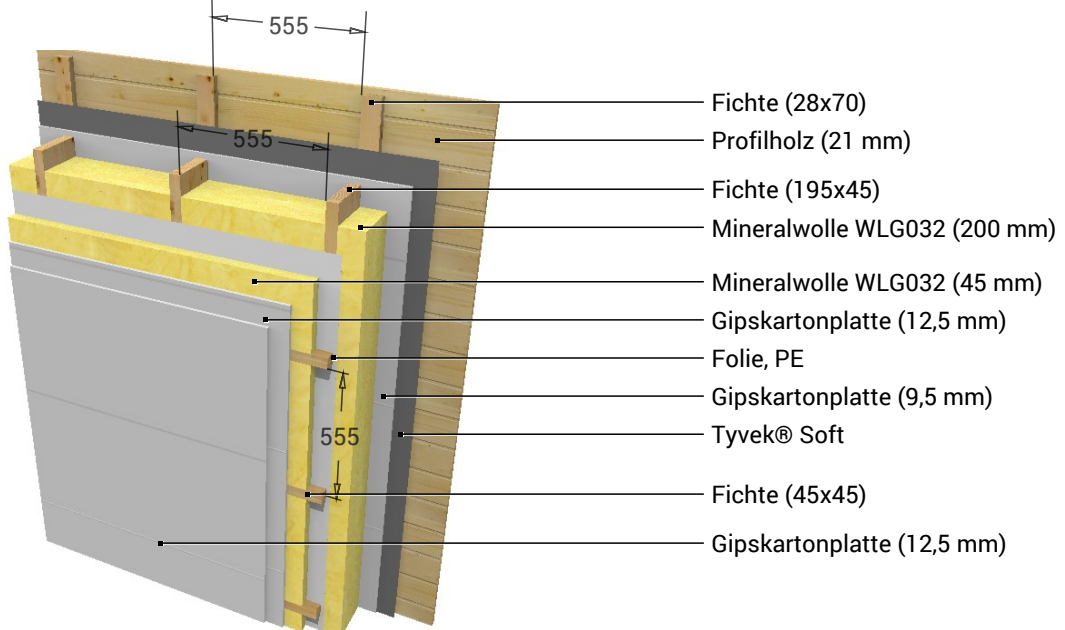
## Feuchteschutz

Tauwasser:  $438 \text{ g}/\text{m}^2$   
Trocknet 28 Tage  
Trocknungsreserve:  $1027 \text{ g}/\text{m}^2\text{a}$



## Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 10  
Phasenverschiebung: 7,2 h  
Wärmekapazität innen:  $22 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$



- ① Gipskartonplatte (12,5 mm)
- ④ Folie, PE
- ⑦ Tyvek® Soft
- ② Gipskartonplatte (12,5 mm)
- ⑤ Mineralwolle WLG032 (200 mm)
- ⑧ Hinterlüftung (28 mm)
- ③ Mineralwolle WLG032 (45 mm)
- ⑥ Gipskartonplatte (9,5 mm)
- ⑨ Profilholz (21 mm)

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

Raumluft:  $20,0^\circ\text{C} / 50\%$       Dicke:  $32,9 \text{ cm}$   
 Außenluft:  $-20,0^\circ\text{C} / 30\%$       sd-Wert:  $20,5 \text{ m}$       Gewicht:  $49 \text{ kg}/\text{m}^2$   
 Oberflächentemp.:  $19,1^\circ\text{C} / -19,8^\circ\text{C}$       Wärmekapazität:  $37 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$

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

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

#	Material	Dicke [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (R <sub>si</sub> )			0,130
1	Gipskartonplatte	1,25	0,250	0,050
2	Gipskartonplatte	1,25	0,250	0,050
3	Mineralwolle WLG032	4,50	0,032	1,406
	Fichte (7,5%)	4,50	0,130	0,346
4	Folie, PE	0,02	0,400	0,001
5	Mineralwolle WLG032	20,00	0,032	6,250
	Fichte (Breite: 4,5 cm)	19,50	0,130	1,500
6	Gipskartonplatte	0,95	0,250	0,038
7	Tyvek® Soft	0,02	0,230	0,001
	Wärmeübergangswiderstand außen (R <sub>se</sub> )			0,130

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

R<sub>si</sub>: Wärmestromrichtung horizontal

R<sub>se</sub>: Wärmestromrichtung horizontal, außen: Hinterlüftungsebene

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot;upper}} = 7,246 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ .

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot;lower}} = 6,692 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ .

Prüfe Anwendbarkeit:  $R_{\text{tot;upper}} / R_{\text{tot;lower}} = 1,083$  (maximal erlaubt: 1,5)

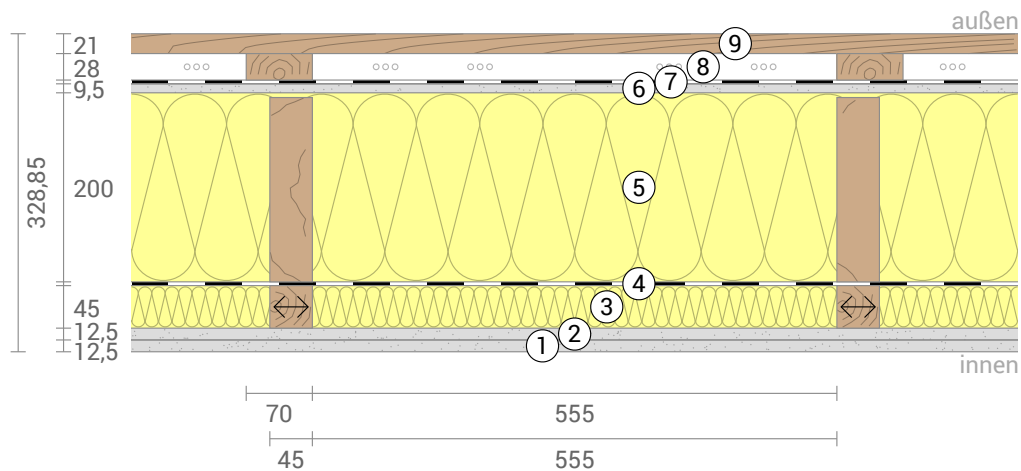
Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand  $R_{\text{tot}} = (R_{\text{tot;upper}} + R_{\text{tot;lower}})/2 = 6,969 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 4,0%

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Das Bauteil enthält mehrere inhomogene Schichten unterschiedlicher Gesamtbreite. Für sämtliche Berechnungen wurde angenommen, dass sich die Schichtenanordnung in der Breite alle 62,5 cm wiederholt. Dies trifft jedoch mindestens für Schicht 5 mit einer Gesamtbreite von 60 cm nicht zu und kann eine erhöhte Ungenauigkeit des U-Werts verursachen.



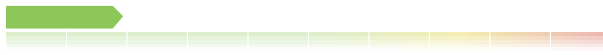
## Ökobilanz

Wärmeverlust: 11 kWh/m² pro Heizperiode



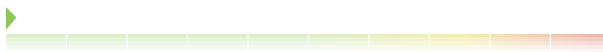
Wärmemenge, die durch einen Quadratmeter dieses Bauteils während der Heizperiode entweicht. Bitte beachten: Wegen interner und solarer Gewinne ist der Heizwärmebedarf geringer als der Wärmeverlust.

Primärenergie (nicht erneuerbar): 62 kWh/m²



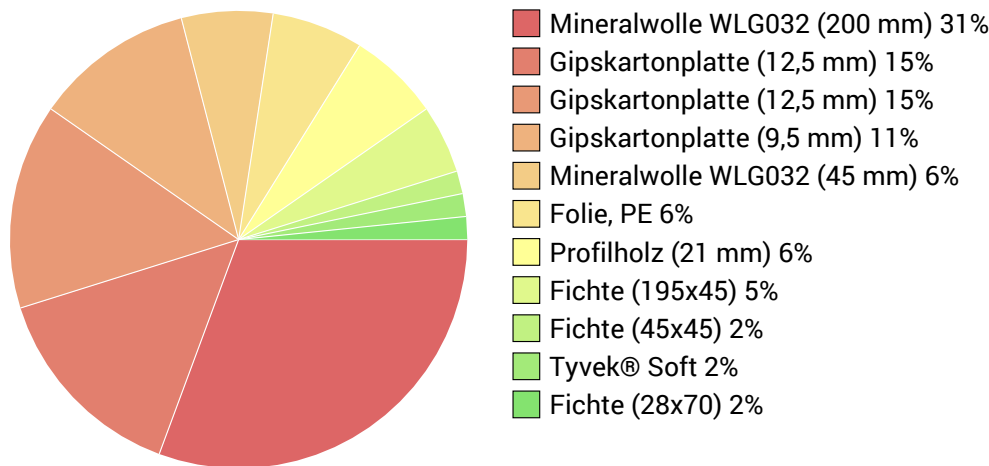
Nicht erneuerbare Primärenergie (=Energie aus fossilen Brennstoffen und Kernenergie) die zur Produktion der verwendeten Baustoffe aufgewendet wurde ("cradle to gate").

Treibhauspotential: -19 kg CO2 Äqv./m²



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

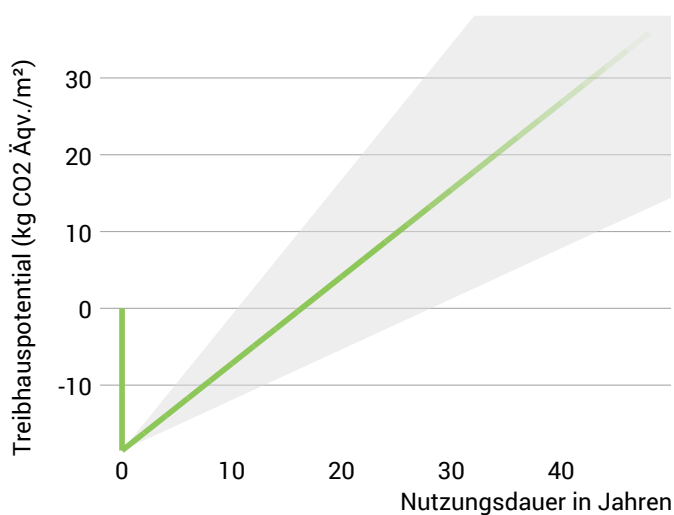
Zusammensetzung des nicht erneuerbaren Primärenergieaufwands der Herstellung:



Zusammensetzung des Treibhauspotentials der Herstellung:



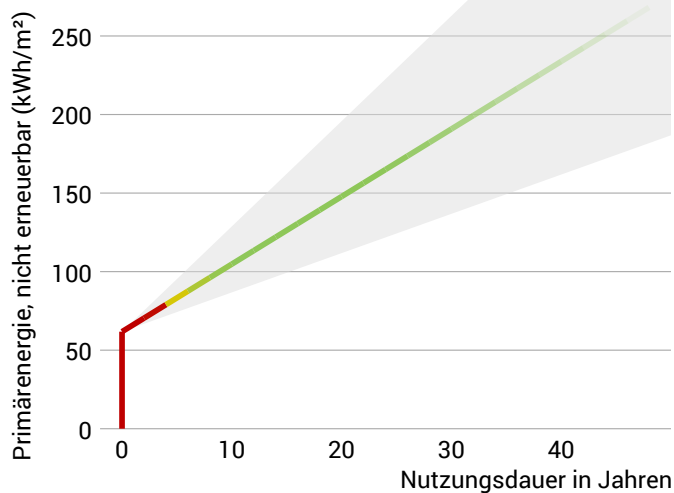
## Treibhauspotential und Primärenergie für Bau und Nutzung



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

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

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



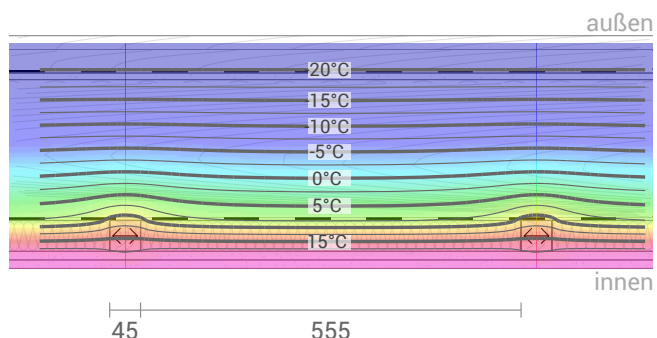
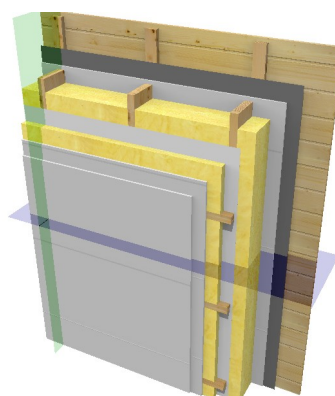
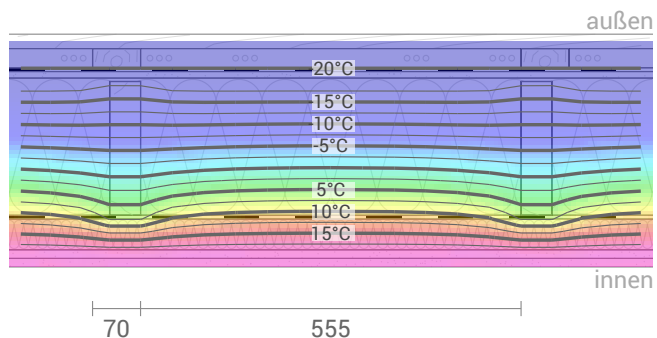
Wegen unbekannter solarer und interner Gewinne kann der Heizwärmebedarf nur geschätzt werden. Dementsprechend sind Primärenergieaufwand und Treibhauspotential während der Nutzungsphase nur ungenau bekannt. Für die Abschätzung wurde angenommen, dass solare und interne Gewinne mit  $4 \text{ kWh}/\text{a}/\text{m}^2$  Bauteilfläche beitragen. Die hellgrauen Fläche kennzeichnen den Bereich, in dem die Kurve mit großer Sicherheit liegt. Für die Wärmeerzeugung wurde ein Primärenergieaufwand von  $0,60 \text{ kWh}$  pro  $\text{kWh}$  Wärme und ein Treibhauspotential von  $0,16 \text{ kg CO}_2 \text{ Äqv}/\text{m}^2$  pro  $\text{kWh}$  Wärme angesetzt. Wärmequelle: Wärmepumpe (Luft).

### Hinweise

Berechnet für den Standort DIN V 18599, Heizperiode von Mitte Oktober bis Ende April. Die Berechnung basiert auf monatlichen Temperatur-Mittelwerten. Quelle: DIN V 18599-10:2007-02

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

## 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 [m²K/W]	Temperatur [°C]		Gewicht [kg/m²]
				min	max	
	Wärmeübergangswiderstand*		0,130	19,1	20,0	
1	1,25 cm Gipskartonplatte	0,250	0,050	18,7	19,3	8,5
2	1,25 cm Gipskartonplatte	0,250	0,050	18,3	19,1	8,5
3	4,5 cm Mineralwolle WLG032	0,032	1,406	7,2	18,8	0,8
	4,5 cm Fichte (7,5%)	0,130	0,346			1,5
4	0,02 cm Folie, PE	0,400	0,001	7,2	11,7	0,2
5	20 cm Mineralwolle WLG032	0,032	6,250	-19,6	11,7	3,6
	19,5 cm Fichte (Breite: 4,5 cm)	0,130	1,500	-17,6	7,2	8,1
6	0,95 cm Gipskartonplatte	0,250	0,038	-19,8	-19,2	6,5
7	0,015 cm Tyvek® Soft	0,230	0,001	-19,8	-19,6	0,1
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-20,0	-19,6	
8	2,8 cm Hinterlüftung (Außenluft)			-20,0	-20,0	0,0
9	2,1 cm Profilholz (Fichte/Tanne)			-20,0	-20,0	9,5
32,885 cm Gesamtes Bauteil			6,969			49,1

\*Annahme: Freie Luftzirkulation auf der Bauteilinnenseite.

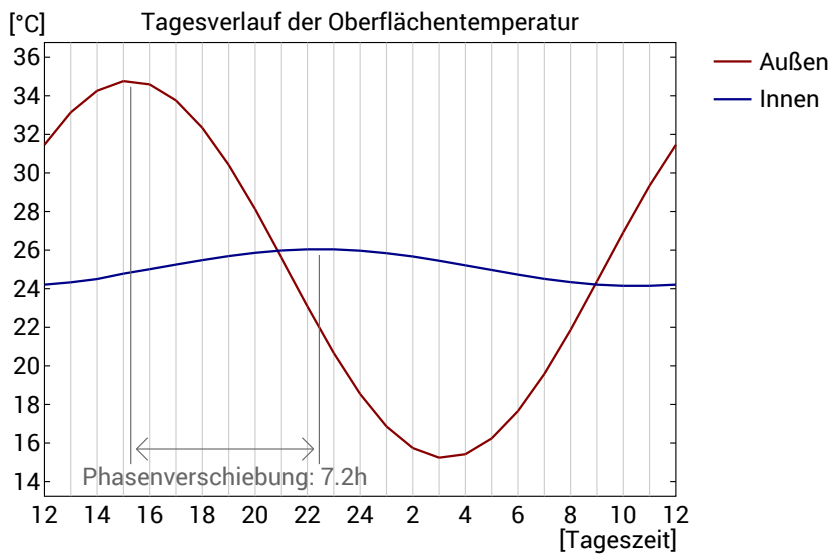
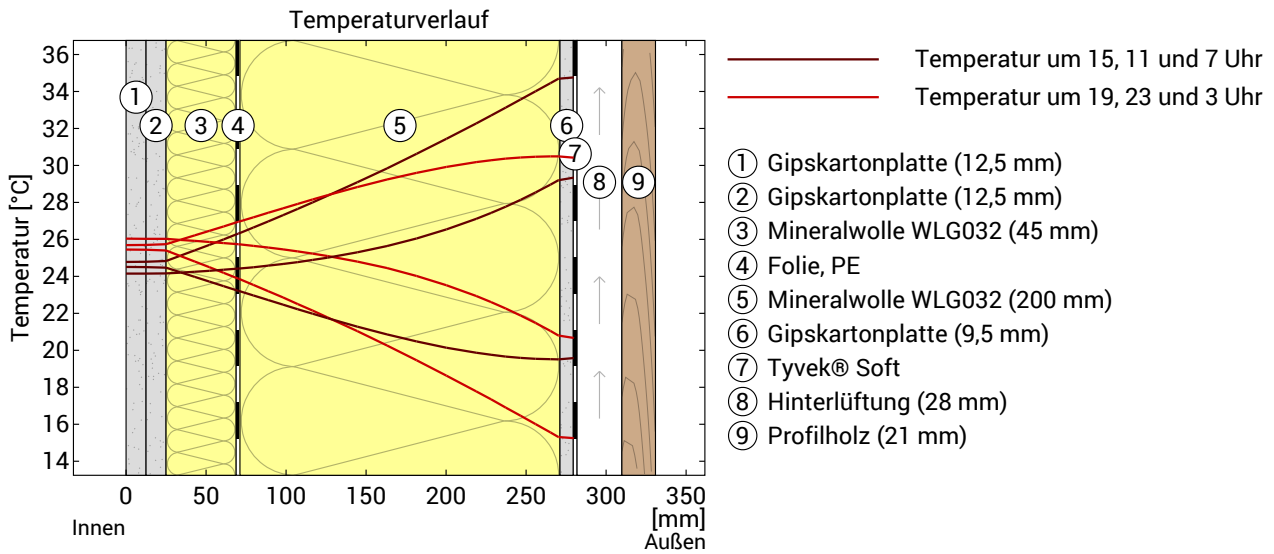
Oberflächentemperatur innen (min / mittel / max): 19,1°C 19,3°C 19,3°C  
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -19,8°C -19,8°C -19,6°C

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

Die von Ihnen angegebenen Temperaturen und/oder Luftfechtigkeiten entsprechen nicht der DIN 4108-3. Von der DIN 4108-3 sind folgende Werte fest vorgegeben:  $20^\circ\text{C}$  / 50% Luftfeuchtigkeit innen und  $-5^\circ\text{C}$  / 80% Luftfeuchtigkeit außen. Ändern Sie die Werte im Eingabeformular entsprechend um die Berechnung nach DIN 4108-3 zu ermöglichen.

## Hitzeschutz

Die folgenden Ergebnisse sind Eigenschaften des untersuchten Bauteils allein und machen keine Aussage über den Hitzeschutz des gesamten Raums:



**Obere Abbildung:** Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linien: um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.

**Untere Abbildung:** Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.

Phasenverschiebung*	7,2 h	Wärmespeicherfähigkeit (gesamtes Bauteil):	37 kJ/m <sup>2</sup> K
Amplitudendämpfung**	10,3	Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten:	22 kJ/m <sup>2</sup> K
TAV***	0,097		

\* 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.