

# PS\_Coat\_Holzständerwand

## Wärmeschutz

$U = 0,08 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Neubau KfW 40\*:  $U < 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



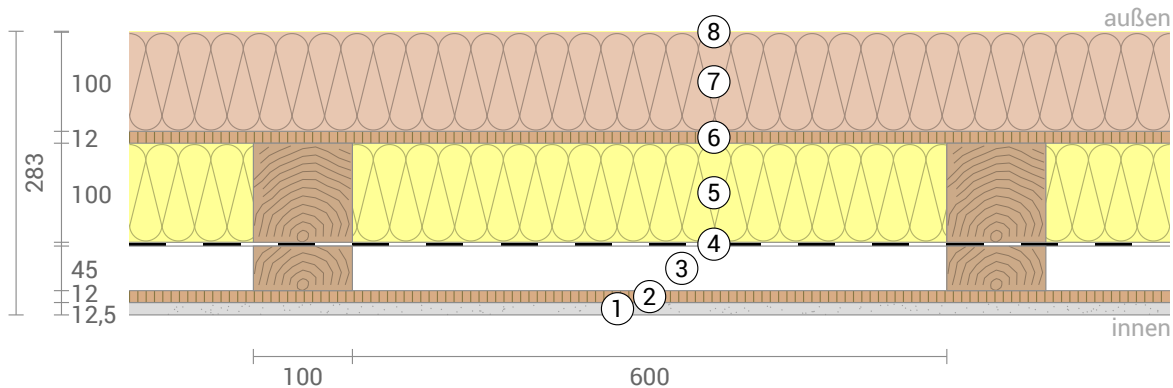
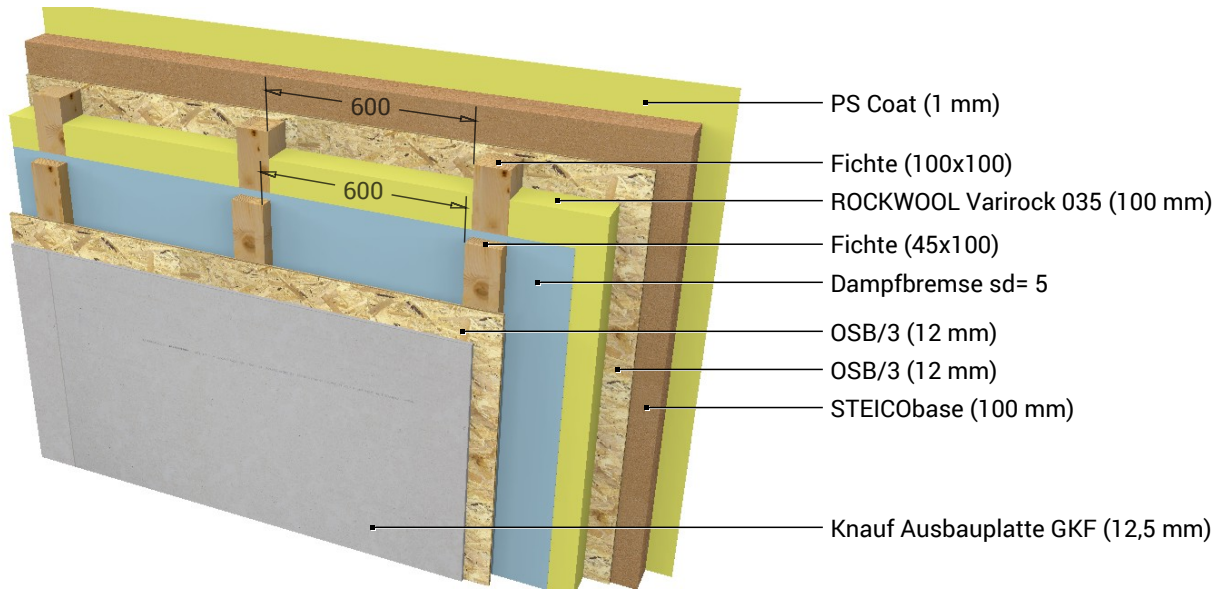
## Feuchteschutz

Trocknungsreserve:  $837 \text{ g}/\text{m}^2\text{a}$   
Kein Tauwasser



## Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung:  $>100$   
Phasenverschiebung: nicht relevant  
Wärmekapazität innen:  $87 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$



- |                                    |                                  |                       |
|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| ① Knauf Ausbauplatte GKF (12,5 mm) | ④ Dampfbremse sd= 5              | ⑦ STEICObase (100 mm) |
| ② OSB/3 (12 mm)                    | ⑤ ROCKWOOL Varirock 035 (100 mm) | ⑧ PS Coat (1 mm)      |
| ③ Installationsebene (45 mm)       | ⑥ OSB/3 (12 mm)                  |                       |

Raumluft: 20,0°C / 50%	sd-Wert: 11,7 m	Dicke: 28,3 cm
Außenluft: -5,0°C / 80%	Trocknungsreserve: $837 \text{ g}/\text{m}^2\text{a}$	Gewicht: $63 \text{ kg}/\text{m}^2$
Oberflächentemp.: 19,5°C / -4,9°C		Wärmekapazität: $107 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$

- Neubau KfW 40   
  BEG Einzelmaßn.   
  GEG 2020/24 Bestand   
  GEG 2023/24 Neubau

\*Vergleich des U-Werts mit 55% des U-Werts der Referenzausführung aus EnEV 2014 Anlage 1 Tabelle 1 (KfW 40 Neubau); den techn. Mindestanforderungen für BEG Einzelmaßnahmen; den Höchstwerten aus GEG Anlage 7 (GEG 2020-2024 Bestand); 70% des U-Werts der Referenzausführung aus GEG 2023/2024 Anlage 1 (GEG Neubau)

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

#	Material	Dicke [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]
Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)				0,130
1	Knauf Ausbauplatte GKF	1,25	0,230	0,054
2	OSB/3	1,20	0,130	0,092
3	Installationsebene	4,50	0,250	0,180
	Fichte (14%)	4,50	0,130	0,346
4	Dampfbremse sd= 5	0,05	0,220	0,002
5	ROCKWOOL Varirock 035	10,00	0,035	2,857
	Fichte (14%)	10,00	0,130	0,769
6	OSB/3	1,20	0,130	0,092
7	STEICObase	10,00	0,050	2,000
8	PS Coat	0,10	0,000	8,333
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 Luftschichten wurden wie folgt berechnet:

Schicht 3.1: Dicke 4.5 cm, Breite 60 cm, DIN EN ISO 6946 Tabelle 8, Wärmestromrichtung horizontal

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{tot,upper} = 13,470 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{tot,lower} = 12,997 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

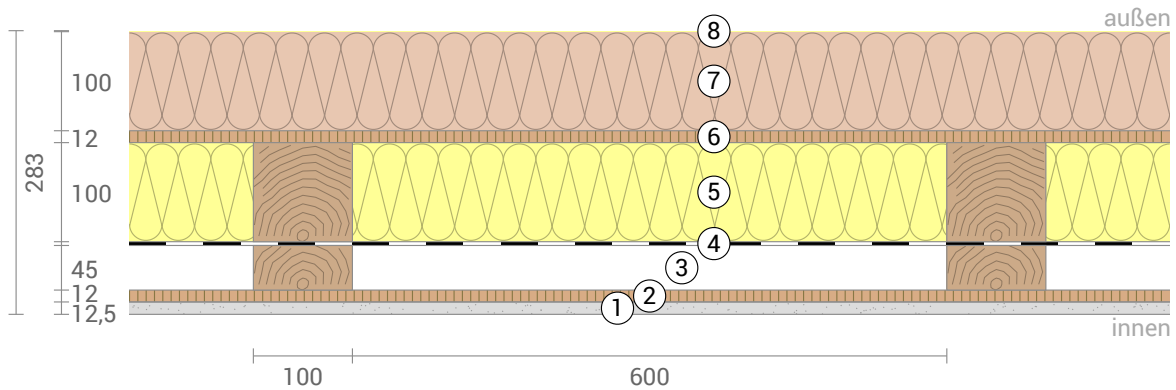
Prüfe Anwendbarkeit:  $R_{tot,upper} / R_{tot,lower} = 1,036$  (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand  $R_{tot} = (R_{tot,upper} + R_{tot,lower})/2 = 13,23 \text{ m}^2\text{K/W}$

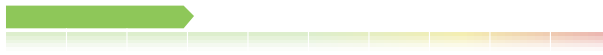
Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 1,8%

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1/R_{tot} = 0,08 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



## Ökobilanz

Wärmeverlust: 6 kWh/m² pro Heizperiode



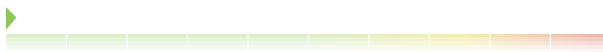
Wärmemenge, die durch einen Quadratmeter dieses Bauteils während der Heizperiode entweicht. Bitte beachten: Wegen interner und solarer Gewinne ist der Heizwärmebedarf geringer als der Wärmeverlust.

Primärenergie (nicht erneuerbar): >168 kWh/m²



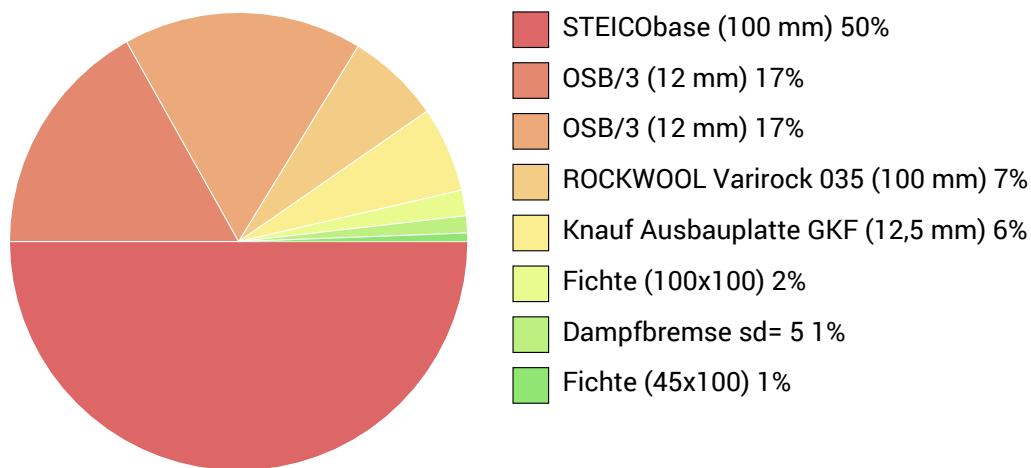
Nicht erneuerbare Primärenergie (=Energie aus fossilen Brennstoffen und Kernenergie) die zur Produktion der verwendeten Baustoffe aufgewendet wurde ("cradle to gate").

Treibhauspotential: -45 (?) kg CO2 Äqv./m²

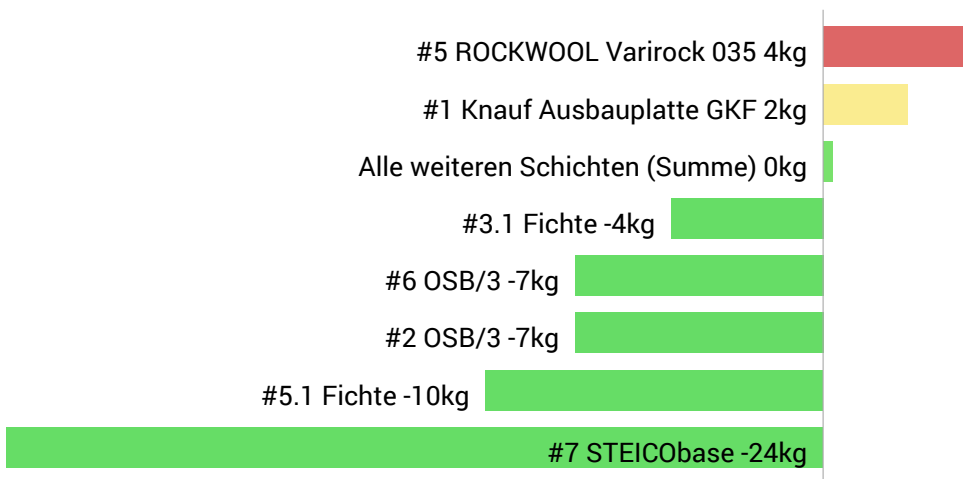


Sehr gut: Für die Produktion der verwendeten Baustoffe wurden der Atmosphäre insgesamt mehr Treibhausgase entzogen als zugeführt.

Zusammensetzung des nicht erneuerbaren Primärenergieaufwands der Herstellung:

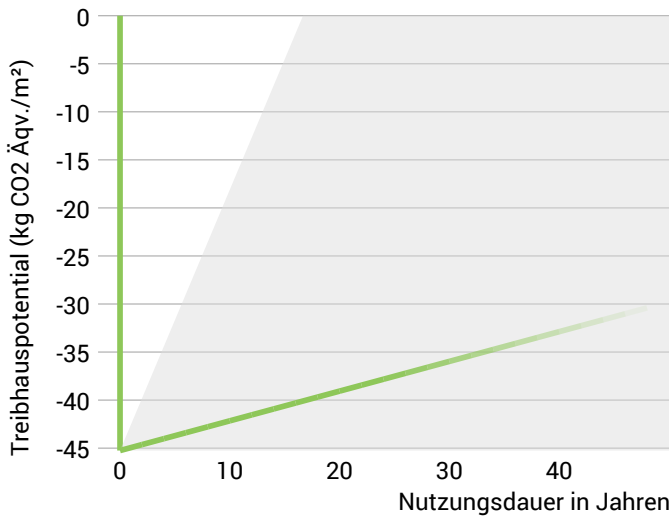


Zusammensetzung des Treibhauspotentials der Herstellung:



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

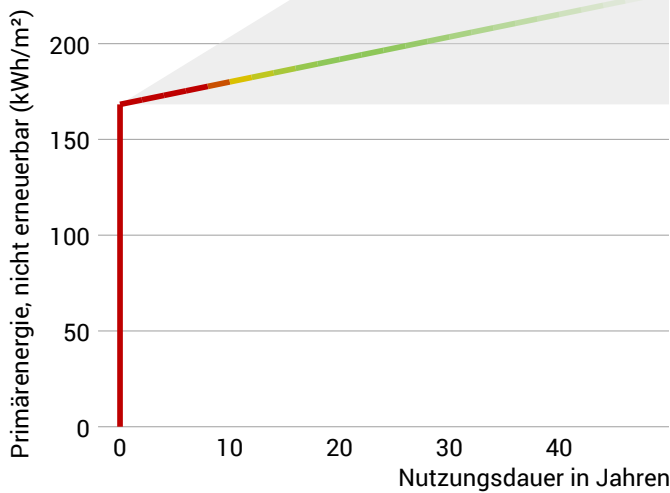
## Treibhauspotential und Primärenergie für Bau und Nutzung



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

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

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



Wegen unbekannter solarer und interner Gewinne kann der Heizwärmebedarf nur geschätzt werden. Dementsprechend sind Primärenergieaufwand und Treibhauspotential während der Nutzungsphase nur ungenau bekannt. Für die Abschätzung wurde angenommen, dass solare und interne Gewinne mit 4 kWh/a/m² Bauteilfläche beitragen. Die hellgrauen Fläche kennzeichnen den Bereich, in dem die Kurve mit großer Sicherheit liegt. Für die Wärmeerzeugung wurde ein Primärenergieaufwand von 0,60 kWh pro kWh Wärme und ein Treibhauspotential von 0,16 kg CO2 Äqv/m² pro kWh Wärme angesetzt. Wärmequelle: Wärmepumpe (Luft).

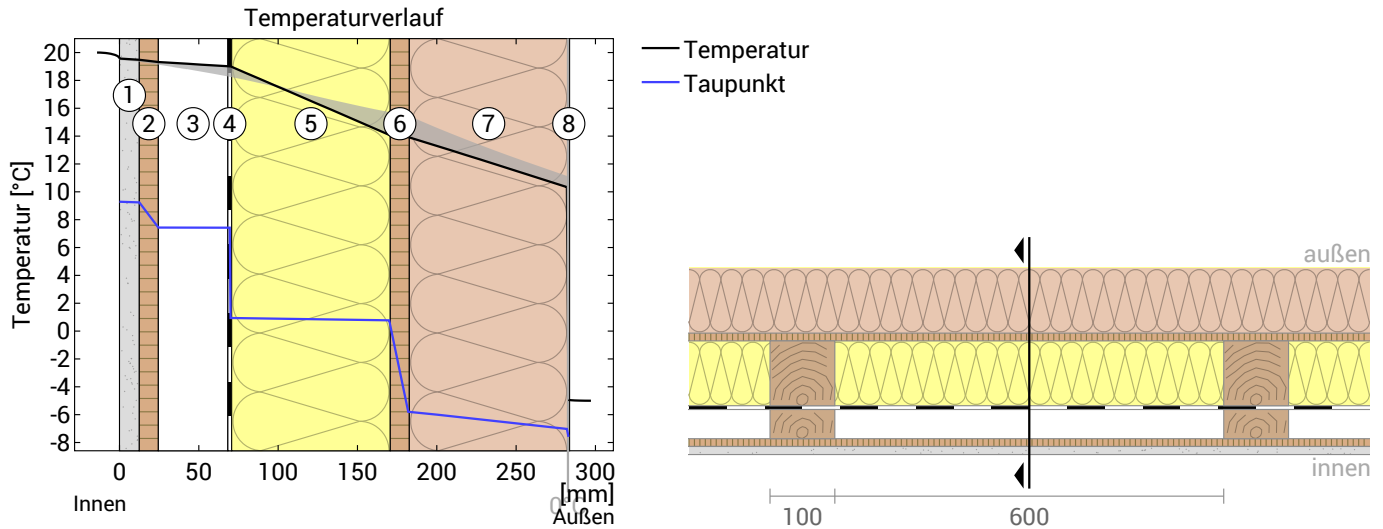
### Hinweise

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

Berechnet für den Standort 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



- ① Knauf Ausbauplatte GKF (12,5 mm)      ④ Dampfbremse sd= 5      ⑦ STEICObase (100 mm)
- ② OSB/3 (12 mm)      ⑤ ROCKWOOL Varirock 035 (100 mm)      ⑧ PS Coat (1 mm)
- ③ Installationsebene (45 mm)      ⑥ OSB/3 (12 mm)

**Links:** Verlauf von Temperatur und Taupunkt an der in der rechten Abbildung markierten Stelle. Der Taupunkt kennzeichnet die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensieren und Tauwasser entstehen würde. Solange die Temperatur des Bauteils an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser. Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.

**Rechts:** Maßstäbliche Zeichnung des Bauteils.

### Schichten (von innen nach außen)

#	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur [°C]		Gewicht [kg/m²]
				min	max	
		Wärmeübergangswiderstand*		19,5	20,0	
1	1,25 cm Knauf Ausbauplatte GKF	0,230	0,054	19,3	19,6	10,0
2	1,2 cm OSB/3	0,130	0,092	19,1	19,5	7,4
3	4,5 cm Installationsebene	0,250	0,180	18,6	19,3	0,0
	4,5 cm Fichte (14%)	0,130	0,346	18,3	19,1	2,9
4	0,05 cm Dampfbremse sd= 5	0,220	0,002	18,2	19,0	0,1
5	10 cm ROCKWOOL Varirock 035	0,035	2,857	14,1	19,0	3,4
	10 cm Fichte (14%)	0,130	0,769	15,7	18,6	6,4
6	1,2 cm OSB/3	0,130	0,092	13,9	15,7	7,4
7	10 cm STEICObase	0,050	2,000	10,3	15,5	25,0
8	0,1 cm PS Coat	0,000	8,333	-4,9	11,1	0,5
		Wärmeübergangswiderstand*		-5,0	-4,9	
28,3 cm Gesamtes Bauteil		13,251				63,3

\*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):      19,5°C    19,5°C    19,6°C  
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max):      -4,9°C    -4,9°C    -4,9°C

## Feuchteschutz

Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt: innen: 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit. Dieses Klima entspricht DIN 4108-3.

Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

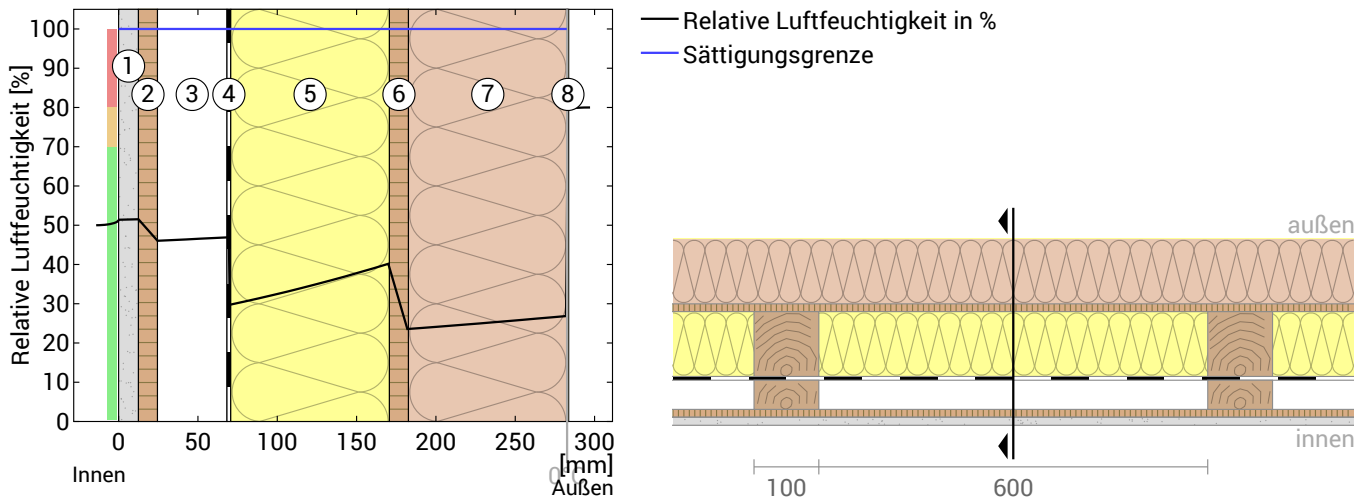
Trocknungsreserve gemäß DIN 4108-3:2018: 837 g/(m²a)  
 Von der DIN 68800-2 mindestens gefordert: 100 g/(m²a)

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser		Gewicht [kg/m²]
			[kg/m²]	[Gew.-%]	
1	1,25 cm Knauf Ausbauplatte GKF	0,05	-		10,0
2	1,2 cm OSB/3	1,80	-	-	7,4
3	4,5 cm Installationsebene	0,01	-		0,0
	4,5 cm Fichte (14%)	0,90	-	-	2,9
4	0,05 cm Dampfbremse sd= 5	5,00	-		0,1
5	10 cm ROCKWOOL Varirock 035	0,10	-		3,4
	10 cm Fichte (14%)	5,00	-	-	6,4
6	1,2 cm OSB/3	3,60	-	-	7,4
7	10 cm STEICObase	0,50	-		25,0
8	0,1 cm PS Coat	0,22	-		0,5
	28,3 cm Gesamtes Bauteil	11,71	0		63,3

## Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 19,5 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 52% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.

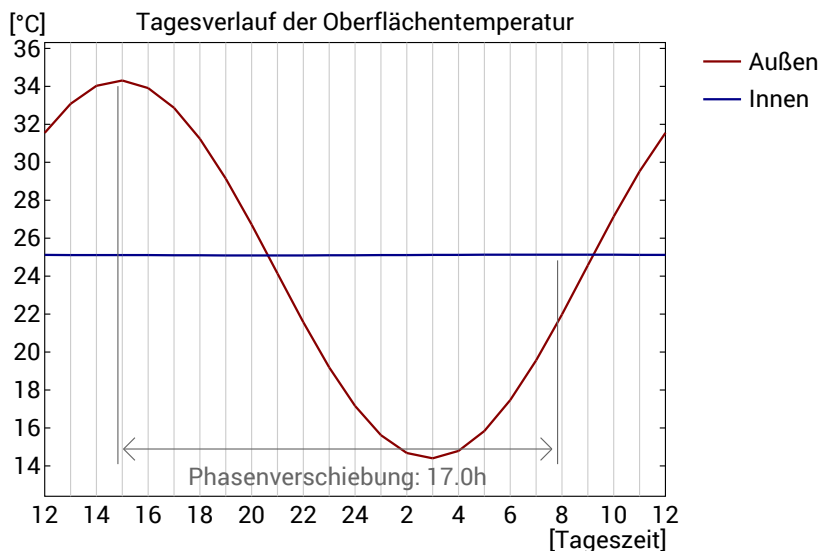
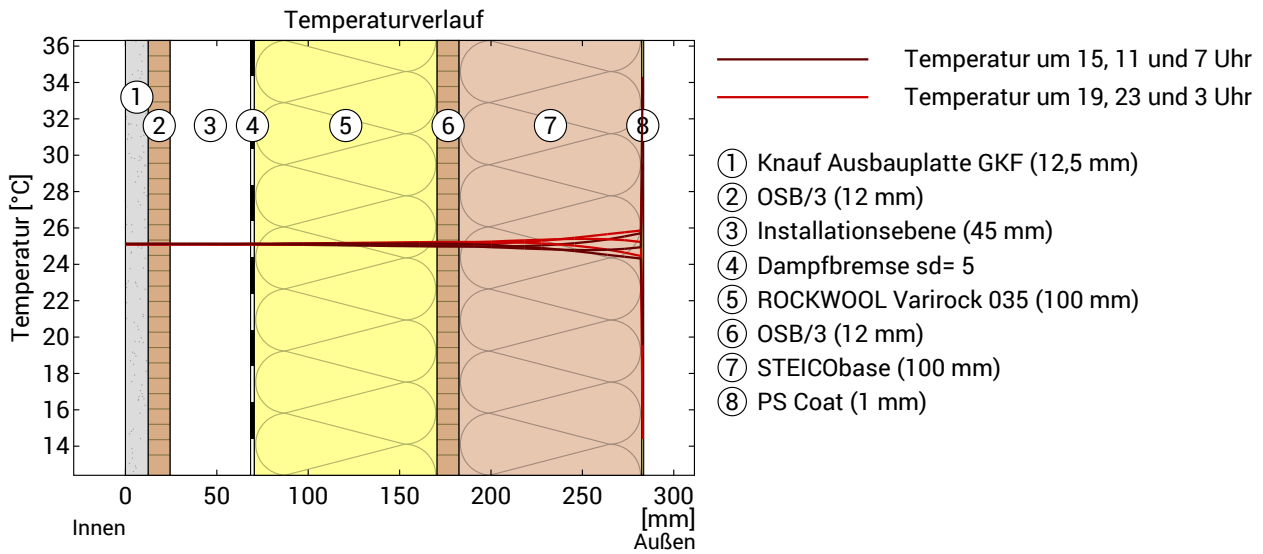


- ① Knauf Ausbauplatte GKF (12,5 mm)      ④ Dampfbremse sd= 5      ⑦ STEICObase (100 mm)
- ② OSB/3 (12 mm)      ⑤ ROCKWOOL Varirock 035 (100 mm)      ⑧ PS Coat (1 mm)
- ③ Installationsebene (45 mm)      ⑥ OSB/3 (12 mm)

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

## 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*	nicht relevant	Wärmespeicherfähigkeit (gesamtes Bauteil):	107 kJ/m²K
Amplitudendämpfung**	>100	Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten:	87 kJ/m²K
TAV***	0,002		

\* 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.