

Krafft AW Dämmung Riegelwerk

Wärmeschutz

$U = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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

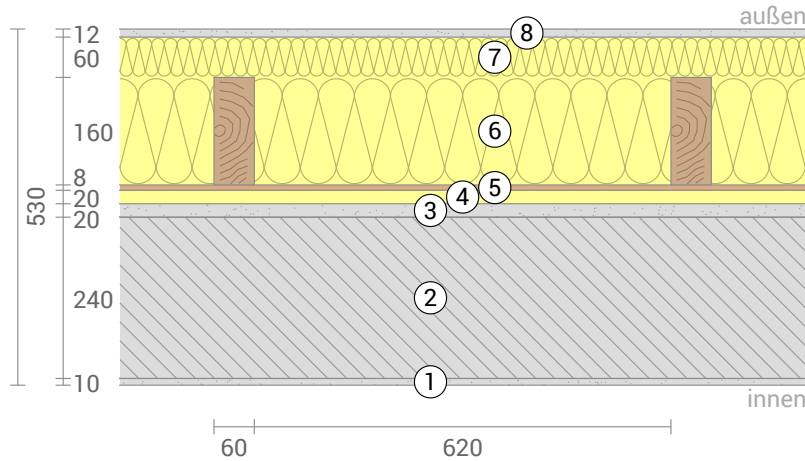


Feuchteschutz

Trocknungsreserve: 2481 g/m²a
Kein Tauwasser

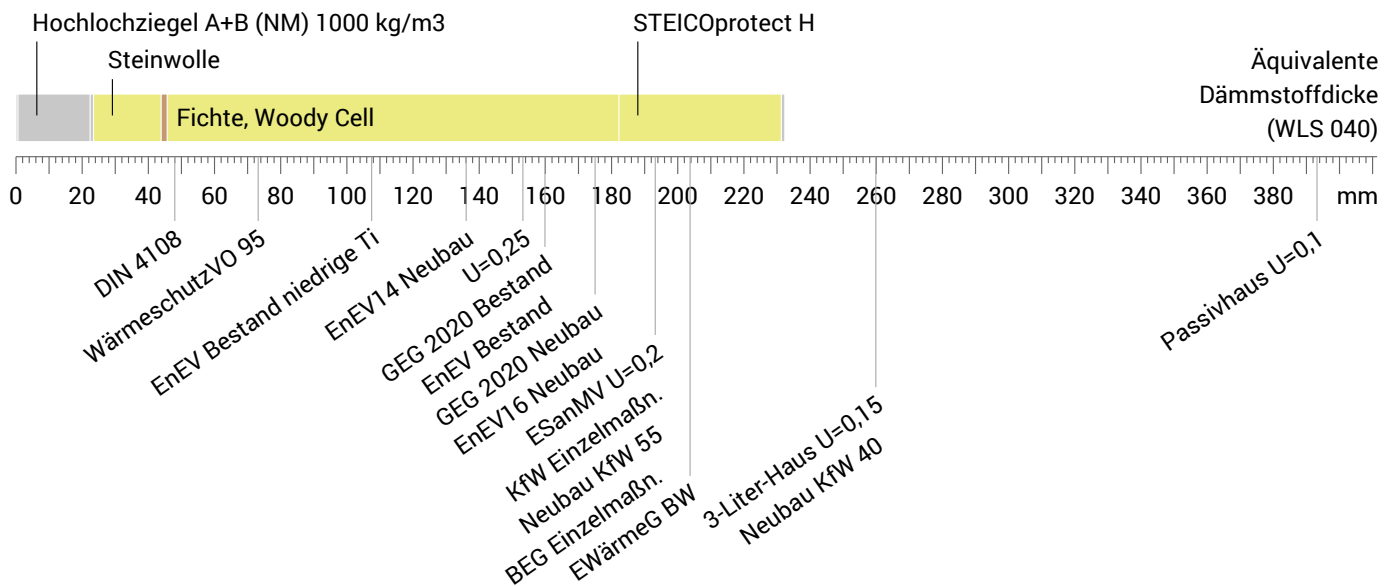
Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100
Phasenverschiebung: nicht relevant
Wärmekapazität innen: 289 kJ/m²K



- ① Gipsputz (10 mm)
- ④ Steinwolle (20 mm)
- ⑦ STEICOprotect H (60 mm)
- ② Hochlochziegel A+B 1000 kg/m³ (240 mm)
- ⑤ Funderplan (8 mm)
- ⑧ Baunit Scheibenputz SEP (12 mm)
- ③ Kalkputz (20 mm)
- ⑥ Woody Cell (160 mm)

Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten



Raumluf: 20,0°C / 50% Dicke: 53,0 cm
 Außenluft: -5,0°C / 80% sd-Wert: 3,7 m Gewicht: 347 kg/m²
 Oberflächentemp.: 19,0°C / -4,8°C Trocknungsreserve: 2481 g/m²a Wärmekapazität: 378 kJ/m²K

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

Krafft AW Dämmung Riegelwerk, $U=0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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	Gipsputz	1,00	0,700	0,014
2	Hochlochziegel A+B (NM) 1000 kg/m ³	24,00	0,450	0,533
3	Kalkputz	2,00	0,800	0,025
4	Steinwolle	2,00	0,040	0,500
5	Funderplan	0,80	0,180	0,044
6	Woody Cell	16,00	0,040	4,000
	Fichte (8,8%)	16,00	0,130	1,231
7	STEICOprotect H	6,00	0,050	1,200
8	Baumit Scheibenputz SEP	1,20	1,000	0,012
	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

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{\text{tot;upper}} = 6,099 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$.

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{\text{tot;lower}} = 5,836 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$.

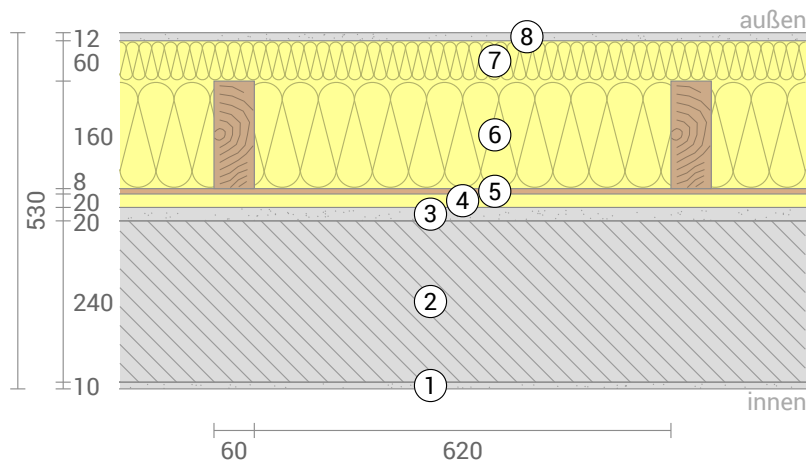
Prüfe Anwendbarkeit: $R_{\text{tot;upper}} / R_{\text{tot;lower}} = 1,045$ (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand $R_{\text{tot}} = (R_{\text{tot;upper}} + R_{\text{tot;lower}})/2 = 5,968 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

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

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Krafft AW Dämmung Riegelwerk, U=0,17 W/(m²K)

Ökobilanz

Wärmeverlust: 13 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): >234 kWh/m²



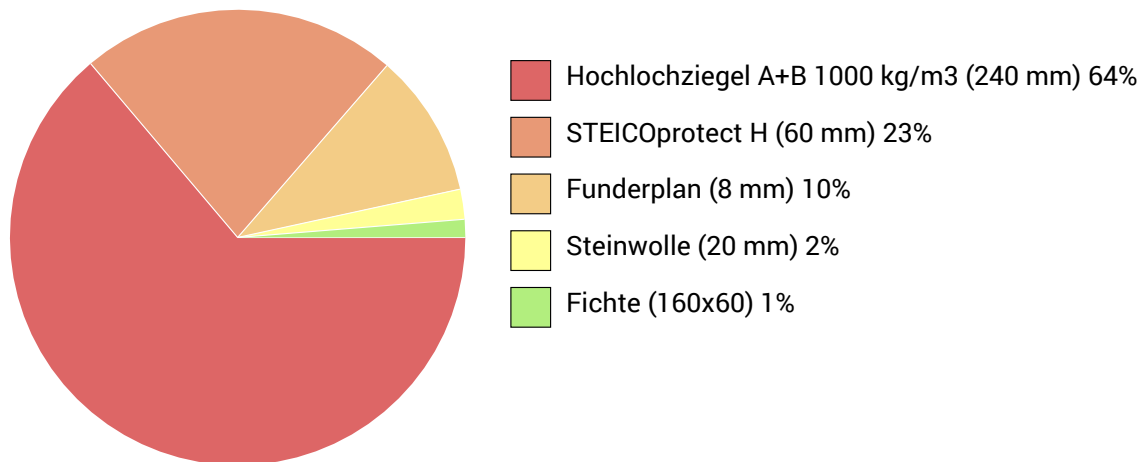
Nicht erneuerbare Primärenergie (=Energie aus fossilen Brennstoffen und Kernenergie) die zur Produktion der verwendeten Baustoffe aufgewendet wurde ("cradle to gate").

Treibhauspotential: 26 (?) kg CO₂ Äqv./m²

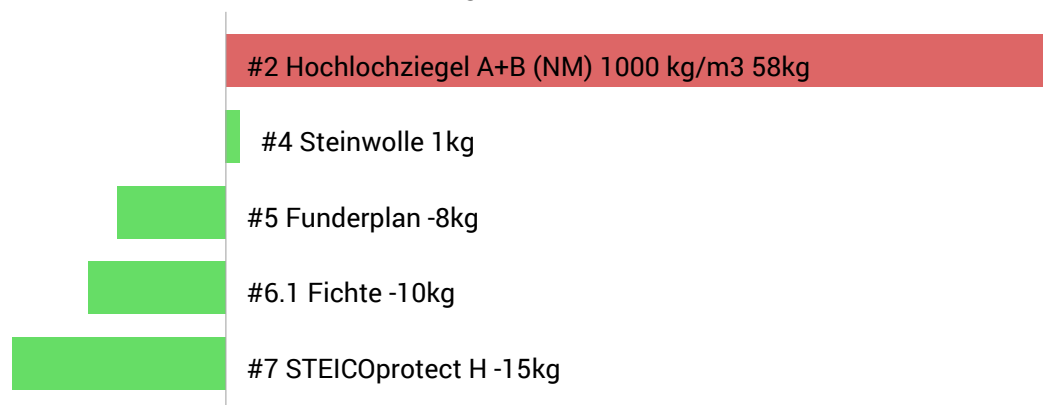


Menge an freigesetzten Treibhausgasen bei der Produktion der verwendeten Baustoffe ("cradle to gate").

Zusammensetzung des nicht erneuerbaren Primärenergieaufwands der Herstellung:



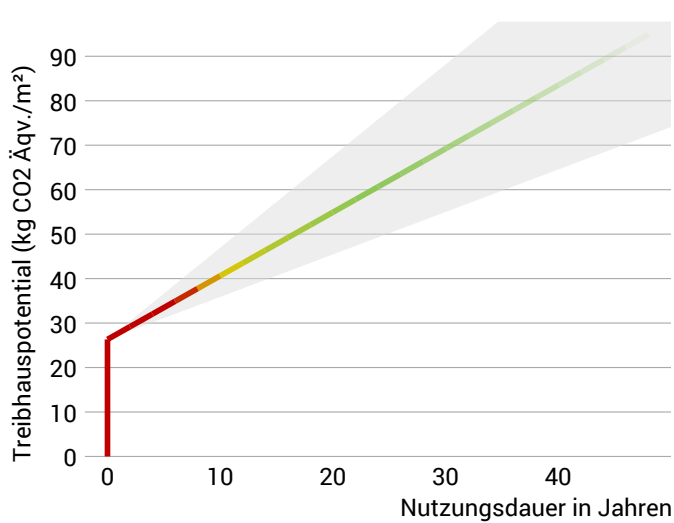
Zusammensetzung des Treibhauspotentials der Herstellung:



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

Krafft AW Dämmung Riegelwerk, $U=0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

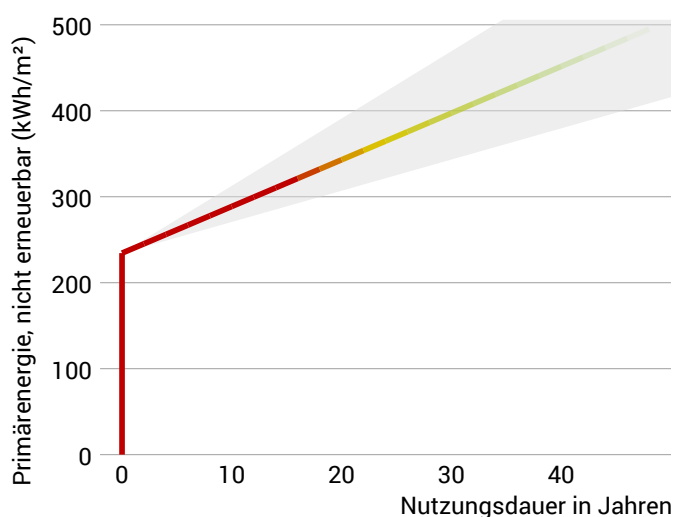
Treibhauspotential und Primärenergie für Bau und Nutzung



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 kWh Wärme und ein Treibhauspotential von $0,16 \text{ kg CO}_2 \text{ Äqv}/\text{m}^2$ pro kWh Wärme angesetzt. Wärmequelle: Wärmepumpe (Luft).

Hinweise

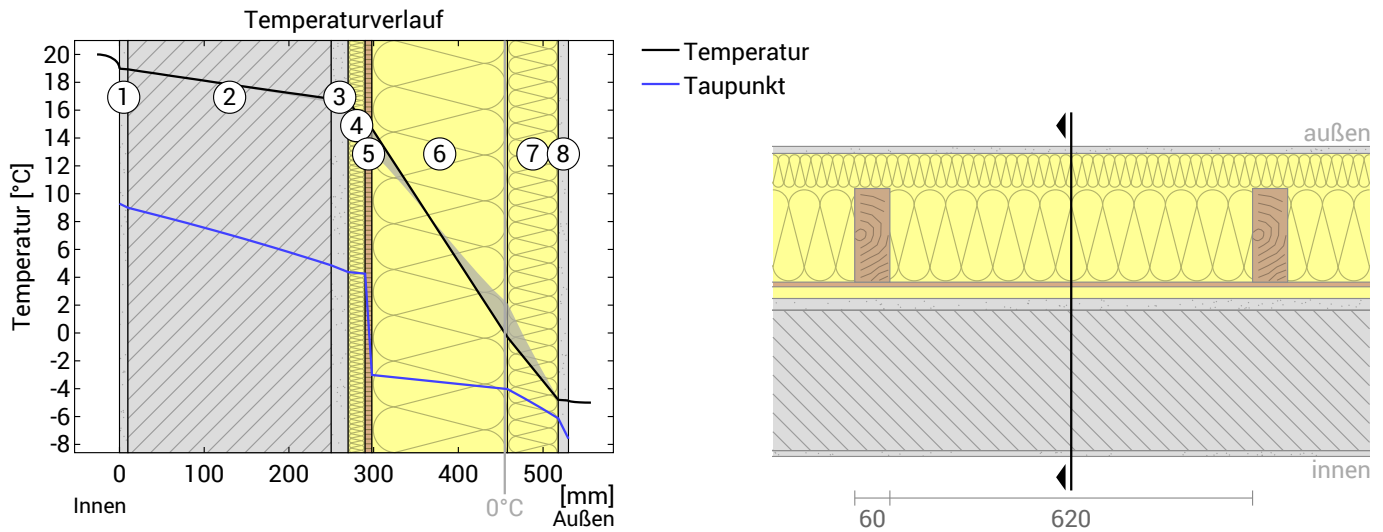
Achtung: Mindestens eine Schicht konnte nicht berücksichtigt werden, weil deren Primärenergieinhalt und/oder Treibhauspotential unbekannt ist.

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.

Krafft AW Dämmung Riegelwerk, $U=0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Temperaturverlauf



- | | | |
|---|-----------------------|-----------------------------------|
| ① Gipsputz (10 mm) | ④ Steinwolle (20 mm) | ⑦ STEICOprotect H (60 mm) |
| ② Hochlochziegel A+B 1000 kg/m ³ (...) | ⑤ Funderplan (8 mm) | ⑧ Baunit Scheibenputz SEP (12 mm) |
| ③ Kalkputz (20 mm) | ⑥ Woody Cell (160 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 [m ² K/W]	Temperatur [°C]		Gewicht [kg/m ²]
				min	max	
	Wärmeübergangswiderstand*		0,250	19,0	20,0	
1	1 cm Gipsputz	0,700	0,014	18,9	19,0	14,0
2	24 cm Hochlochziegel A+B (NM) 1000 kg/m ³	0,450	0,533	16,5	18,9	240,0
3	2 cm Kalkputz	0,800	0,025	16,4	16,8	28,0
4	2 cm Steinwolle	0,040	0,500	13,3	16,7	1,2
5	0,8 cm Funderplan	0,180	0,044	13,0	14,8	8,0
6	16 cm Woody Cell	0,040	4,000	-0,3	14,7	5,8
	16 cm Fichte (8,8%)	0,130	1,231	2,0	13,4	6,4
7	6 cm STEICOprotect H	0,050	1,200	-4,8	2,1	15,9
8	1,2 cm Baunit Scheibenputz SEP	1,000	0,012	-4,8	-4,7	27,6
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-5,0	-4,8	
	53 cm Gesamtes Bauteil		5,965			346,9

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

Krafft AW Dämmung Riegelwerk, $U=0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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.

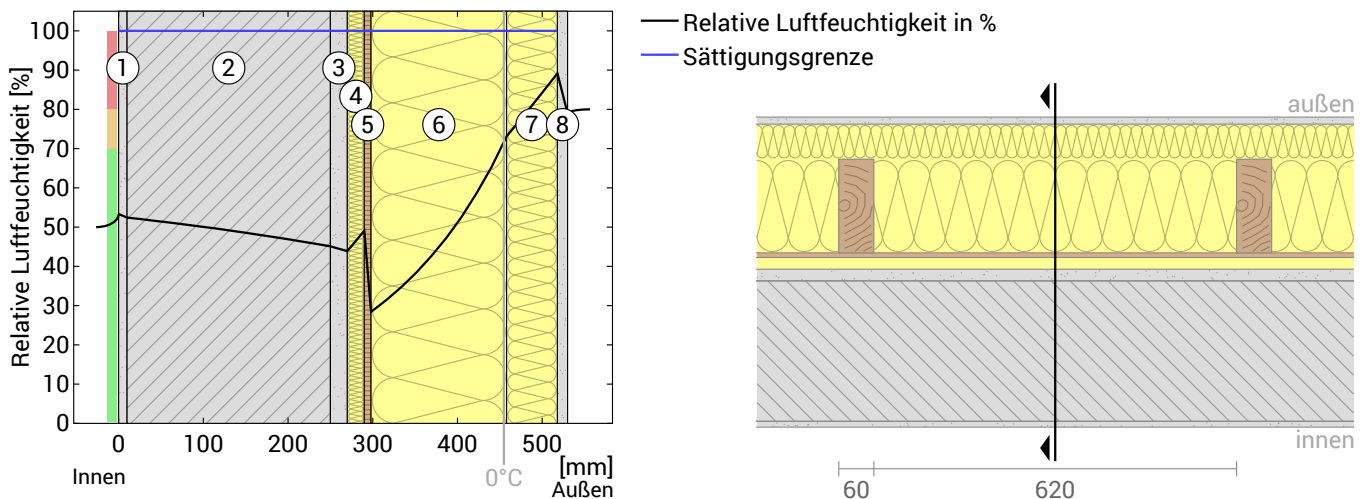
Trocknungsreserve gemäß DIN 4108-3:2018: 2481 g/(m²a)
Von der DIN 68800-2 mindestens gefordert: 100 g/(m²a)

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m ²] [Gew.-%]	Gewicht [kg/m ²]
1	1 cm Gipsputz	0,10	-	14,0
2	24 cm Hochlochziegel A+B (NM) 1000 kg/m ³	1,20	-	240,0
3	2 cm Kalkputz	0,12	-	28,0
4	2 cm Steinwolle	0,03	-	1,2
5	0,8 cm Funderplan	1,48	-	8,0
6	16 cm Woody Cell 16 cm Fichte (8,8%)	0,16 8,00	- -	5,8 6,4
7	6 cm STEICOprotect H	0,30	-	15,9
8	1,2 cm Baunit Scheibenputz SEP	0,18	-	27,6
	53 cm Gesamtes Bauteil	3,75		346,9

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 19,0 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 53% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



- | | | |
|---|-----------------------|-----------------------------------|
| ① Gipsputz (10 mm) | ④ Steinwolle (20 mm) | ⑦ STEICOprotect H (60 mm) |
| ② Hochlochziegel A+B 1000 kg/m ³ (...) | ⑤ Funderplan (8 mm) | ⑧ Baunit Scheibenputz SEP (12 mm) |
| ③ Kalkputz (20 mm) | ⑥ Woody Cell (160 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.

Krafft AW Dämmung Riegelwerk, $U=0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Feuchteschutz nach DIN 4108-3:2018 Anhang A

Dieser Feuchteschutznachweis ist nur bei **nicht klimatisierten** Wohn- oder wohnähnlich genutzten Gebäuden gültig.
Bitte beachten Sie die Hinweise am Ende dieser Feuchteschutzberechnungen.

#	Material	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	sd [m]	ρ [kg/m ³]	T [°C]	ps [Pa]	Σ sd [m]
Wärmeübergangswiderstand			0,250					
1	1 cm Gipsputz	0,700	0,014	0,1	1400	19,06	2204	0
2	24 cm Hochlochziegel A+B (NM) 1000 kg/m ³	0,450	0,533	1,2	1000	19,00	2196	0,1
3	2 cm Kalkputz	0,800	0,025	0,12	1400	16,99	1935	1,3
4	2 cm Steinwolle	0,040	0,500	0,03	60	16,89	1924	1,42
5	0,8 cm Funderplan	0,180	0,044	1,48	1000	15,00	1705	1,45
6	16 cm Woody Cell	0,040	4,000	0,16	40	14,84	1687	2,93
7	6 cm STEICOprotect H	0,050	1,200	0,3	265	-0,27	598	3,09
8	1,2 cm Baunit Scheibenputz SEP	1,000	0,012	0,18	2300	-4,80	408	3,39
Wärmeübergangswiderstand			0,040			-4,85	406	3,57

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

Luftfeuchte an der Bauteiloberfläche

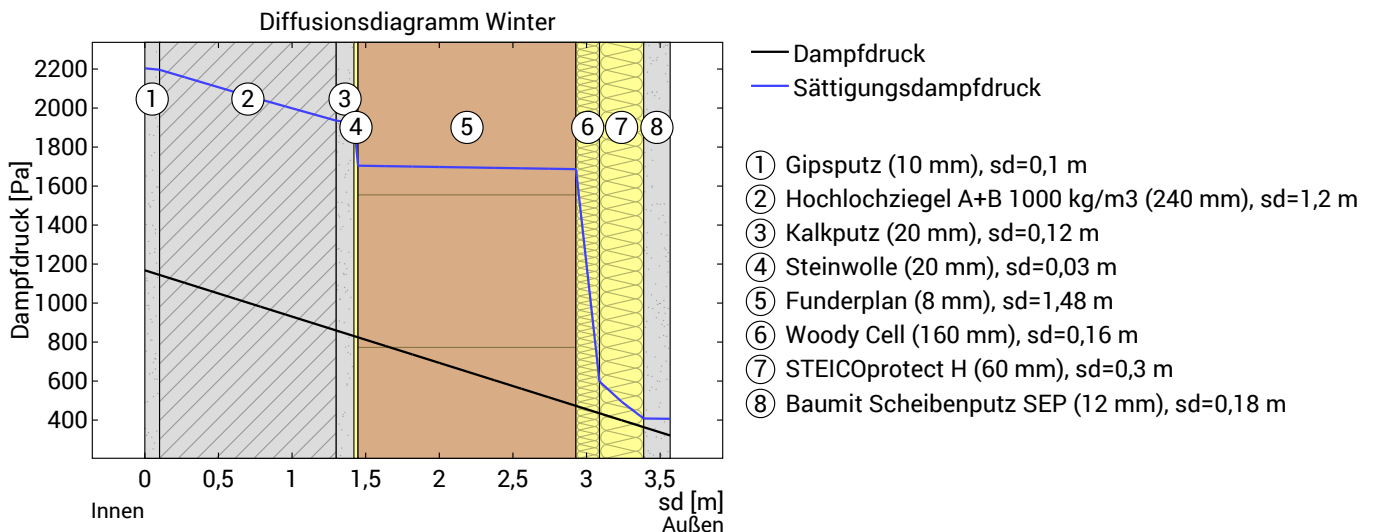
Die relative Luftfeuchtigkeit auf der raumseitigen Bauteiloberfläche beträgt 53%. Anforderungen zur Vermeidung von Baustoffkorrosion hängen von Material und Beschichtung ab und wurden nicht untersucht.



Tauperiode (Winter)

Randbedingungen

Dampfdruck innen bei 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit	$p_i = 1168 \text{ Pa}$
Dampfdruck außen bei -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit	$p_e = 321 \text{ Pa}$
Dauer Tauperiode (90 Tage)	$t_c = 7776000 \text{ s}$
Wasserdampf-Diffusionsleitkoeffizient in ruhender Luft	$\delta_0 = 2.0\text{E}-10 \text{ kg}/(\text{m}^*\text{s}*\text{Pa})$
sd-Wert (gesamtes Bauteil)	$s_{de} = 3,57 \text{ m}$



Unter den angenommenen Bedingungen ist der untersuchte Querschnitt frei von Tauwasserbildung im Bauteilinneren.



Berechne Verdunstungspotential für die Trocknungsreserve in der Tauperiode für die Ebene mit dem geringsten Verdunstungspotential:

$s_d=3,09 \text{ m}$; $x=45,8 \text{ cm}$; $p_s=598 \text{ pa}$:

Schichtgrenze zwischen Woody Cell und STEICOprotect H

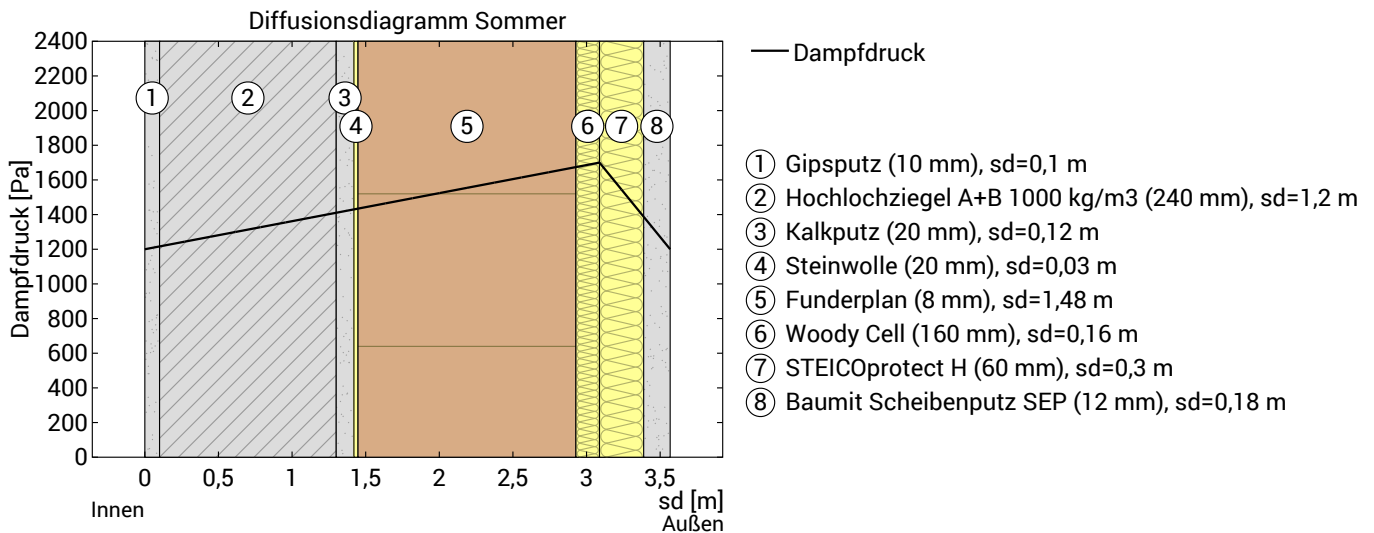
$$M_{ev, \text{Tauperiode}} = t_c \cdot \delta_0 \cdot ((p_s - p_i) / s_{d_{ev}} + (p_s - p_e) / (s_{de} - s_{d_{ev}})) = 0,609 \text{ kg/m}^2$$

Krafft AW Dämmung Riegelwerk, $U=0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Verdunstungsperiode (Sommer)

Randbedingungen

Dampfdruck innen	$p_i = 1200 \text{ Pa}$
Dampfdruck außen	$p_e = 1200 \text{ Pa}$
Sättigungsdampfdruck in der Tauwasserebene	$p_s = 1700 \text{ Pa}$
Dauer Verdunstungsperiode (90 Tage)	$t_{ev} = 7776000 \text{ s}$
sd-Werte bleiben unverändert.	



Tauwasserfreies Bauteil: Es wird die maximal mögliche Verdunstungsmasse für die Trocknungsreserve berechnet. Betrachtet wird die Ebene, die in der Tauperiode das geringste Verdunstungspotential aufweist bei $sd=3,09 \text{ m}$; $x=45,8 \text{ cm}$: Schichtgrenze zwischen Woody Cell und STEICOprotect H
 Verdunstungsmenge: $M_{ev} = \delta_0 \cdot t_{ev} \cdot [(p_s - p_i)/sd + (p_s - p_e)/(s_{de} - sd)] = 1,87 \text{ kg/m}^2$

Trocknungsreserve (DIN 68800-2)

Tauwasserfreies Bauteil: Das Verdunstungspotential der Tauperiode wird ebenfalls berücksichtigt.
 Trocknungsreserve: $M_r = (M_{ev} + M_{ev, \text{Tauperiode}}) \cdot 1000 = 2481 \text{ g/m}^2/\text{a}$
 Mindestens gefordert bei Wänden und Decken: $100 \text{ g/m}^2/\text{a}$



Bewertung gemäß DIN 4108-3

Das Bauteil ist diffusionstechnisch zulässig.

Hinweise

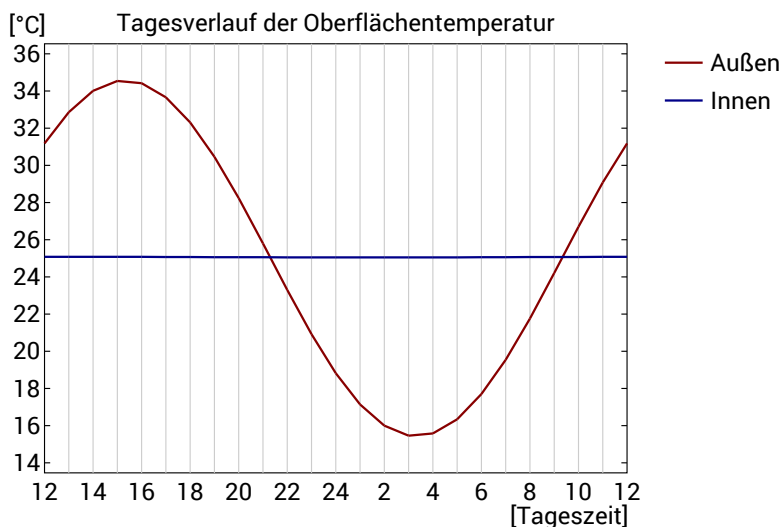
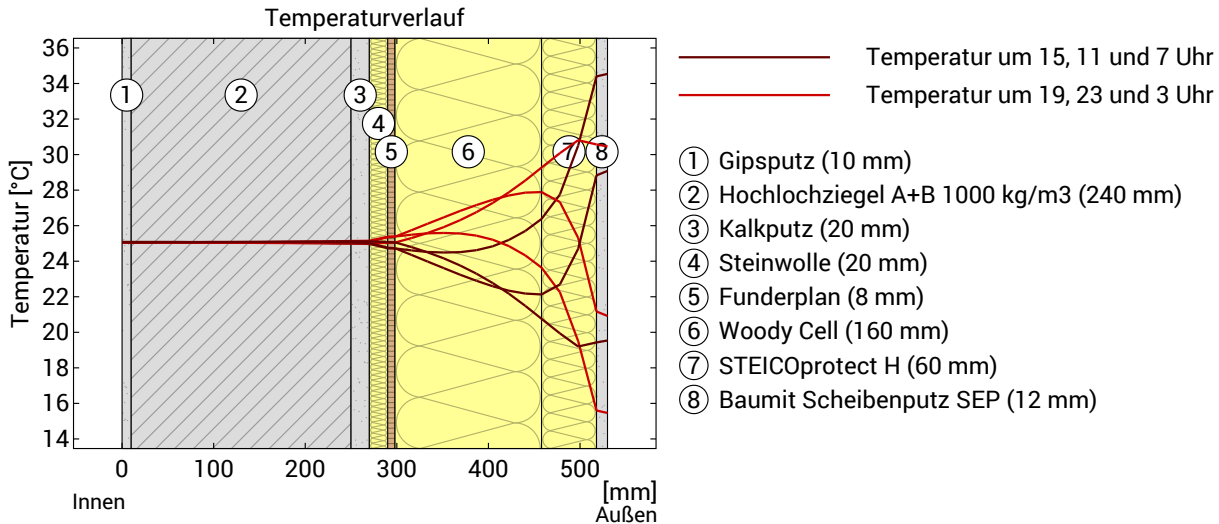
Bei inhomogenen Konstruktionen, wie Skelett-, Ständer- oder Rahmenbauweisen sowie bei Holzbalken-, Sparren- oder Fachwerk-Konstruktionen o.ä. sind die eindimensionalen Diffusionsberechnungen nur für den Gefachbereich nachzuweisen. Ausnahmefälle sind Sonderkonstruktionen, bei denen z.B. die diffusionshemmende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

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

Krafft AW Dämmung Riegelwerk, $U=0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Hitzeschutz

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



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

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

Phasenverschiebung*	nicht relevant	Wärmespeicherkapazität (gesamtes Bauteil):	378 kJ/m ² K
Amplitudendämpfung**	>100	Wärmespeicherkapazität der inneren Schichten:	289 kJ/m ² K
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: $TAV = 1/\text{Amplitudendämpfung}$

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.

Krafft AW Dämmung Riegelwerk, $U=0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Hinweise

Es sind keine Hinweise zu dieser Berechnung vorhanden.