

Dachkonstruktion

Wärmeschutz

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

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



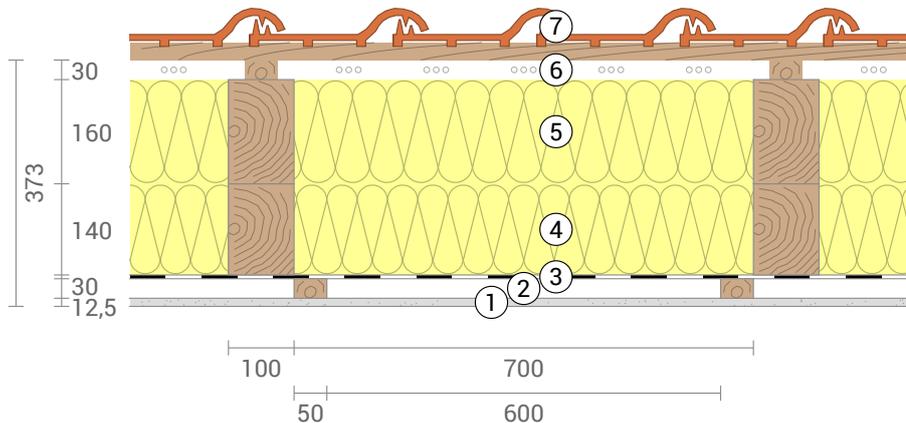
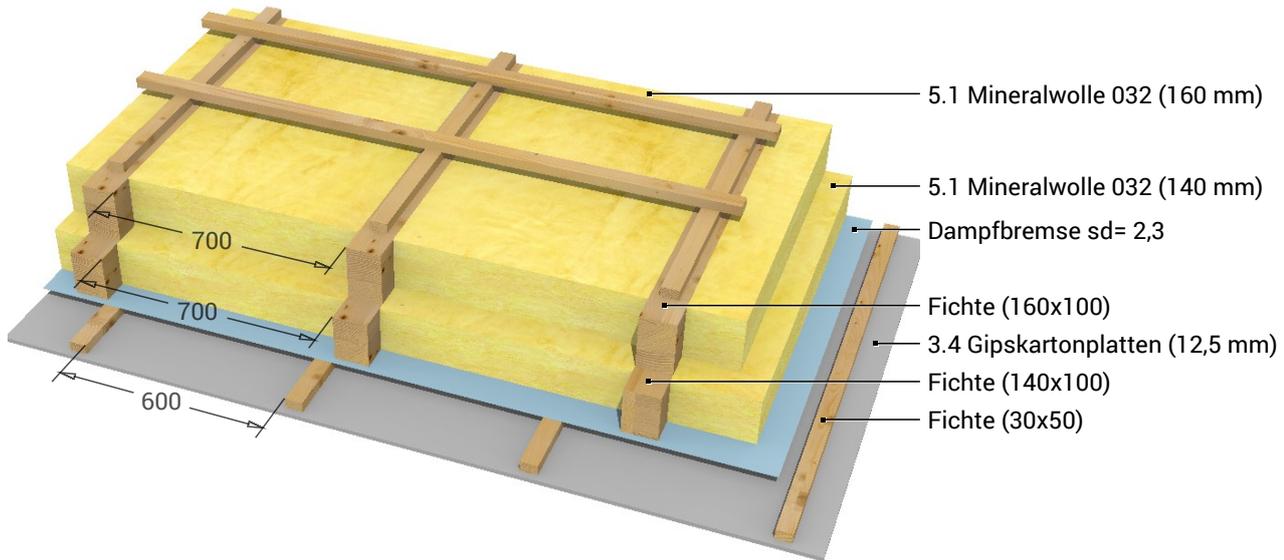
Feuchteschutz

Trocknungsreserve: 15335 g/m²a
Kein Tauwasser



Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 8,2
Phasenverschiebung: 7,1 h
Wärmekapazität innen: 26 kJ/m²K



- ① 3.4 Gipskartonplatten (12,5 mm)
- ② Luftschicht (30 mm)
- ③ Dampfbremse sd= 2,3
- ④ 5.1 Mineralwolle 032 (140 mm)
- ⑤ 5.1 Mineralwolle 032 (160 mm)
- ⑥ Hinterlüftung (30 mm)
- ⑦ Dachsteine inkl. Lattung (103 mm)

Raumluft: 20,0°C / 50%	sd-Wert: 2,8 m	Dicke: 47,6 cm
Außenluft: -5,0°C / 80%	Trocknungsreserve: 15335 g/m ² a	Gewicht: 88 kg/m ²
Oberflächentemp.: 18,5°C / -4,9°C		Wärmekapazität: 42 kJ/m ² K

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

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

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	3.4 Gipskartonplatten	1,25	0,250	0,050
2	Luftschicht (ruhend)	3,00	0,188	0,160
	Fichte (7,7%)	3,00	0,130	0,231
3	Dampfbremse sd= 2,3	0,05	0,220	0,002
4	5.1 Mineralwolle 032	14,00	0,032	4,375
	Fichte (12%)	14,00	0,130	1,077
5	5.1 Mineralwolle 032	16,00	0,032	5,000
	Fichte (12%)	16,00	0,130	1,231
	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 2.1: Dicke 3 cm, Breite 60 cm, DIN EN ISO 6946 Tabelle 8, Wärmestromrichtung aufwärts

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{\text{tot,upper}} = 7,390 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$.

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{\text{tot,lower}} = 7,195 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$.

Prüfe Anwendbarkeit: $R_{\text{tot,upper}} / R_{\text{tot,lower}} = 1,027$ (maximal erlaubt: 1,5)

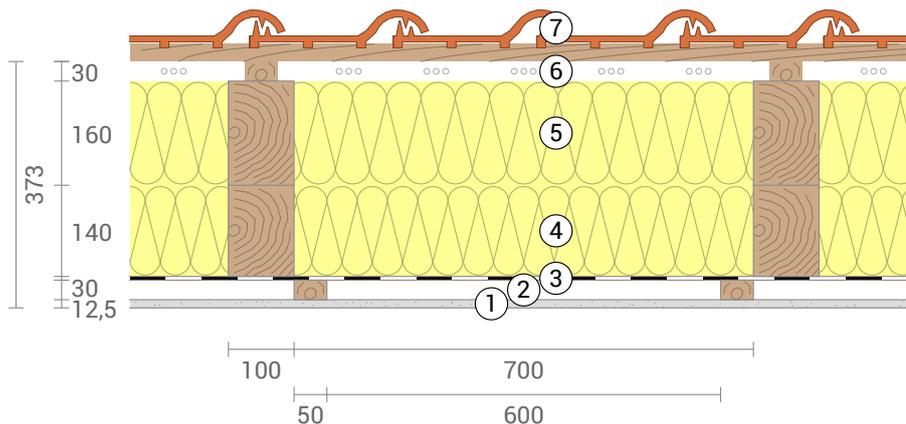
Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand $R_{\text{tot}} = (R_{\text{tot,upper}} + R_{\text{tot,lower}})/2 = 7,293 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 1,3%

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

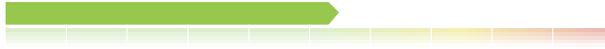
Das Bauteil enthält mehrere inhomogene Schichten unterschiedlicher Gesamtbreite. Für sämtliche Berechnungen wurde angenommen, dass sich die Schichtenanordnung in der Breite alle 80 cm wiederholt. Dies trifft jedoch mindestens für Schicht 2 mit einer Gesamtbreite von 65 cm nicht zu und kann eine erhöhte Ungenauigkeit des U-Werts verursachen.



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

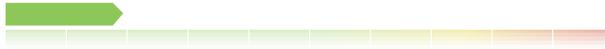
Ökobilanz

Wärmeverlust: $11 \text{ kWh}/\text{m}^2$ 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): $62 \text{ kWh}/\text{m}^2$



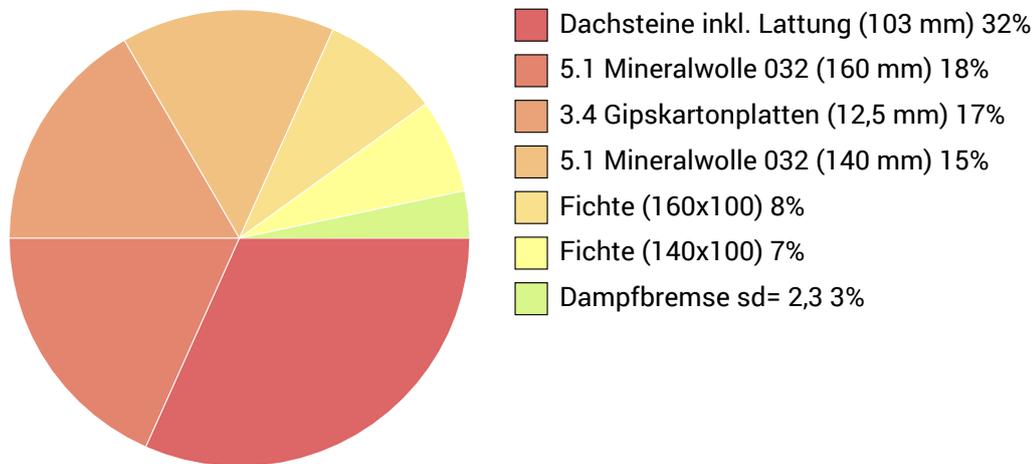
Nicht erneuerbare Primärenergie (=Energie aus fossilen Brennstoffen und Kernenergie) die zur Produktion der verwendeten Baustoffe aufgewendet wurde ("cradle to gate").

Treibhauspotential: $-15 \text{ kg CO}_2 \text{ Äqv.}/\text{m}^2$



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

Zusammensetzung des nicht erneuerbaren Primärenergieaufwands der Herstellung:

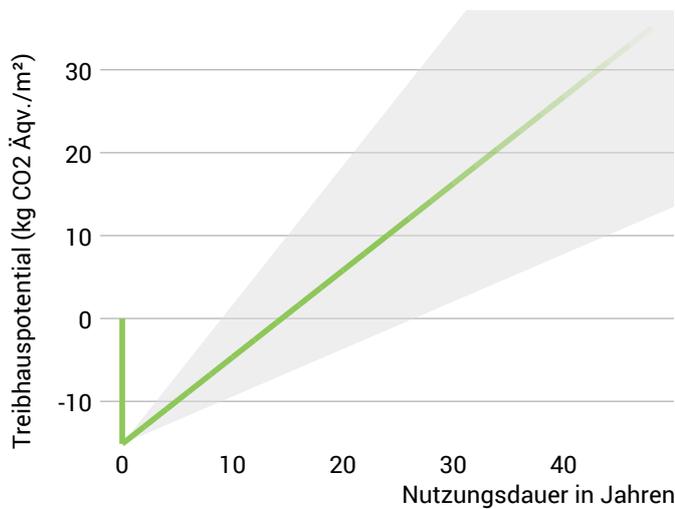


Zusammensetzung des Treibhauspotentials der Herstellung:



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

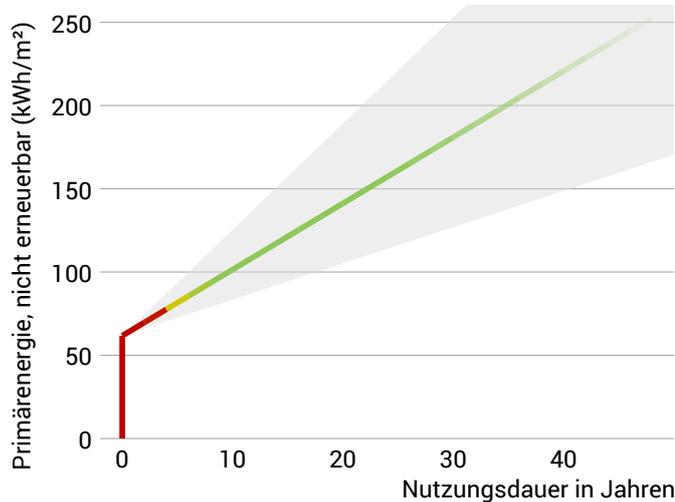
Treibhauspotential und Primärenergie für Bau und Nutzung



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).

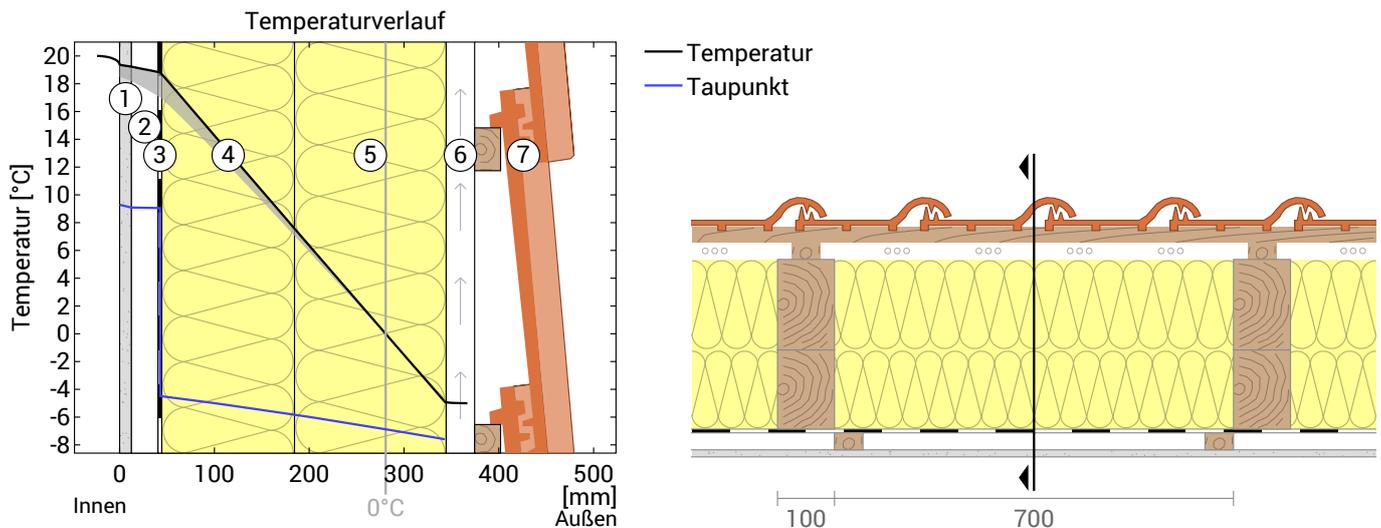
Hinweise

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.

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

Temperaturverlauf



- ① 3.4 Gipskartonplatten (12,5 mm) ④ 5.1 Mineralwolle 032 (140 mm) ⑦ Dachsteine inkl. Lattung (103 mm)
 ② Luftschicht (30 mm) ⑤ 5.1 Mineralwolle 032 (160 mm)
 ③ Dampfbremse $sd= 2,3$ ⑥ Hinterlüftung (30 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	18,5	20,0	
1	1,25 cm 3.4 Gipskartonplatten	0,250	0,050	18,2	19,4	10,0
2	3 cm Luftschicht (ruhend)	0,188	0,160	17,0	19,2	0,0
	3 cm Fichte (7,7%)	0,130	0,231	17,3	18,9	1,1
3	0,05 cm Dampfbremse $sd= 2,3$	0,220	0,002	17,0	18,8	0,1
4	14 cm 5.1 Mineralwolle 032	0,032	4,375	7,2	18,8	1,8
	14 cm Fichte (12%)	0,130	1,077	7,2	17,4	10,1
5	16 cm 5.1 Mineralwolle 032	0,032	5,000	-4,9	7,7	2,0
	16 cm Fichte (12%)	0,130	1,231	-4,7	7,2	11,5
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-5,0	-4,6	
6	3 cm Hinterlüftung (Außenluft)			-5,0	-5,0	0,0
7	10,3 cm Dachsteine inkl. Lattung			-5,0	-5,0	51,5
	47,6 cm Gesamtes Bauteil		7,326			88,1

*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): 18,5°C 19,2°C 19,4°C
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -4,9°C -4,9°C -4,6°C

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

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.

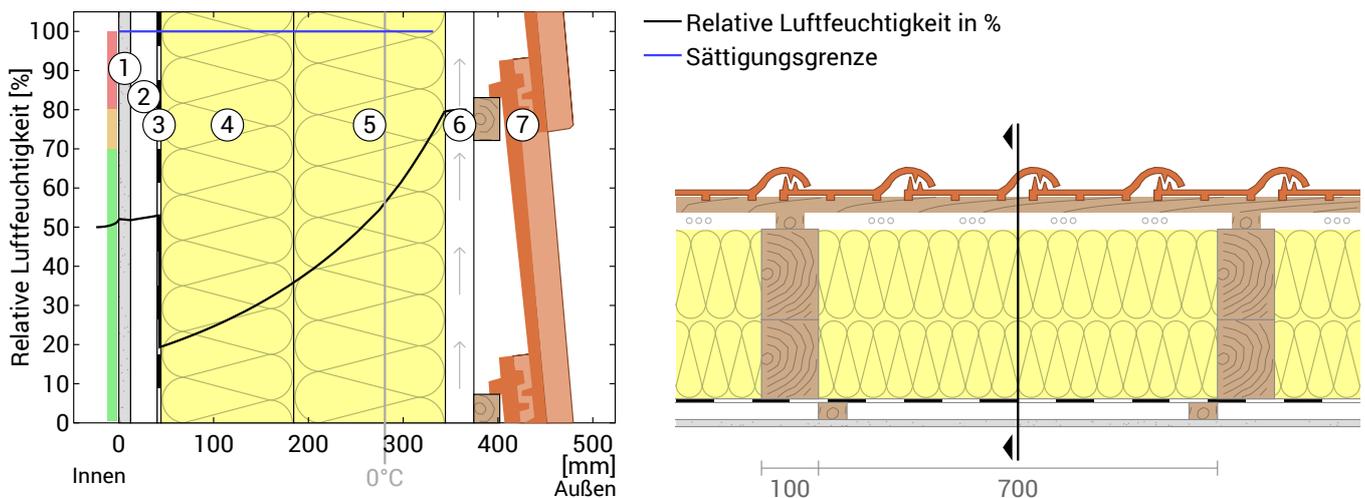
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

Trocknungsreserve gemäß DIN 4108-3:2018: $15335 \text{ g}/(\text{m}^2\text{a})$
 Von der DIN 68800-2 mindestens gefordert: $250 \text{ g}/(\text{m}^2\text{a})$

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m ²] [Gew.-%]	Gewicht [kg/m ²]
1	1,25 cm 3.4 Gipskartonplatten	0,05	-	10,0
2	3 cm Luftschicht (ruhend)	0,01	-	0,0
	3 cm Fichte (7,7%)	0,60	-	1,1
3	0,05 cm Dampfbremse $sd= 2,3$	2,30	-	0,1
4	14 cm 5.1 Mineralwolle 032	0,14	-	1,8
	14 cm Fichte (12%)	2,80	-	10,1
5	16 cm 5.1 Mineralwolle 032	0,16	-	2,0
	16 cm Fichte (12%)	8,00	-	11,5
	47,6 cm Gesamtes Bauteil	2,84	0	88,1

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt $18,5^\circ\text{C}$ was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 55% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein. Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



- ① 3.4 Gipskartonplatten (12,5 mm)
- ② Luftschicht (30 mm)
- ③ Dampfbremse $sd= 2,3$
- ④ 5.1 Mineralwolle 032 (140 mm)
- ⑤ 5.1 Mineralwolle 032 (160 mm)
- ⑥ Hinterlüftung (30 mm)
- ⑦ Dachsteine inkl. Lattung (103 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.

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

Feuchteschutz nach DIN 4108-3:2018 Anhang A

Dieser Feuchteschutznachweis ist nur bei **nicht klimatisierten** Wohn- oder wohnähnlich genutzten Gebäuden gültig.

Bei Dachkonstruktionen mit **Plattenbelägen und Holzrosten** darf diese Norm nicht angewendet werden. Ob diese Konstruktion darunter fällt, ist vom Planer zu prüfen.

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	1,25 cm 3.4 Gipskartonplatten	0,250	0,050	0,05	800	19,37	2248	0
2	3 cm Luftschiicht (ruhend)	0,188	0,160	0,01	1	19,24	2230	0,05
3	0,05 cm Dampfbremse sd= 2,3	0,220	0,002	2,3	260	18,84	2174	0,06
4	14 cm 5.1 Mineralwolle 032	0,032	4,375	0,14	15	18,83	2173	2,36
5	16 cm 5.1 Mineralwolle 032	0,032	5,000	0,16	15	7,76	1055	2,5
Wärmeübergangswiderstand			0,040			-4,90	405	2,66

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

Luftfeuchte an der Bauteiloberfläche

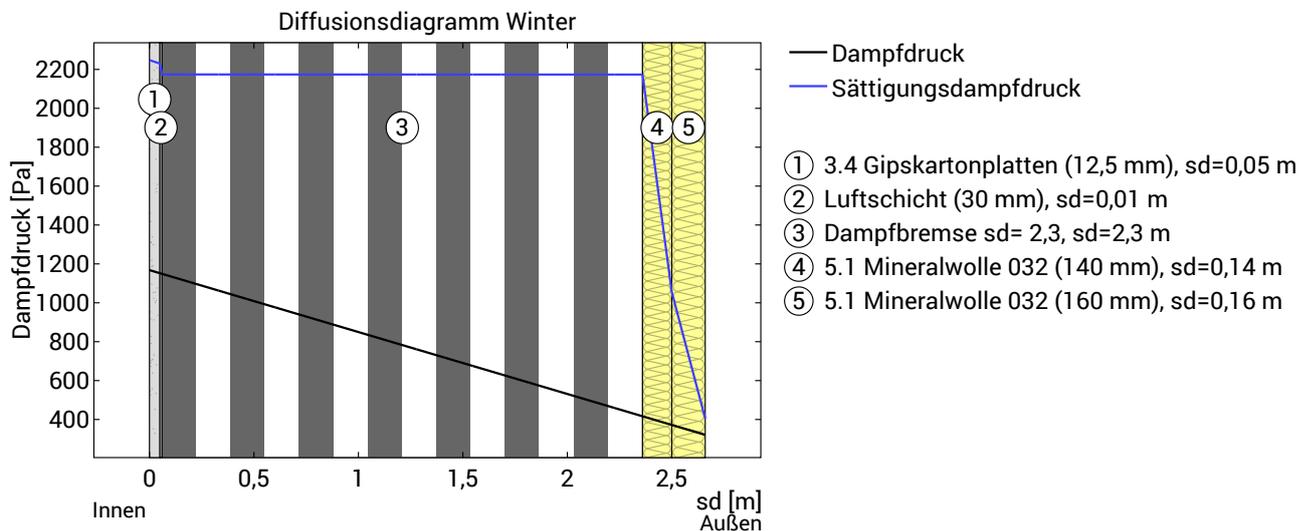
Die relative Luftfeuchtigkeit auf der raumseitigen Bauteiloberfläche beträgt 52%. Anforderungen zur Vermeidung von Baustoffkorrosion hängen von Material und Beschichtung ab und wurden nicht untersucht.



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)	$s_{de} = 2,66 \text{ m}$



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:

$s_d=2,50 \text{ m}$; $x=18,3 \text{ cm}$; $p_s=1055 \text{ pa}$:

Schichtgrenze zwischen 5.1 Mineralwolle 032 und 5.1 Mineralwolle 032

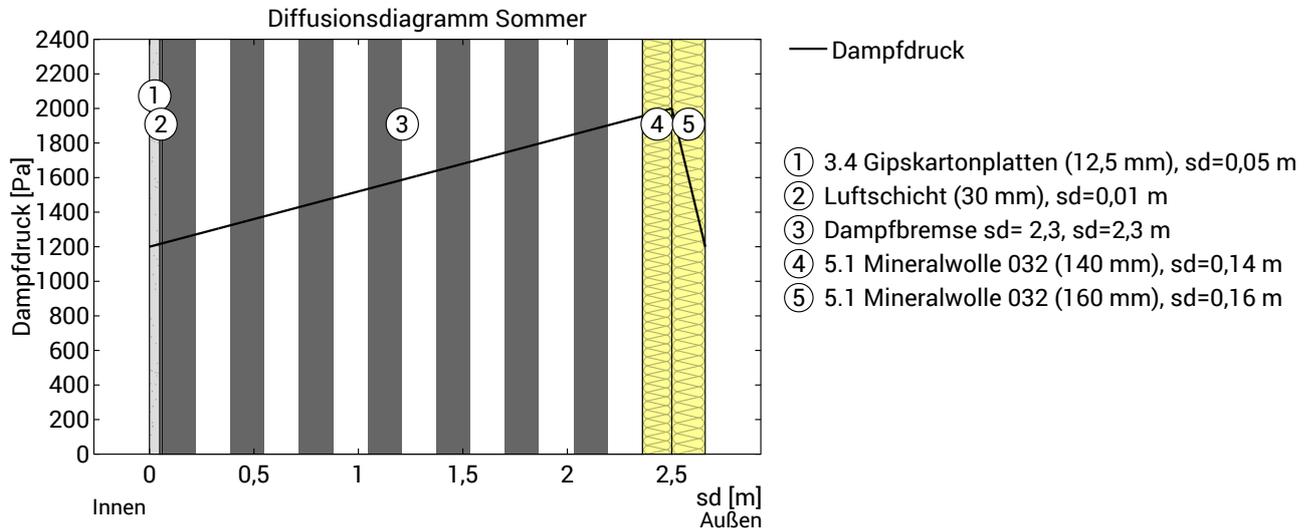
$$M_{ev, \text{Tauperiode}} = t_c \cdot \delta_0 \cdot ((p_s - p_i) / s_{d_{ev}} + (p_s - p_e) / (s_{d_e} - s_{d_{ev}})) = 7,061 \text{ kg/m}^2$$

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

Verdunstungsperiode (Sommer)

Randbedingungen

Dampfdruck innen	$p_i = 1200 \text{ Pa}$
Dampfdruck außen	$p_e = 1200 \text{ Pa}$
Sättigungsdampfdruck in der Tauwasserebene	$p_s = 2000 \text{ Pa}$ (Dach gegen Außenluft)
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 $sd=2,50 \text{ m}$; $x=18,3 \text{ cm}$: Schichtgrenze zwischen 5.1 Mineralwolle 032 und 5.1 Mineralwolle 032
 Verdunstungsmenge: $M_{ev} = \delta_0 \cdot t_{ev} \cdot [(p_s - p_i)/sd + (p_s - p_e)/(s_{de} - sd)] = 8,27 \text{ kg/m}^2$

Trocknungsreserve (DIN 68800-2)

Tauwasserfreies Bauteil: Das Verdunstungspotential der Tauperiode wird ebenfalls berücksichtigt.
 Trocknungsreserve: $M_r = (M_{ev} + M_{ev, Tauperiode}) \cdot 1000 = 15335 \text{ g/m}^2/\text{a}$
 Mindestens gefordert bei Dächern: $250 \text{ g/m}^2/\text{a}$



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.

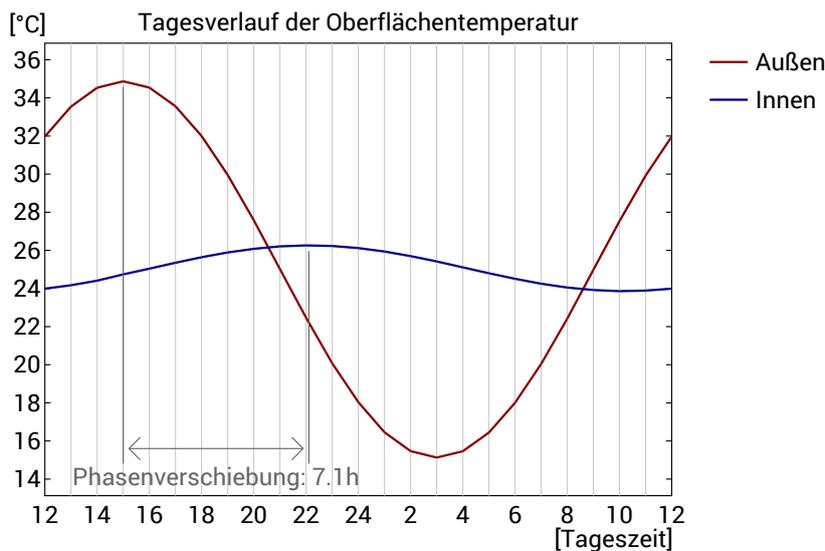
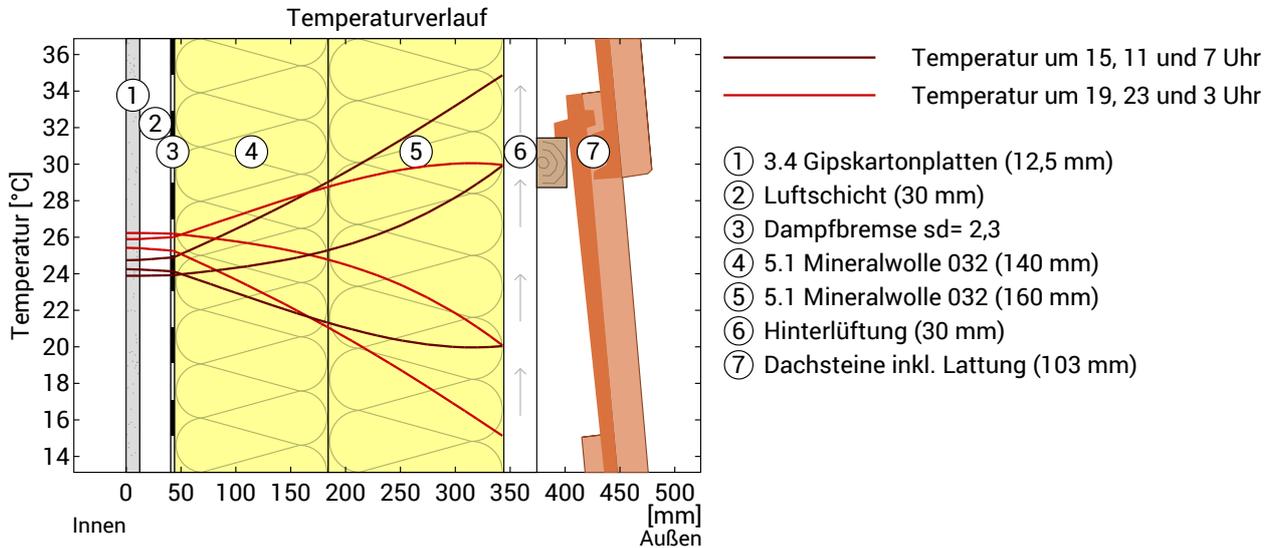
DIN 4108-3 beschreibt in Abschnitt 5.3 Bauteile, für die kein rechnerischer Tauwassernachweis erforderlich ist, da kein Tauwasserrisiko besteht oder das Verfahren für die Beurteilung nicht geeignet ist. Ob das hier untersuchte Bauteil darunter ist, kann mit den vorliegenden Informationen nicht beurteilt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

Es wird angenommen, dass das Dach nicht überwiegend verschattet ist und keine sehr helle Oberfläche hat (Benutzerangabe). Dies wirkt sich positiv auf das Trocknungsvermögen aus.

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

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*	7,1 h	Wärmespeicherfähigkeit (gesamtes Bauteil):	42 kJ/m ² K
Amplitudendämpfung**	8,2	Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten:	26 kJ/m ² K
TAV***	0,122		

* 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.

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

Hinweise

Schichten unterschiedlicher Breite

Das Bauteil enthält mehrere inhomogene Schichten unterschiedlicher Gesamtbreite. Für sämtliche Berechnungen wurde angenommen, dass sich die Schichtenanordnung in der Breite alle 80 cm wiederholt. Dies trifft jedoch mindestens für Schicht 2 mit einer Gesamtbreite von 65 cm nicht zu und kann eine erhöhte Ungenauigkeit des U-Werts verursachen.

Hinterlüftungsebene

Die Stärke der Hinterlüftungsebene beträgt 3 cm. Als Faustwert gilt: Mindestens 3 cm. Ist die Neigung der Hinterlüftungsebene kleiner als 40° , z.B. bei (Flach-)Dächern, muss ein größerer Wert gewählt werden. Gleiches gilt wenn Lufteintritt und Luftaustritt besonders weit auseinander liegen.

Der für die Berechnung relevante Teil Ihres Bauteils endet an der Innenseite der Hinterlüftungsebene. Weiter außen liegende Schichten müssen nicht eingegeben werden.

Balken und Träger, die die Hinterlüftungsebene durchstoßen, werden nur bis zur Innenseite der Hinterlüftungsebene berücksichtigt.

Beachten Sie: Der U-Wert-Rechner geht grundsätzlich davon aus, dass eine Hinterlüftungsebene ausreichend von Außenluft durchströmt wird. Ob dies tatsächlich der Fall ist, hängt nicht nur von der Dicke der Hinterlüftungsebene ab, sondern auch von deren Breite und Länge sowie möglichen Hindernissen am Luft Ein- und Auslass und kann vom U-Wert-Rechner nicht beurteilt werden.

Ruhende Luftschichten

Eine ruhende Luftschicht ist ein allseitig umschlossener Hohlraum, der keinerlei Verbindung zur Raum- oder Außenluft hat. Zwei aneinander grenzende Luftschichten werden nur dann korrekt berechnet, wenn kein Luftaustausch zwischen den beiden Schichten möglich ist, z.B. wenn die Luftschichten durch eine dünne Folie voneinander getrennt sind. Andernfalls muss der gesamte Hohlraum als eine einzige Schicht modelliert werden.

Eine Luftschicht als erste oder letzte Schicht eines Bauteils, die somit Verbindung zur Raum- bzw. Außenluft hat, wird nicht als ruhende Luftschicht betrachtet. In diesem Fall versucht der Ubakus, die Luftschicht als Hinterlüftungsebene, Raum- oder Außenluft zu behandeln. Das Berechnungsergebnis kann dann jedoch signifikante Unsicherheiten enthalten.

Ruhende Luft hat eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit. Ab einer gewissen Schichtdicke entsteht jedoch Konvektion, die die Isolationswirkung stark reduziert. Beträgt die Schichtdicke mehr als 30 cm, kann die Luftschicht nicht mehr korrekt berücksichtigt werden.

Wenn die Luftschicht Öffnungen zur Außenluft hat, deren Größe 1.500 mm^2 je m Länge für vertikale Luftschichten oder 1.500 mm^2 je m^2 Oberfläche für horizontale Luftschichten übersteigt, handelt es sich um eine Hinterlüftungsebene. Hinterlüftungsebenen finden Sie im Baustoffmenü unter Verschiedenes.