

Dachdämmung 200 mm

Dachkonstruktion
erstellt am 8.1.2020

Wärmeschutz

$U = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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



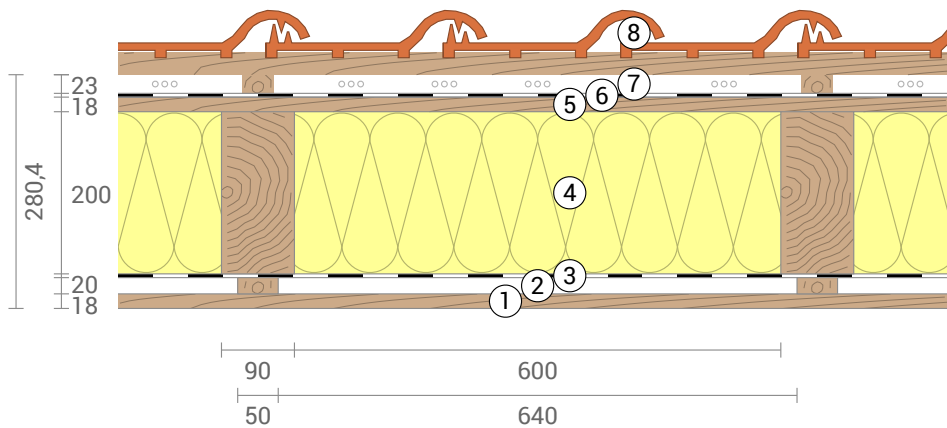
Feuchteschutz

Trocknungsreserve: $920 \text{ g}/\text{m}^2\text{a}$
Kein Tauwasser



Hitzeschutz

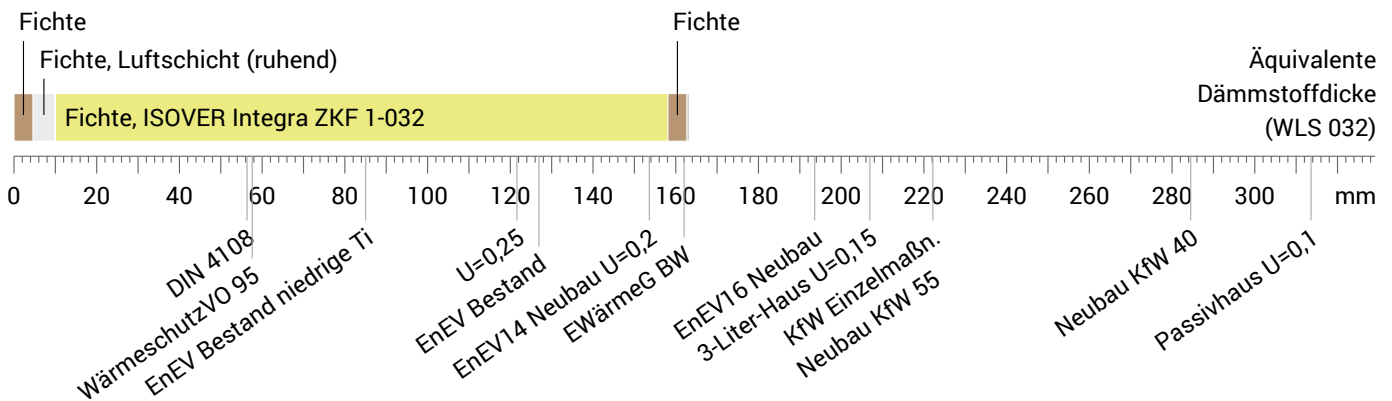
Temperaturamplitudendämpfung: 7,0
Phasenverschiebung: 6,8 h
Wärmekapazität innen: $24 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$



- ① Fichte (18 mm)
- ⑤ Fichte (18 mm)
- ② Luftschicht (20 mm)
- ⑥ Adolf Würth, Wütop Trio/ Trio 2SK
- ③ Adolf Würth, Wütop DB 20 Sanierung 2SK
- ⑦ Hinterlüftung (23 mm)
- ④ ISOVER Integra ZKF 1-032 (200 mm)
- ⑧ Falzziegel inkl. Lattung (103 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 $0,032 \text{ W}/\text{mK}$.



Raumluft: $20,0^\circ\text{C} / 50\%$ Außenluft: $-5,0^\circ\text{C} / 80\%$ Oberflächentemp.: $18,0^\circ\text{C} / -4,8^\circ\text{C}$
 Dicke: $38,3 \text{ cm}$
 Gewicht: $0 \text{ kg}/\text{m}^2$
 sd-Wert: $21,9 \text{ m}$
 Trocknungsreserve: $920 \text{ g}/\text{m}^2\text{a}$
 Wärmekapazität: $49 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$

EnEV Bestand EnEV16 Neubau EnEV14 Neubau EnEV Bestand (Nichtwohgeb.)

Dachdämmung 200 mm, U=0,19 W/(m²K)

U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]
Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)				0,100
1	Fichte	1,80	0,130	0,138
2	Luftschicht (ruhend)	2,00	0,125	0,160
	Fichte (7,2%)	2,00	0,130	0,154
3	Adolf Würth, Wütop DB 20 Sanierung 2SK	0,07	0,150	0,005
4	ISOVER Integra ZKF 1-032	20,00	0,032	6,250
	Fichte (13%)	20,00	0,130	1,538
5	Fichte	1,80	0,130	0,138
6	Adolf Würth, Wütop Trio/ Trio 2SK	0,07	0,150	0,005
Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)				0,100
Gesamtes Bauteil		38,34		

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung aufwärts

Rse: Wärmestromrichtung aufwärts, außen: Hinterlüftungsebene

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{\text{tot,upper}} = 5,380 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{\text{tot,lower}} = 5,112 \text{ m}^2\text{K/W}$.

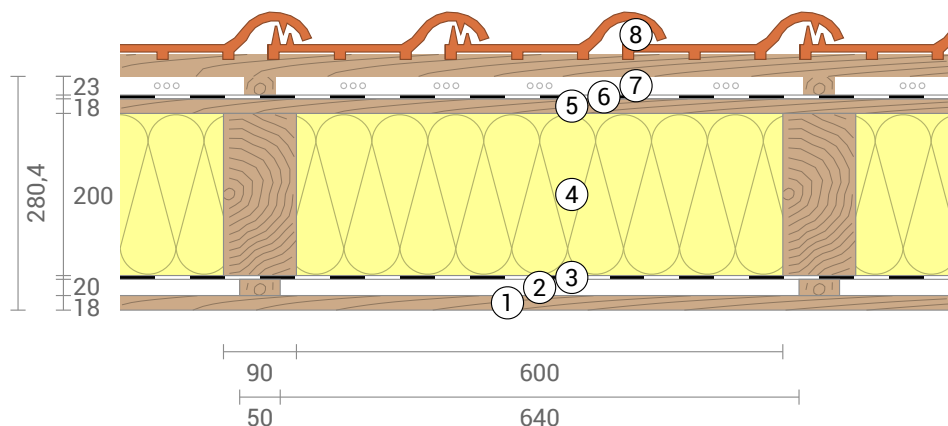
Prüfe Anwendbarkeit: $R_{\text{tot,upper}} / R_{\text{tot,lower}} = 1,052$ (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand $R_{\text{tot}} = (R_{\text{tot,upper}} + R_{\text{tot,lower}})/2 = 5,246 \text{ m}^2\text{K/W}$

Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 2,6%

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,19 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



Dachdämmung 200 mm, U=0,19 W/(m²K)

Jahreswärmeverlust und Klimaschutz

Wärmeverlust: 15 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): 113 kWh/m²



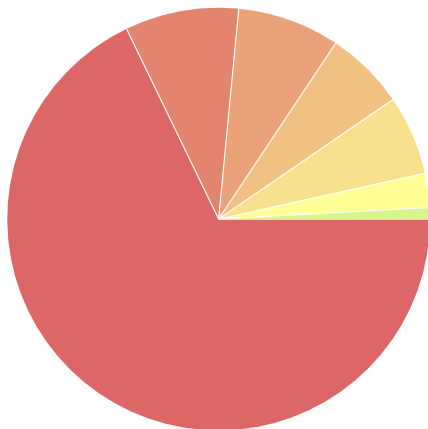
Nicht erneuerbare Primärenergie (=Energie aus fossilen Brennstoffen und Kernenergie) die zur Produktion der verwendeten Baustoffe aufgewendet wurde ("cradle to gate").

Treibhauspotential: -21 kg CO2 Äqv./m²



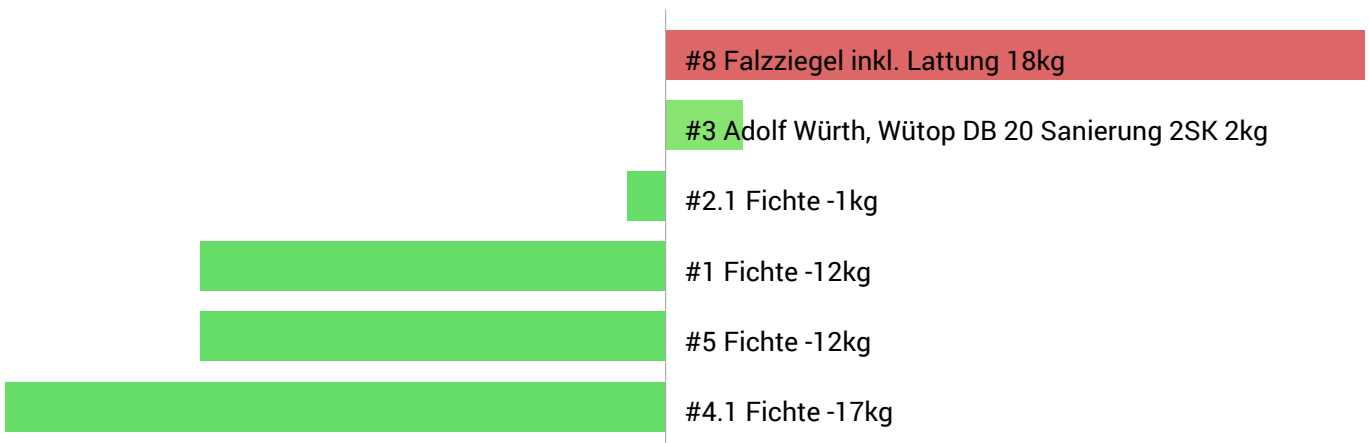
Sehr gut: Für die Produktion der verwendeten Baustoffe wurden der Atmosphäre insgesamt mehr Treibhausgase entzogen als zugeführt.

Zusammensetzung des nicht erneuerbaren Primärenergieaufwands der Herstellung:



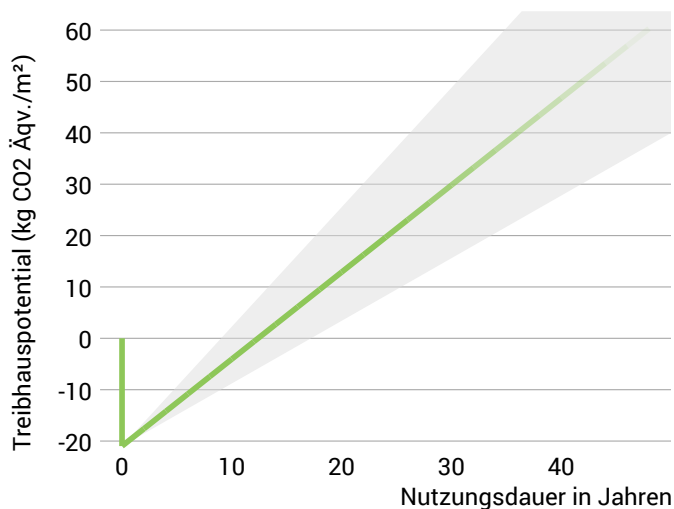
- Falzziegel inkl. Lattung (103 mm) 68%
- Fichte (200x90) 9%
- Adolf Würth, Wütop DB 20 Sanierung 2SK 8%
- Fichte (18 mm) 6%
- Fichte (18 mm) 6%
- Adolf Würth, Wütop Trio/ Trio 2SK 3%
- Fichte (20x50) 1%

Zusammensetzung des Treibhauspotentials der Herstellung:



Dachdämmung 200 mm, $U=0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

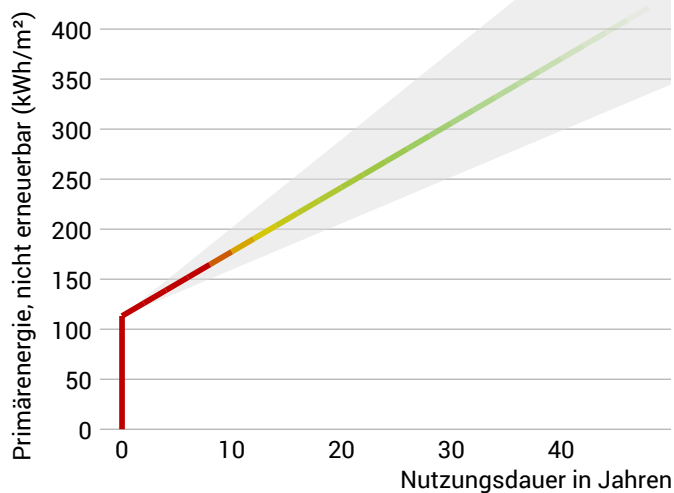
Treibhauspotential und Primärenergie für Bau und Nutzung



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.

Dachdämmung 200 mm, $U=0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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.

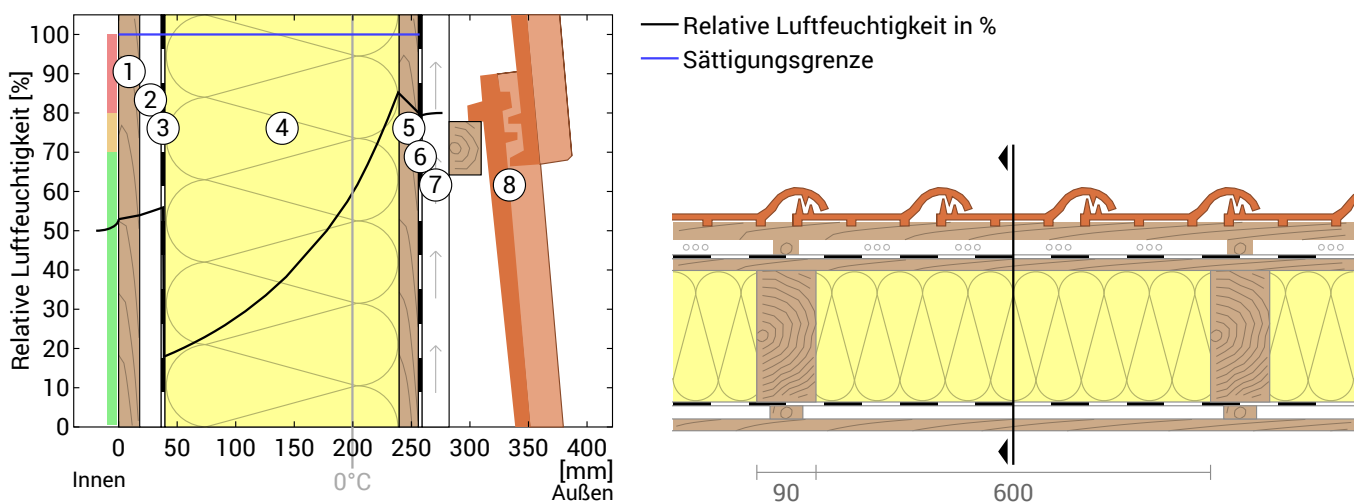
Trocknungsreserve gemäß DIN 4108-3:2018: $920 \text{ g}/(\text{m}^2\text{a})$
 Von der DIN 68800-2 mindestens gefordert: $250 \text{ g}/(\text{m}^2\text{a})$

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m ²]	Tauwasser [Gew.-%]	Gewicht [kg/m ²]
1	1,8 cm Fichte	0,36	-	-	8,1
2	2 cm Luftschicht (ruhend)	0,01	-	-	0,0
	2 cm Fichte (7,2%)	0,40	-	-	0,7
3	0,07 cm Adolf Würth, Wütop DB 20 Sanierung 2SK	20,00	-	-	0,2
4	20 cm ISOVER Integra ZKF 1-032	0,20	-	-	k.A.
	20 cm Fichte (13%)	4,00	-	-	11,7
5	1,8 cm Fichte	0,90	-	-	8,1
6	0,07 cm Adolf Würth, Wütop Trio/ Trio 2SK	0,10	-	-	0,1
	38,34 cm Gesamtes Bauteil	21,93			>80

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt $18,0^\circ\text{C}$ was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 57% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



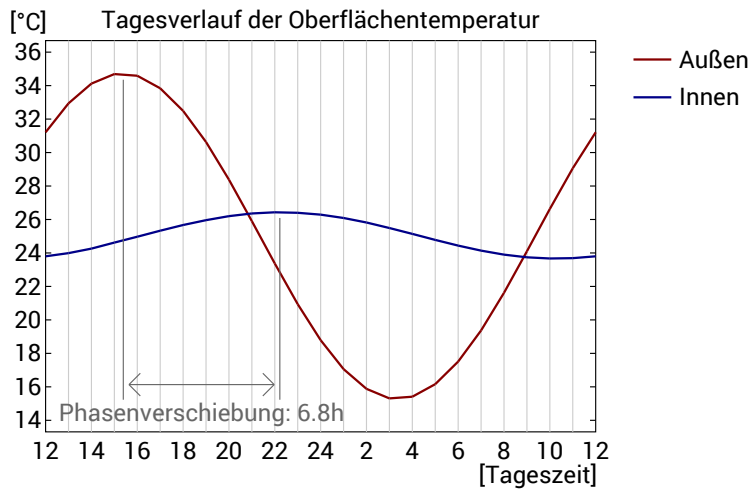
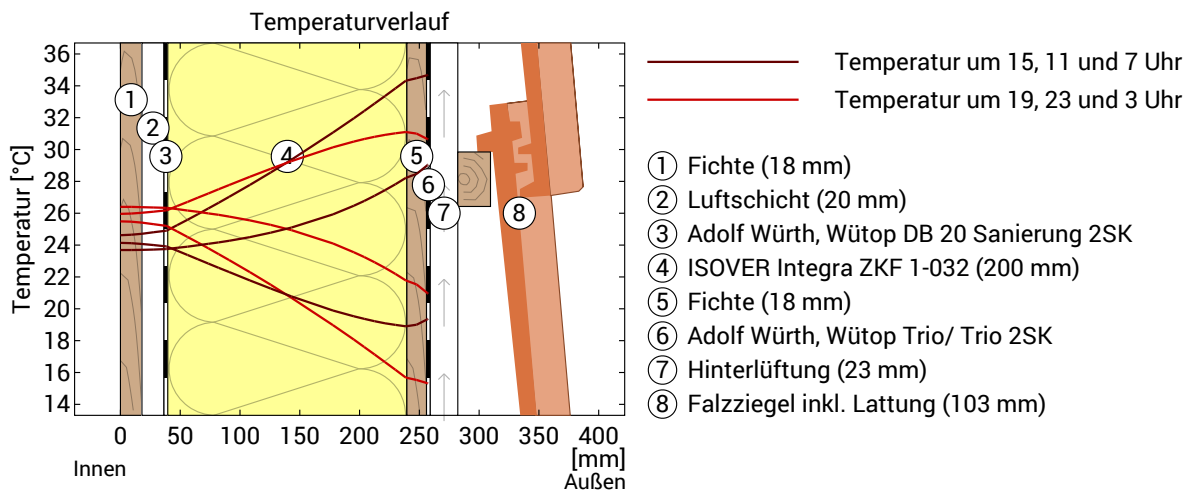
- ① Fichte (18 mm)
- ② Luftschicht (20 mm)
- ③ Adolf Würth, Wütop DB 20 Sanieru...
- ④ ISOVER Integra ZKF 1-032 (200 mm)
- ⑤ Fichte (18 mm)
- ⑥ Adolf Würth, Wütop Trio/ Trio 2SK
- ⑦ Hinterlüftung (23 mm)
- ⑧ Falzziegel inkl. Lattung (103 mm)

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.

Dachdämmung 200 mm, $U=0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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*	6,8 h	Wärmespeicherkapazität (gesamtes Bauteil):	49 kJ/m ² K
Amplitudendämpfung**	7,0	Wärmespeicherkapazität der inneren Schichten:	24 kJ/m ² K
TAV***	0,142		

* 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.