

Flachdach mit 20cm XPS + 12cm Holzfaser

Wärmeschutz

$U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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

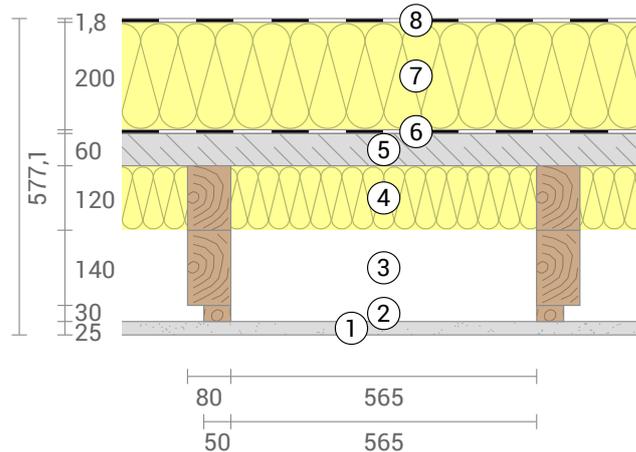


Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100

Phasenverschiebung: nicht relevant

Wärmekapazität innen: 125 kJ/m²K

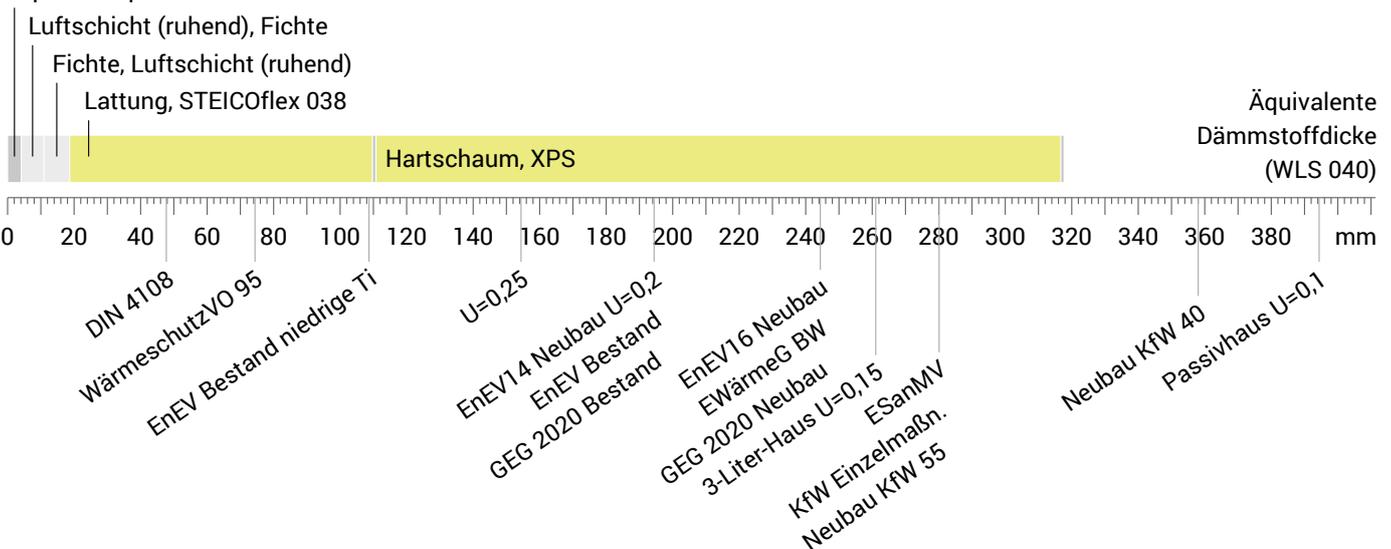


- | | | |
|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| ① Gipskartonplatte (25 mm) | ④ STEICoflex 038 (120 mm) | ⑦ Hartschaum, XPS (200 mm) |
| ② Luftschicht (30 mm) | ⑤ Beton armiert (60 mm) | ⑧ Firestone UltraPly TPO |
| ③ Luftschicht (140 mm) | ⑥ Alufolie | |

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 0,040 W/mK.

Gipskartonplatte



Raumluft: 20,0°C / 50%
Außenluft: -5,0°C / 80%
Oberflächentemp.: 19,2°C / -4,9°C

Dicke: 57,7 cm
Gewicht: 190 kg/m²
Wärmekapazität: 188 kJ/m²K

- EnEV Bestand BEG Einzelmaßn. GEG 2020 Bestand GEG 2020 Neubau

Flachdach mit 20cm XPS + 12cm Holzfaser, U=0,12 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	Gipskartonplatte	2,50	0,250	0,100
2	Luftschicht (ruhend)	3,00	0,188	0,160
	Fichte (8,1%)	3,00	0,130	0,231
3	Luftschicht (ruhend)	14,00	0,860	0,163
	Fichte (12%)	14,00	0,130	1,077
4	STEICOflex 038	12,00	0,040	3,000
	Lattung (12%)	12,00	0,130	0,923
5	Beton armiert (1%)	6,00	2,300	0,026
6	Alufolie (beschichtet)	0,03	160,000	0,000
7	Hartschaum, XPS	20,00	0,040	5,000
8	Firestone UltraPly TPO	0,18	0,170	0,011
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,040

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung aufwärts

Rse: Wärmestromrichtung aufwärts, außen: Direkter Übergang zur Außenluft

Wärmedurchlasswiderstände von ruhenden Luftschichten wurden wie folgt berechnet:

Schicht 2.1: Dicke 3 cm, Breite 56.5 cm, DIN EN ISO 6946 Tabelle 8, Wärmestromrichtung aufwärts

Schicht 3.1: Dicke 14 cm, Breite 56.5 cm, DIN EN ISO 6946 Anhang D.4, Wärmestromrichtung aufwärts, Temperatur ca. 19°C, Emissionsgrad der Oberflächen: 0,9

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{\text{tot,upper}} = 8,443 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{\text{tot,lower}} = 7,968 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Prüfe Anwendbarkeit: $R_{\text{tot,upper}} / R_{\text{tot,lower}} = 1,060$ (maximal erlaubt: 1,5)

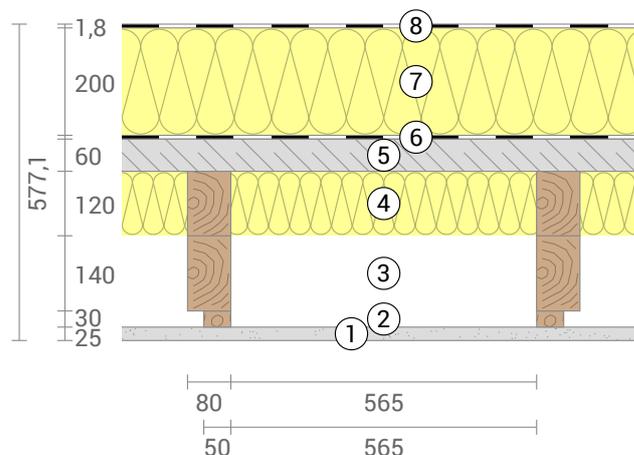
Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand $R_{\text{tot}} = (R_{\text{tot,upper}} + R_{\text{tot,lower}})/2 = 8,205 \text{ m}^2\text{K/W}$

Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 2,9%

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,12 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Das Bauteil enthält mehrere inhomogene Schichten unterschiedlicher Gesamtbreite. Für sämtliche Berechnungen wurde angenommen, dass sich die Schichtenanordnung in der Breite alle 64,5 cm wiederholt. Dies trifft jedoch mindestens für Schicht 2 mit einer Gesamtbreite von 61,5 cm nicht zu und kann eine erhöhte Ungenauigkeit des U-Werts verursachen.



Flachdach mit 20cm XPS + 12cm Holzfaser, U=0,12 W/(m²K)

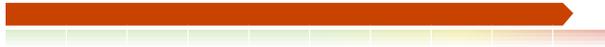
Ökobilanz

Wärmeverlust: 10 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): 321 kWh/m²



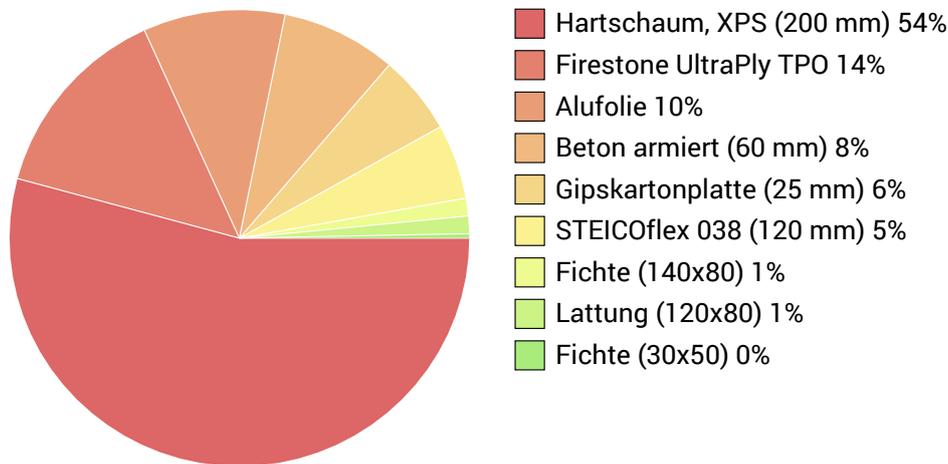
Nicht erneuerbare Primärenergie (=Energie aus fossilen Brennstoffen und Kernenergie) die zur Produktion der verwendeten Baustoffe aufgewendet wurde ("cradle to gate").

Treibhauspotential: 21 kg CO2 Äqv./m²

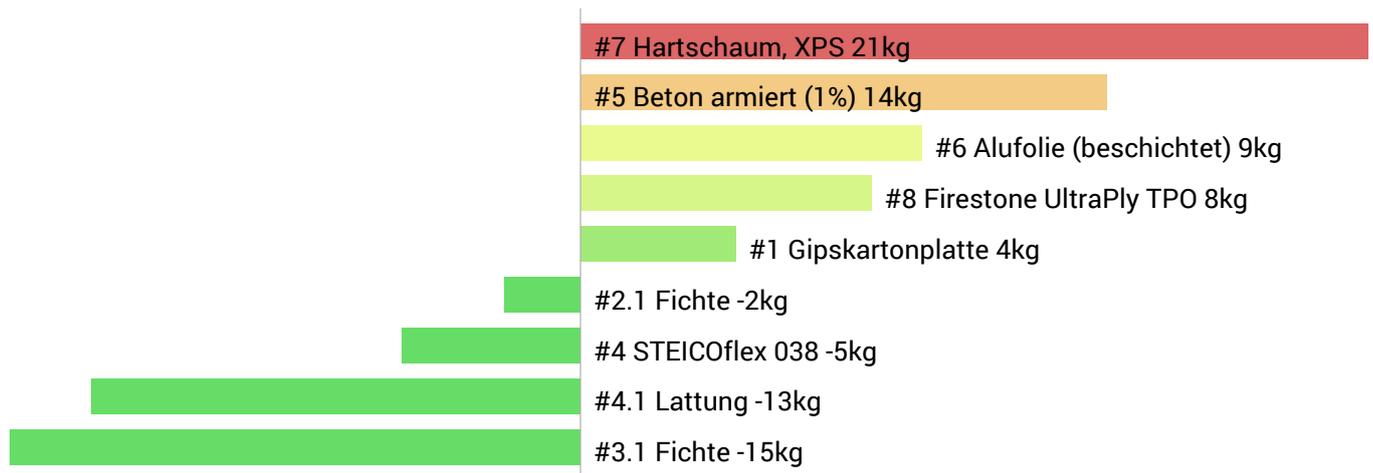


Menge an freigesetzten Treibhausgasen bei der Produktion der verwendeten Baustoffe ("cradle to gate").

Zusammensetzung des nicht erneuerbaren Primärenergieaufwands der Herstellung:

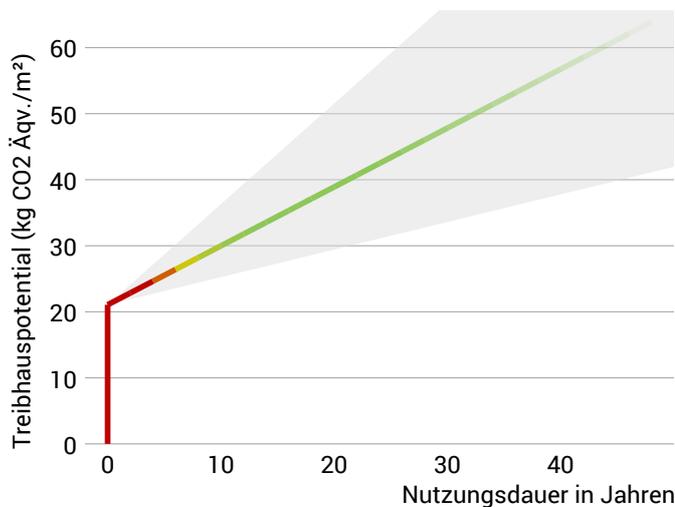


Zusammensetzung des Treibhauspotentials der Herstellung:



Flachdach mit 20cm XPS + 12cm Holzfaser, $U=0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

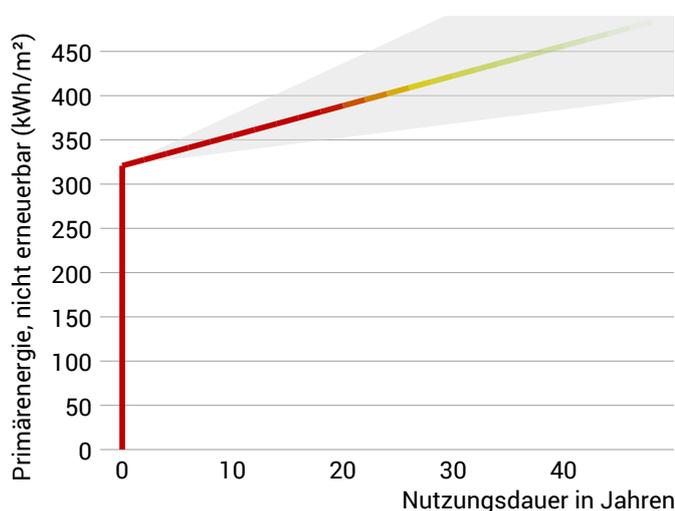
Treibhauspotential und Primärenergie für Bau und Nutzung



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

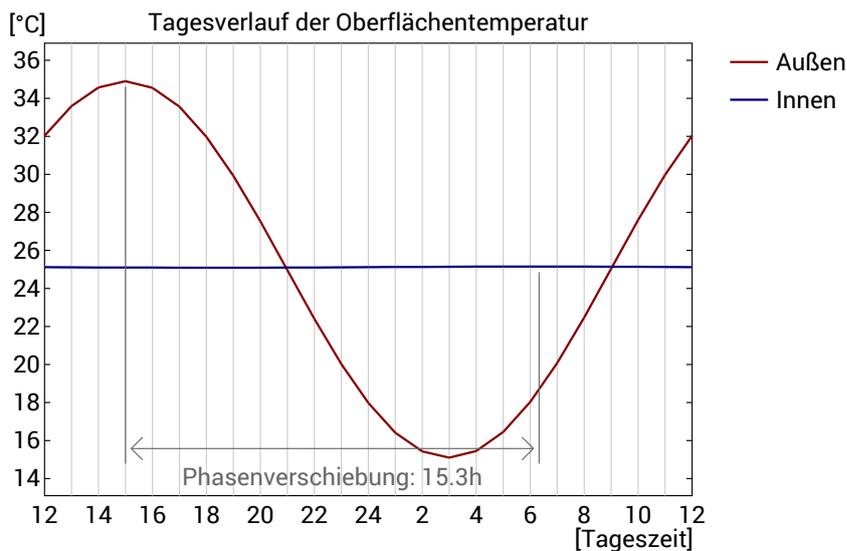
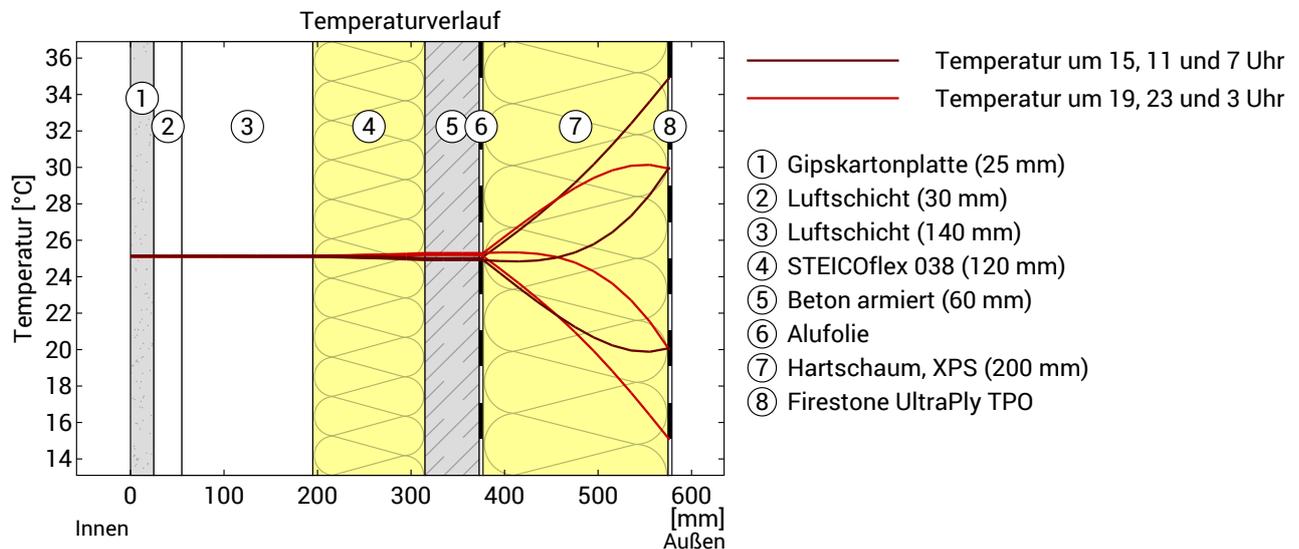
Berechnet für den Standort DIN V 18599, Heizperiode von Mitte Oktober bis Ende April. Die Berechnung basiert auf monatlichen Temperatur-Mittelwerten. Quelle: DIN V 18599-10:2007-02

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

Flachdach mit 20cm XPS + 12cm Holzfaser, $U=0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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	Wärmespeicherefähigkeit (gesamtes Bauteil):	188 kJ/m ² K
Amplitudendämpfung**	>100	Wärmespeicherefähigkeit der inneren Schichten:	125 kJ/m ² K
TAV***	0,003		

* 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.