

Dach Angebot Rethan

Dachkonstruktion, $U=0,176 \text{ W/m}^2\text{K}$
erstellt am 2.7.2017

Wärmeschutz

$U = 0,176 \text{ W/m}^2\text{K}$

MuKEn14 Umbau*: $U < 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

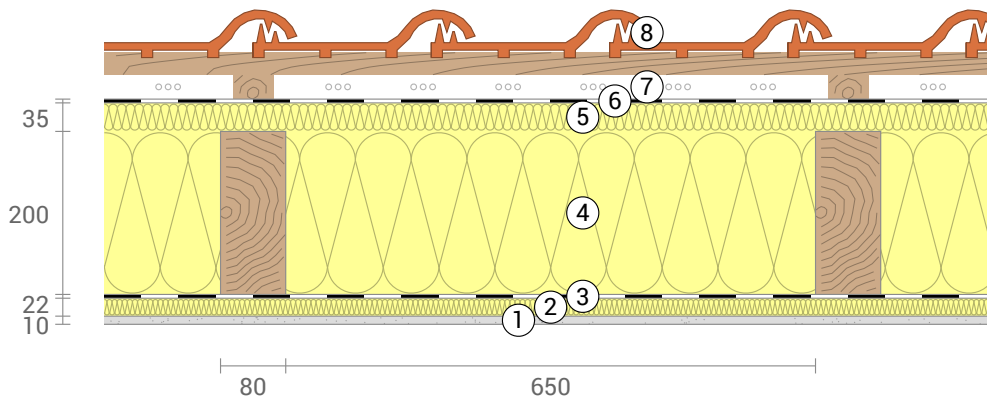


Feuchteschutz

Trocknungsreserve: $3890 \text{ g/m}^2\text{a}$
Kein Tauwasser

Hitzeschutz

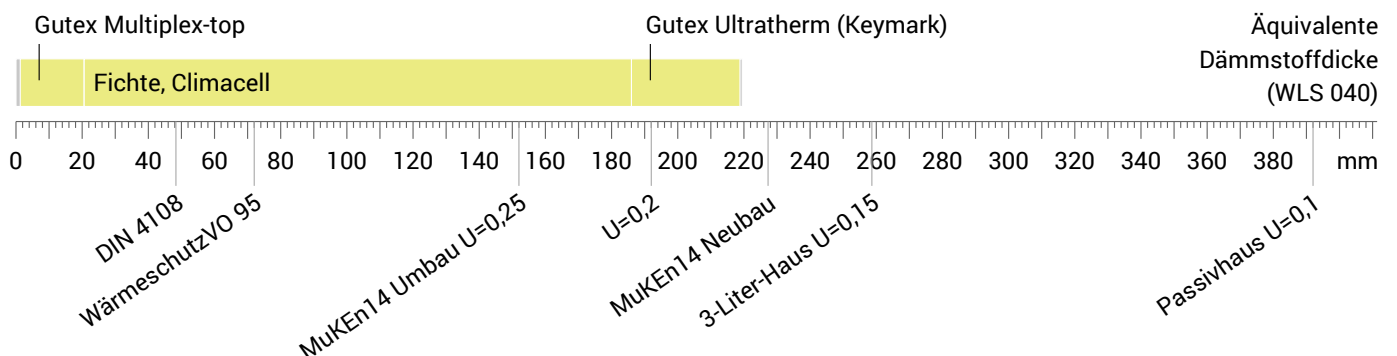
Temperaturamplitudendämpfung: 25
Phasenverschiebung: 13,3 h
Wärmekapazität innen: $43 \text{ kJ/m}^2\text{K}$



- | | |
|---|----------------------------|
| ① Fermacell Gipsfaser-Platte 10mm (10 mm) | ⑤ Gutex Ultratherm (35 mm) |
| ② Gutex Multiplex-top (22 mm) | ⑥ PAVATEX LDB 0.02 |
| ③ Folie, PE | ⑦ Hinterlüftung |
| ④ Climacell (200 mm) | ⑧ Falzziegel inkl. Lattung |

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 $0,040 \text{ W/mK}$.



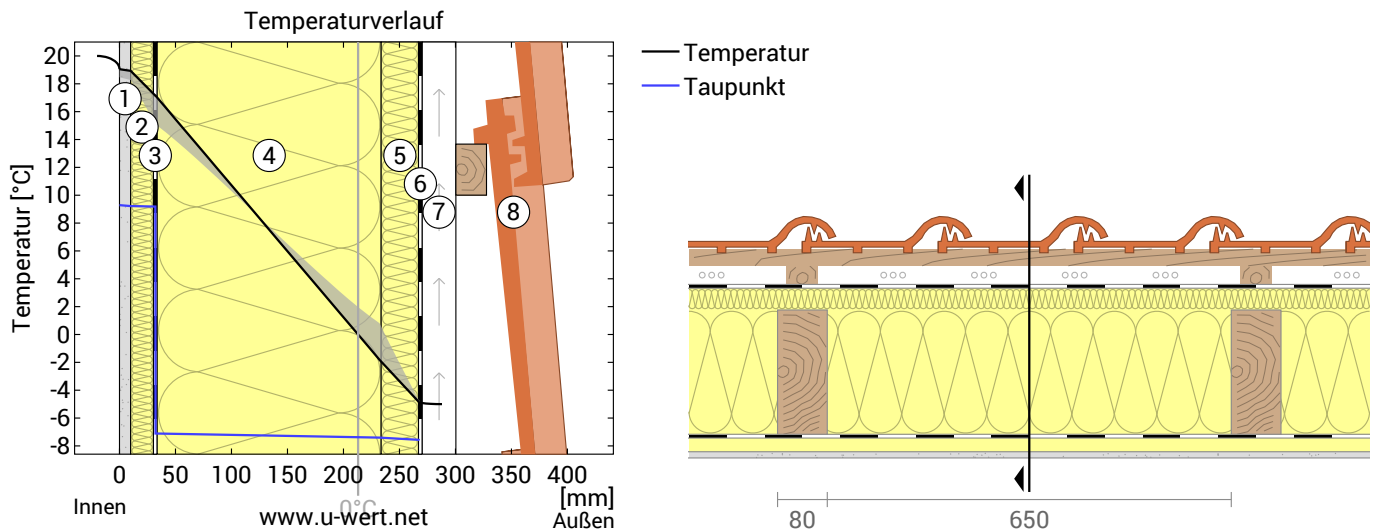
Raumluft: $20,0^\circ\text{C} / 50\%$
Außenluft: $-5,0^\circ\text{C} / 80\%$
Oberflächentemp.: $18,5^\circ\text{C} / -4,8^\circ\text{C}$

sd-Wert: 21,1 m
Trocknungsreserve: $3890 \text{ g/m}^2\text{a}$

Dicke: 40,1 cm
Gewicht: 92 kg/m^2
Wärmekapazität: $74 \text{ kJ/m}^2\text{K}$

Dach Angebot Rethan, $U=0,176 \text{ W/m}^2\text{K}$

Temperaturverlauf



- | | | |
|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ① Fermacell Gipsfaser-Platte 10mm | ④ Climacell (200 mm) | ⑦ Hinterlüftung |
| ② Gutex Multiplex-top (22 mm) | ⑤ Gutex Ultratherm (35 mm) | ⑧ Falzziegel inkl. Lattung |
| ③ Folie, PE | ⑥ PAVATEX LDB 0.02 | |

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*		0,100	18,5	20,0	
1	1 cm Fermacell Gipsfaser-Platte 10mm	0,320	0,031	18,3	19,0	11,5
2	2,2 cm Gutex Multiplex-top	0,047	0,468	15,1	18,9	4,4
3	0,02 cm Folie, PE	0,400	0,001	15,1	17,2	0,2
4	20 cm Climacell	0,040	5,000	-1,8	17,1	8,9
	20 cm Fichte (11%)	0,130	1,538	0,7	15,6	9,9
5	3,5 cm Gutex Ultratherm (Keymark)	0,044	0,795	-4,8	0,8	6,3
6	0,072 cm PAVATEX LDB 0.02	0,220	0,003	-4,8	-4,7	0,2
	Wärmeübergangswiderstand*		0,100	-5,0	-4,7	
7	Hinterlüftung (Außenluft)			-5,0	-5,0	0,0
8	Falzziegel inkl. Lattung			-5,0	-5,0	51,5
40,092 cm Gesamtes Bauteil			5,673			92,8

*Wärmeübergangswiderstände gemäß DIN 6946 für die U-Wert-Berechnung. Für Feuchteschutz und Temperaturverlauf wurden $R_{si}=0,25$ und $R_{se}=0,04$ gemäß DIN 4108-3 verwendet.

Oberflächentemperatur innen (min / mittel / max): 18,5°C 18,9°C 19,0°C
Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -4,8°C -4,8°C -4,7°C

Dach Angebot Rethan, $U=0,176 \text{ W/m}^2\text{K}$

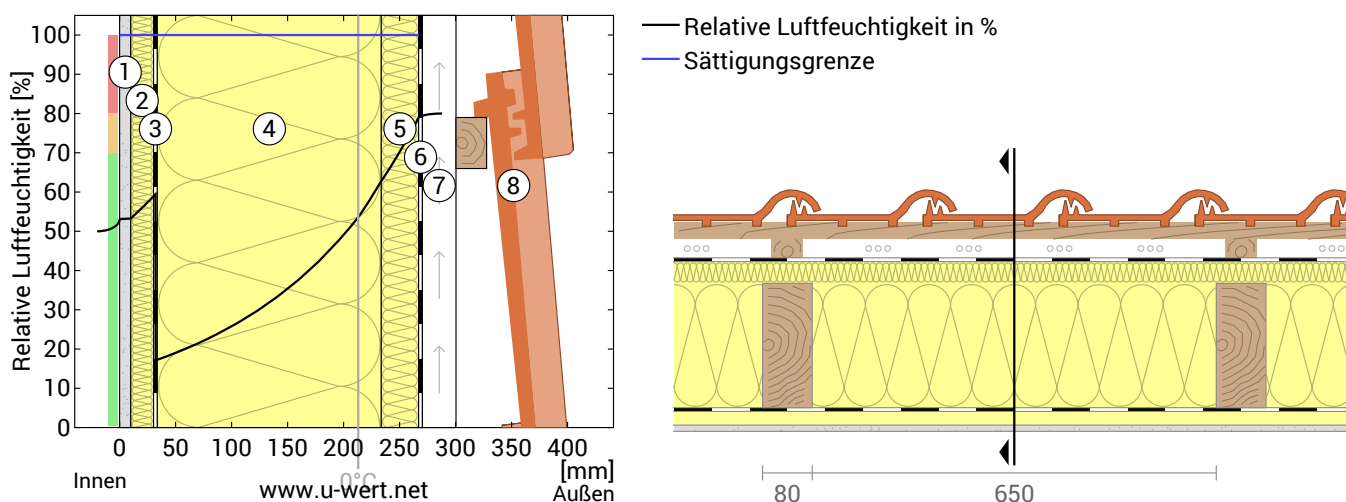
Feuchteschutz

Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser		Gewicht [kg/m ²]
			[kg/m ²]	[Gew.-%]	
1	1 cm Fermacell Gipsfaser-Platte 10mm	0,13	-		11,5
2	2,2 cm Gutex Multiplex-top	0,07	-		4,4
3	0,02 cm Folie, PE	20,00	-		0,2
4	20 cm Climacell	0,20	-		8,9
	20 cm Fichte (11%)	10,00	-	-	9,9
5	3,5 cm Gutex Ultratherm (Keymark)	0,10	-		6,3
6	0,072 cm PAVATEX LDB 0.02	0,02	-		0,2
	40,092 cm Gesamtes Bauteil	21,09			92,8

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 18,5 °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.

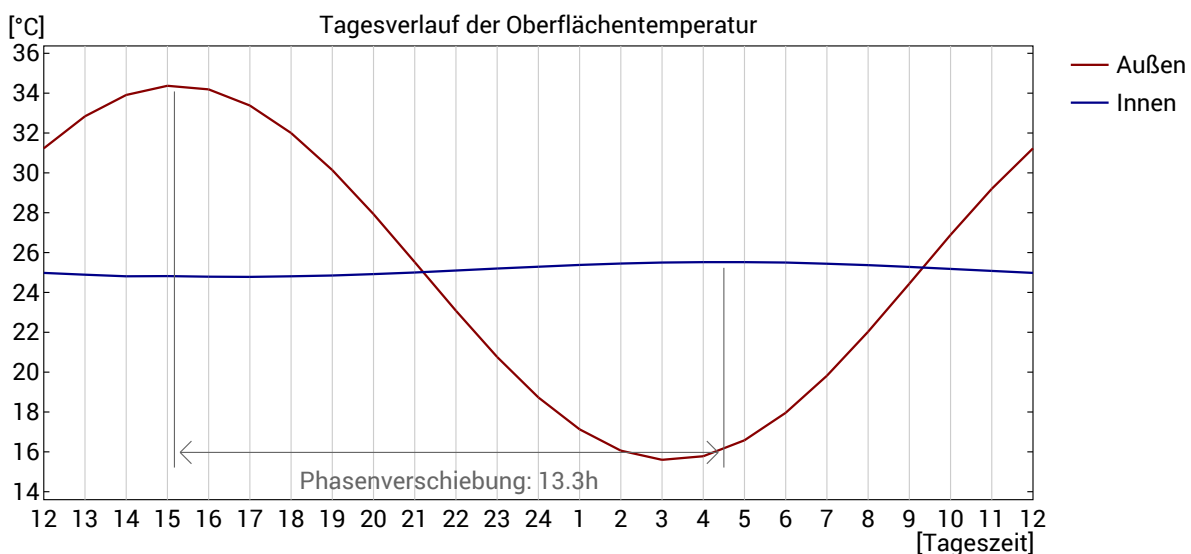
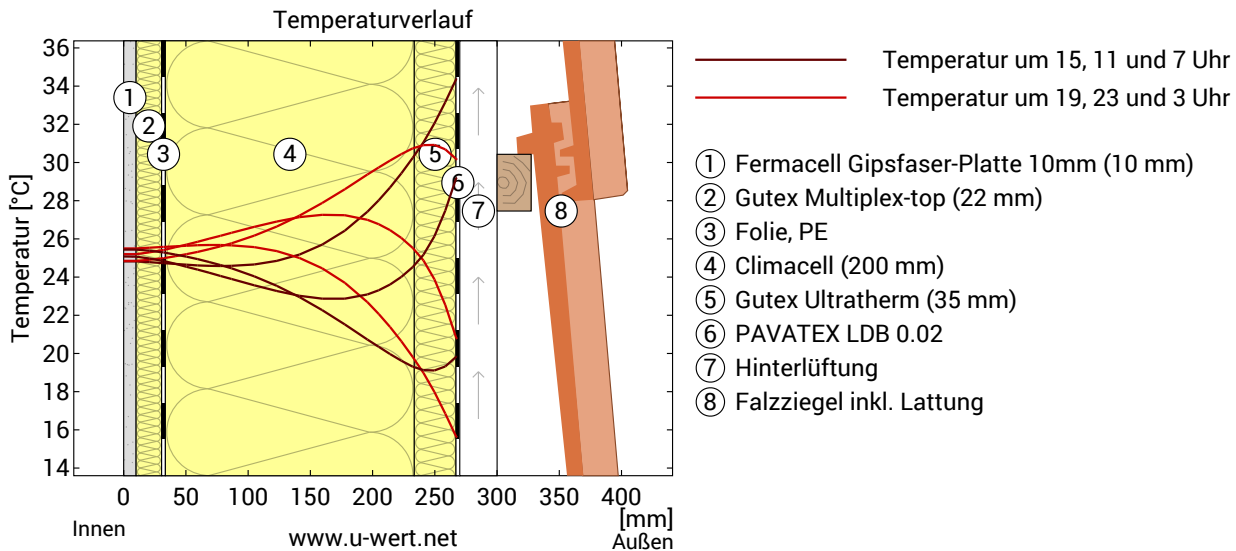


- ① Fermacell Gipsfaser-Platte 10mm (10 mm)
- ② Gutex Multiplex-top (22 mm)
- ③ Folie, PE
- ④ Climacell (200 mm)
- ⑤ Gutex Ultratherm (35 mm)
- ⑥ PAVATEX LDB 0.02
- ⑦ Hinterlüftung
- ⑧ Falzziegel inkl. Lattung

Für die Berechnung der Diffusionsströme wurde ein zweidimensionales Finite-Elemente-Verfahren verwendet. Weitere Hinweise im Eingabeformular unter 'Feuchteschutz'.

Hitzeschutz

Für die Analyse des sommerlichen Hitzeschutzes wurden die Temperaturänderungen innerhalb des Bauteils im Verlauf eines heißen Sommertages simuliert:



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*	13,3 h	Zeitpunkt der maximalen Innentemperatur:	4:30
Amplitudendämpfung**	24,8	Temperaturschwankung auf äußerer Oberfläche:	18,8°C
TAV***	0,040	Temperaturschwankung auf innerer Oberfläche:	0,8°C

* 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: $TAV = 1/\text{Amplitudendämpfung}$

Die oben dargestellten Berechnungen wurden für einen 1-dimensionalen Querschnitt des Bauteils erstellt.