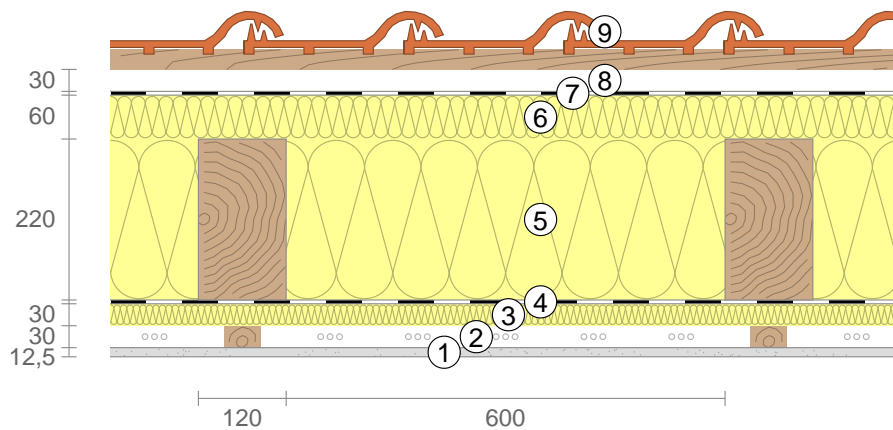
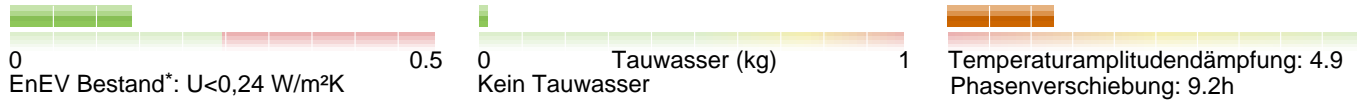


unters

Dachkonstruktion, $U=0,141 \text{ W/m}^2\text{K}$
erstellt am 1.12.2015 18:27

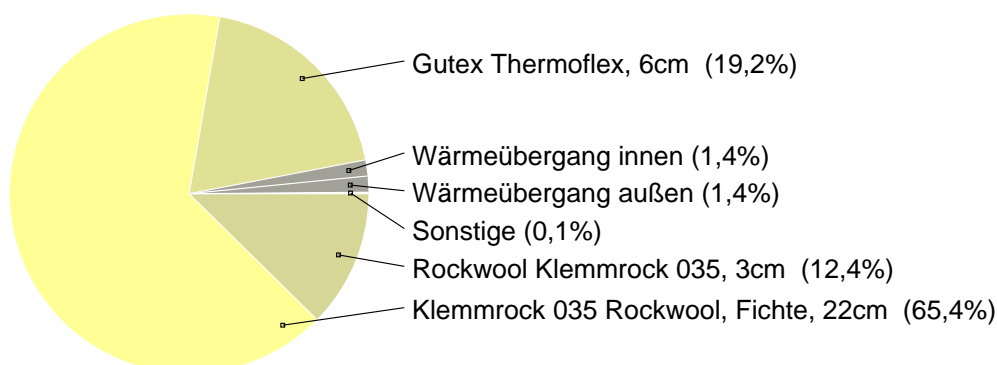
 $U = 0,141 \text{ W/m}^2\text{K}$
(Wärmedämmung)

Kein Tauwasser
(Feuchteschutz)

TA-Dämpfung: 4,9
(Hitzeschutz)


- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| ① Gipskartonplatte (12,5 mm) | ⑥ Gutex Thermoflex (60 mm) |
| ② Hinterlüftung (30 mm) | ⑦ Klöber Permo forte (0,9 mm) |
| ③ Rockwool Klemmrock 035 (30 mm) | ⑧ Hinterlüftung (30 mm) |
| ④ Dampfbremse $sd = 2,3$ (0,5 mm) | ⑨ Falzziegel inkl. Lattung (103 mm) |
| ⑤ Klemmrock 035 Rockwool (220 mm) | |

Beitrag einzelner Schichten zur Wärmedämmung

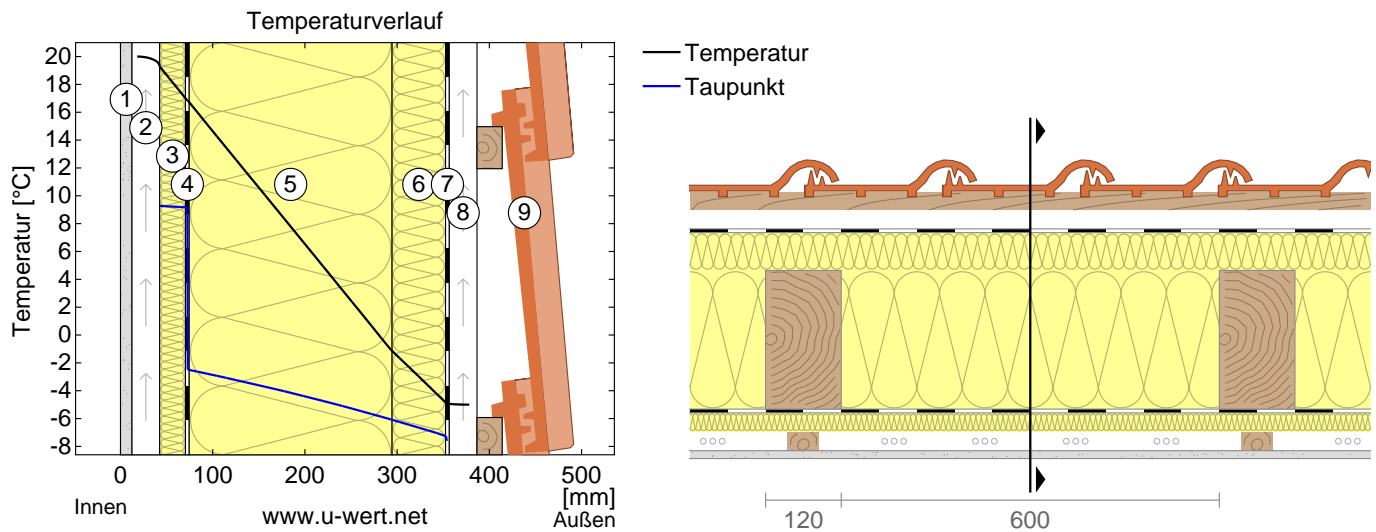


Raumluft:	20°C / 50%	Tauwasser:	0,000 kg/m ²	Wärmekapazität:	45 kJ/m ² K
Außenluft:	-5°C / 80%	Trocknungsdauer:	0 Tage	Wärmekapazität innen:	22 kJ/m ² K
Oberflächentemp.:	18,7 °C	sd-Wert:	3,3 m	Gewicht:	91 kg/m ²
Dicke:	48,7 cm				

unters

Dachkonstruktion, $U=0,141 \text{ W/m}^2\text{K}$
erstellt am 1.12.2015 18:27

Temperaturverlauf / Tauwasserzone



- | | | |
|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| ① Gipskartonplatte (12,5 mm) | ④ Dampfbremse $s_d = 2,3$ (0,5 mm) | ⑦ Klöber Permo forte (0,9 mm) |
| ② Hinterlüftung (30 mm) | ⑤ Klemmrock 035 Rockwool (220 mm) | ⑧ Hinterlüftung (30 mm) |
| ③ Rockwool Klemmrock 035 (30 mm) | ⑥ Gutex Thermoflex (60 mm) | ⑨ Falzziegel inkl. Lattung (103 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]	Tauwasser [Gew%]
				min	max		
1	1,25 cm Gipskartonplatte				20,0		
2	3 cm Hinterlüftung (Raumluft)				20,0		
	Wärmeübergangswiderstand*		0,100	18,7	20,0		
3	3 cm Rockwool Klemmrock 035	0,035	0,857	14,0	19,3	1,1	0,0
4	0,05 cm Dampfbremse $s_d = 2,3$	0,220	0,002	14,0	16,8	0,1	0,0
5	22 cm Klemmrock 035 Rockwool	0,035	6,286	-1,0	16,8	11,0	0,0
	22 cm Fichte (17%)	0,130	1,692	1,6	14,8	16,5	0,0
6	6 cm Gutex Thermoflex	0,045	1,333	-4,9	2,3	3,0	0,0
7	0,09 cm Klöber Permo forte (SK ²)	0,130	0,007	-4,9	-4,8	0,2	0,0
	Wärmeübergangswiderstand*		0,100	-5,0	-4,8		
8	3 cm Hinterlüftung (Außenluft)			-5,0	-5,0	0,0	
9	10,3 cm Falzziegel inkl. Lattung			-5,0	-5,0	51,5	
48,69 cm Gesamtes Bauteil			7,109			91,9	

*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.

unters

Dachkonstruktion, U=0,141 W/m²K
erstellt am 1.12.2015 18:27

Feuchteschutz

Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

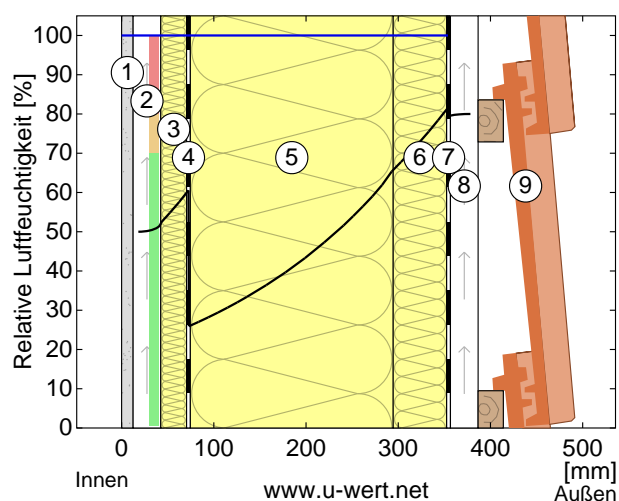
Bitte beachten Sie: DIN 4108-3 ist auf diese Konstruktion nicht anwendbar. Um den Feuchteschutz dennoch zu untersuchen, wurde ein eigenes, an die DIN 4108-3 angelehntes, Berechnungsverfahren verwendet. Weitere Hinweise im Eingabeformular unter 'Feuchteschutz'.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m²]	%	Trocknungsdauer Tage	Gewicht [kg/m²]
3	3 cm Rockwool Klemmrock 035	0,03	-	0,0		1,1
4	0,05 cm Dampfbremse sd= 2,3	2,30	-	0,0		0,1
5	22 cm Klemmrock 035 Rockwool	0,44	-	0,0		11,0
	22 cm Fichte (17%)	11,00	-	0,0		16,5
6	6 cm Gutex Thermoflex	0,12	-	0,0		3,0
7	0,09 cm Klöber Permo forte (SK²)	0,03	-	0,0		0,2
	48,69 cm Gesamtes Bauteil	3,32			0	91,9

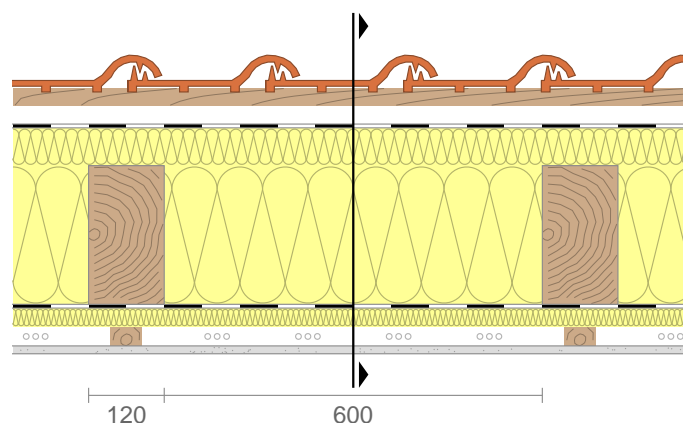
Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 18,7 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 54% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



— Relative Luftfeuchtigkeit in %



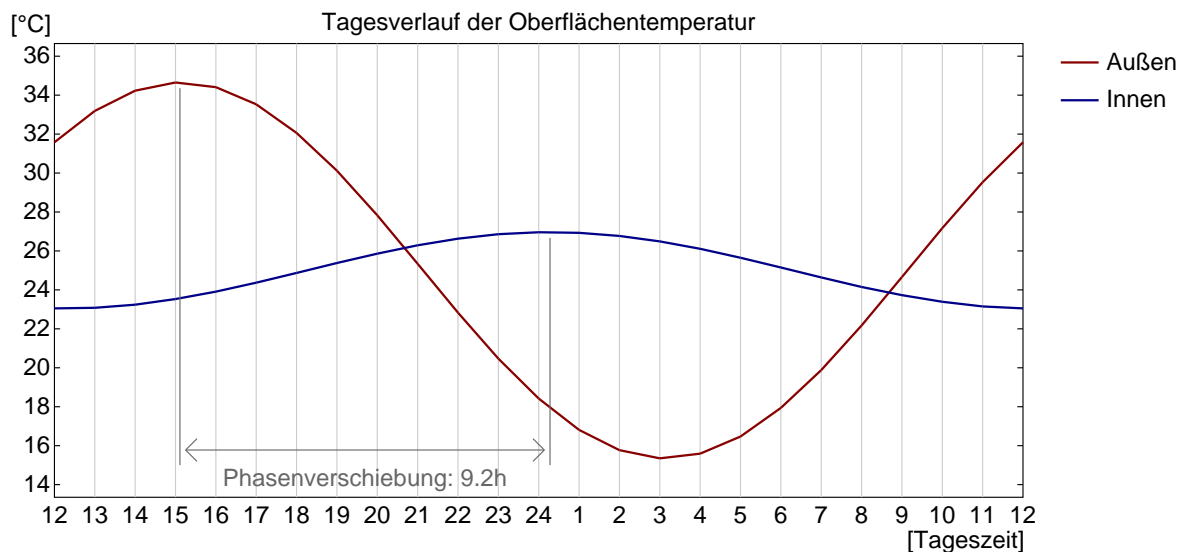
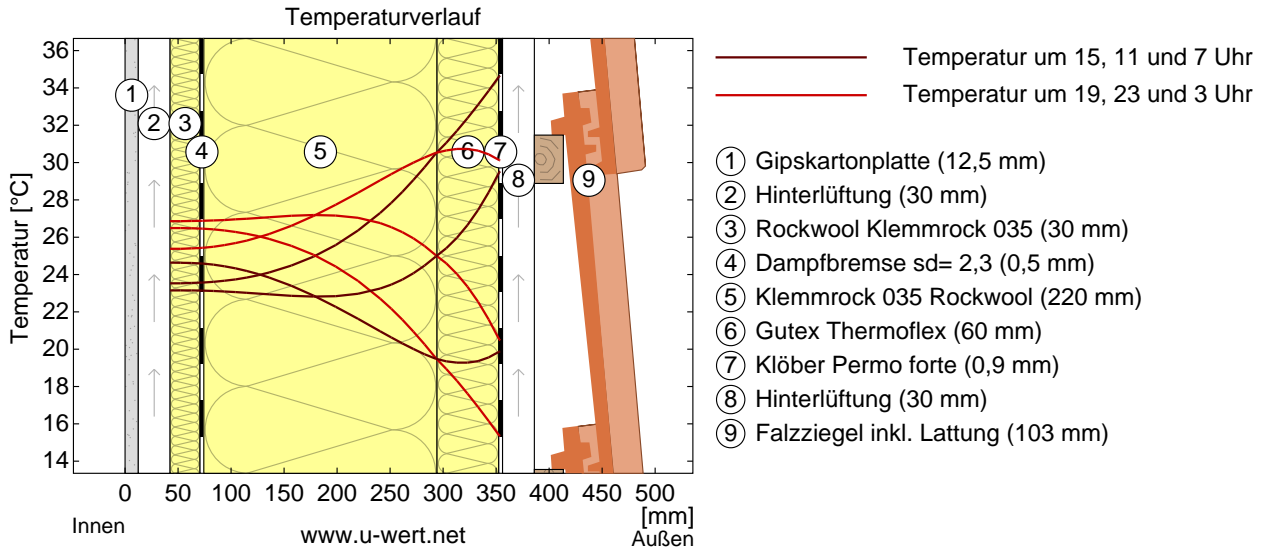
- | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| ① Gipskartonplatte (12,5 mm) | ④ Dampfbremse sd= 2,3 (0,5 mm) | ⑦ Klöber Permo forte (0,9 mm) |
| ② Hinterlüftung (30 mm) | ⑤ Klemmrock 035 Rockwool (220 mm) | ⑧ Hinterlüftung (30 mm) |
| ③ Rockwool Klemmrock 035 (30 mm) | ⑥ Gutex Thermoflex (60 mm) | ⑨ Falzziegel inkl. Lattung (103 mm) |

unters

Dachkonstruktion, $U=0,141 \text{ W/m}^2\text{K}$
erstellt am 1.12.2015 18:27

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*	9,2 h	Zeitpunkt der maximalen Innentemperatur:	0:15
Amplitudendämpfung**	4,9	Temperaturschwankung auf äußerer Oberfläche:	19,3 °C
TAV***	0,203	Temperaturschwankung auf innerer Oberfläche:	3,9 °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.