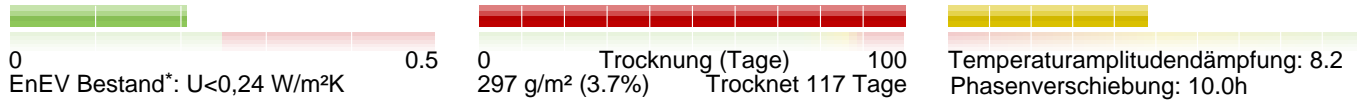


Dachkonstruktion,  $U=0,206 \text{ W/m}^2\text{K}$ 

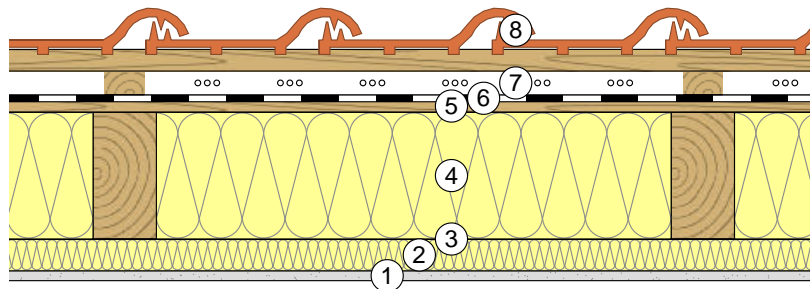
 Dachkonstruktion,  $U=0,206 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 erstellt am 31.8.2014 16:42

 $U = 0,206 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 (Wärmedämmung)

 Trocknet nicht  
 (Feuchteschutz)

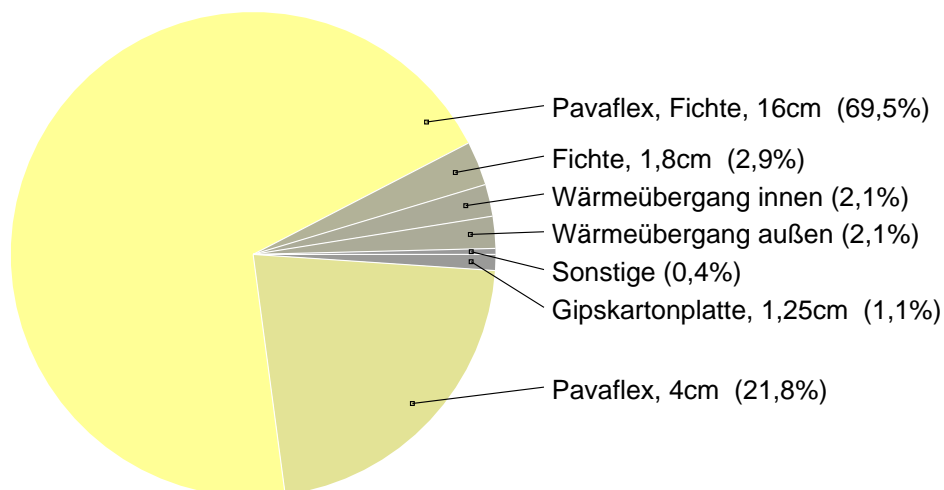
 TA-Dämpfung: 8.2  
 (Hitzeschutz)


## Querschnitt des Bauteils



- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| ① Gipskartonplatte (12,5 mm)        | ⑤ Fichte (18 mm)                         |
| ② Pavaflex (40 mm)                  | ⑥ Dachbahn, Bitumen (4 mm)               |
| ③ Knauf Insulation EtaPlus (0,2 mm) | ⑦ Hinterlüftung (30 mm)                  |
| ④ Pavaflex (160 mm)                 | ⑧ Flachdachziegel inkl. Lattung (103 mm) |

## Beitrag einzelner Schichten zur Wärmedämmung

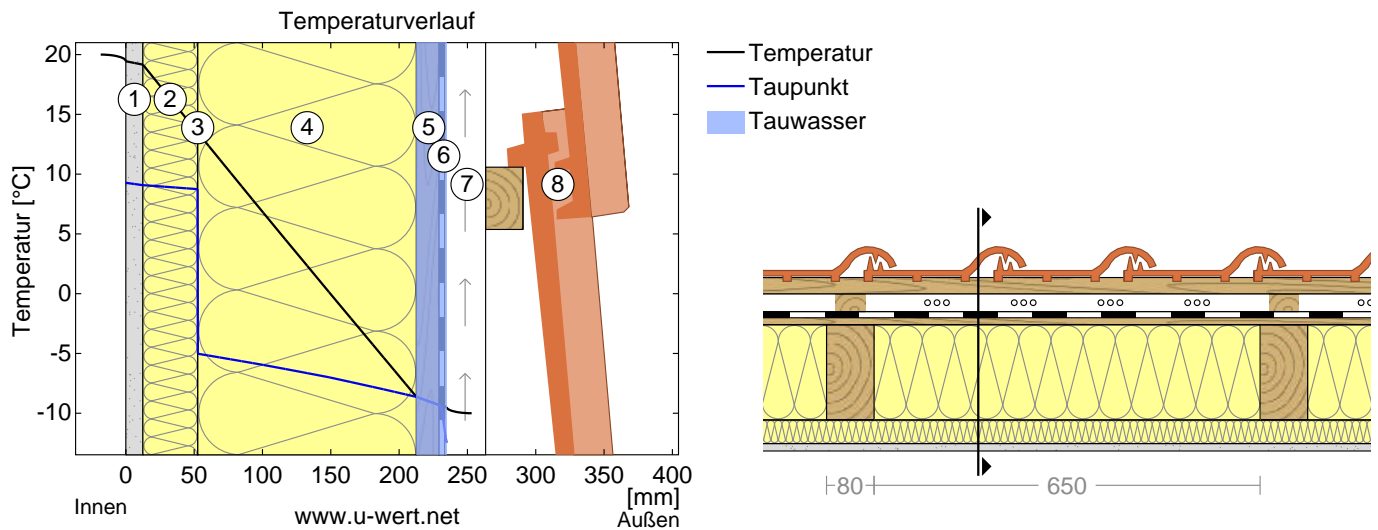


Raumluft:	20°C / 50%	Tauwasser:	0,297 kg/m <sup>2</sup>	Wärmekapazität:	59 kJ/m <sup>2</sup> K
Außenluft:	-10°C / 80%	Trocknungsdauer:	117 Tage	Wärmekapazität innen:	25 kJ/m <sup>2</sup> K
Oberflächentemp.:	19,1 °C	sd-Wert:	203,9 m	Gewicht:	90 kg/m <sup>2</sup>
Dicke:	36,8 cm				

Dachkonstruktion,  $U=0,206 \text{ W/m}^2\text{K}$ 

 Dachkonstruktion,  $U=0,206 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 erstellt am 31.8.2014 16:42

## Temperaturverlauf / Tauwasserzone



- |                                     |                            |  |
|-------------------------------------|----------------------------|--|
| ① Gipskartonplatte (12,5 mm)        | ④ Pavaflex (160 mm)        | ⑦ Hinterlüftung (30 mm)                  |
| ② Pavaflex (40 mm)                  | ⑤ Fichte (18 mm)           | ⑧ Flachdachziegel inkl. Lattung (103 mm) |
| ③ Knauf Insulation EtaPlus (0,2 mm) | ⑥ Dachbahn, Bitumen (4 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)

Folgende Tabelle enthält die wichtigsten Daten aller Schichten der Konstruktion:

#	Material	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Temperatur [°C]		Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]	Tauwasser [Gew%]
				min	max		
	Wärmeübergangswiderstand		0,100	19,1	20,0		
1	1,25 cm Gipskartonplatte	0,250	0,050	18,7	19,5	8,5	0,0
2	4 cm Pavaflex	0,039	1,026	9,2	19,2	2,2	0,0
3	0,02 cm Knauf Insulation EtaPlus	0,170	0,001	9,2	13,6	0,1	0,0
4	16 cm Pavaflex (65 cm)	0,039	4,103	-8,6	13,6	7,8	3,5
	16 cm Fichte (8 cm)	0,130	1,231	-7,6	10,2	7,9	0,0
5	1,8 cm Fichte	0,130	0,138	-9,4	-7,0	8,1	3,7
6	0,4 cm Dachbahn, Bitumen	0,230	0,017	-9,5	-8,7	4,4	0,0
	Wärmeübergangswiderstand		0,100	-10,0	-8,9		
7	3 cm Hinterlüftung (Außenluft)			-10,0	-10,0	0,0	
8	10,3 cm Flachdachziegel inkl. Lattung			-10,0	-10,0	51,5	
	36,77 cm Gesamtes Bauteil		4,845			90,5	

**Dachkonstruktion, U=0,206 W/m²K**

 Dachkonstruktion, U=0,206 W/m²K  
 erstellt am 31.8.2014 16:42

**Feuchteschutz**

Während der winterlichen Tauperiode von 60 Tagen fallen in diesem Bauteil insgesamt 0.297 kg Tauwasser pro Quadratmeter an. Diese Menge würde im Sommer 117 Tage zum Trocknen benötigen (bei 12°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70% - innen wie außen). Das sind mehr, als die von der DIN erlaubten 90 Tage, und es muss damit gerechnet werden, dass das Bauteil in der warmen Jahreszeit nicht vollständig austrocknet!

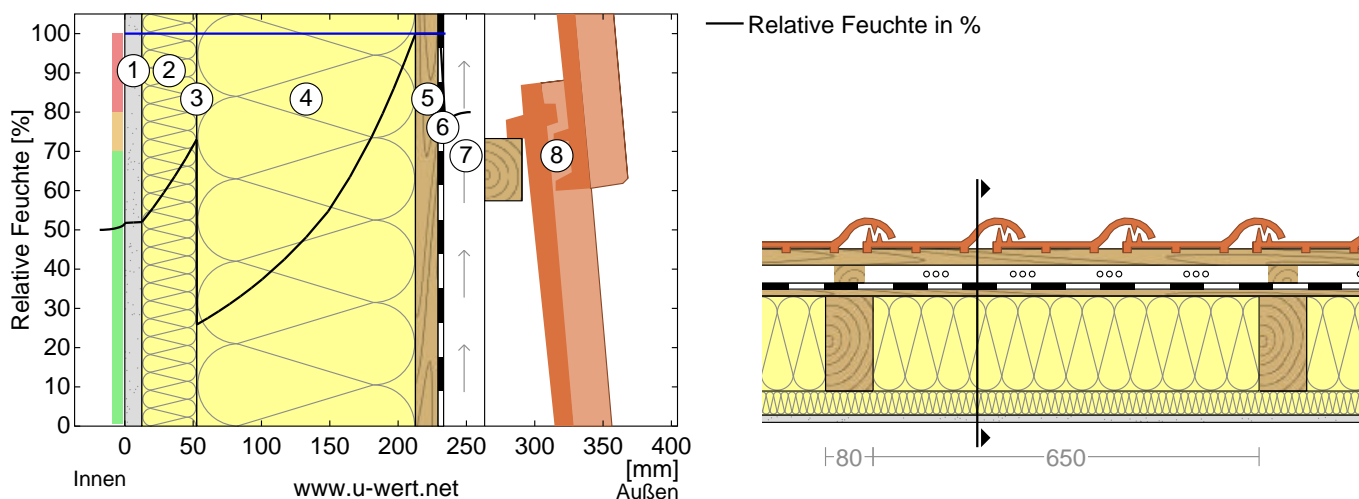
#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser		Trocknungsdauer Tage	Gewicht [kg/m²]
			[kg/m²]	%		
1	1,25 cm Gipskartonplatte	0,05	-	0,0		8,5
2	4 cm Pavaflex	0,08	-	0,0		2,2
3	0,02 cm Knauf Insulation EtaPlus	2,30	-	0,0		0,1
4	16 cm Pavaflex (65 cm) ... auf Außenseite	0,32	0,28	3,5 (!)		7,8
	16 cm Fichte (8 cm)	3,20	-	0,0		7,9
5	1,8 cm Fichte ... auf Innenseite ... innerhalb ... auf Außenseite	0,90	0,30	3,7 (!)	117 (!) 117 (!)	8,1
6	0,4 cm Dachbahn, Bitumen ... auf Innenseite	200,00	-	0,0	117 (!)	4,4
	36,77 cm Gesamtes Bauteil	203,93	0,297		117 (!)	90,5

Hinweis: Eine Tauwassermenge von mehr als 3% kann Ihr Bauteil nachhaltig schädigen. Um Feuchteschäden trotz größeren Tauwassermengen zu vermeiden, muss sichergestellt werden, dass sich das Tauwasser durch kapillar leitende Baustoffe im Bauteil verteilt und an der Oberfläche schnell genug abtrocknen kann.

**Relative Feuchte / Luftfeuchtigkeit**

Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 19,1 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 53% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Feuchte innerhalb des Bauteils. Außerhalb des Bauteils entspricht diese Größe der relativen Luftfeuchtigkeit.



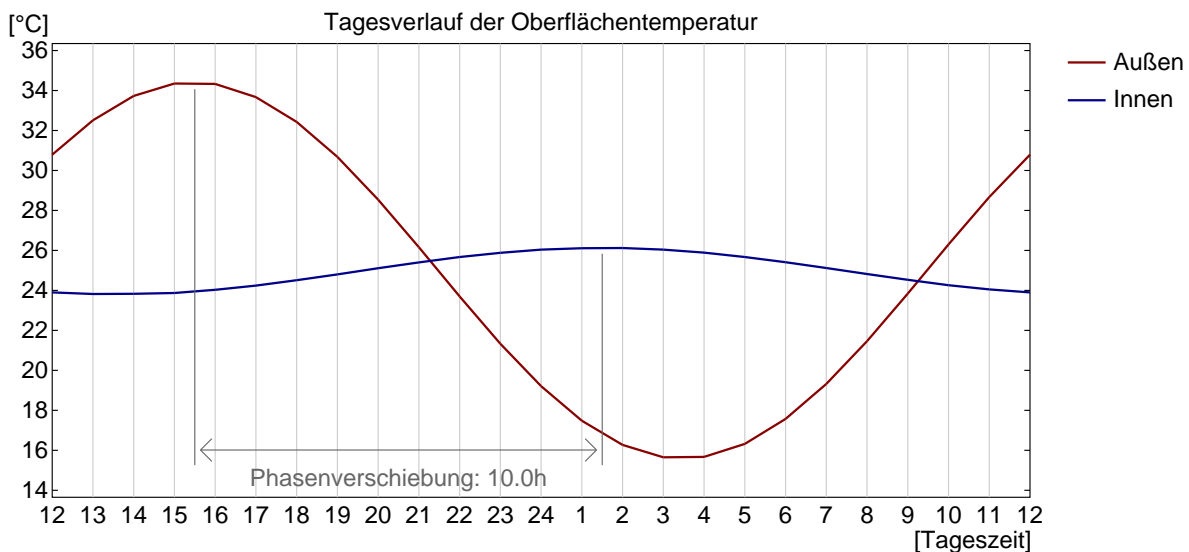
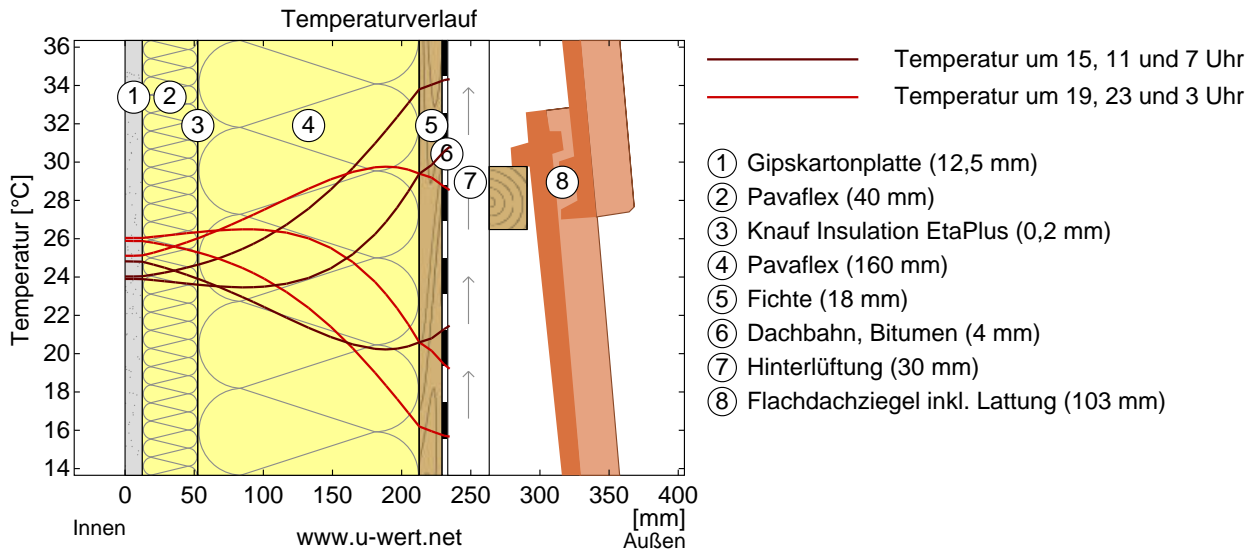
- |                                     |                            |  |
|-------------------------------------|----------------------------|--|
| ① Gipskartonplatte (12,5 mm)        | ④ Pavaflex (160 mm)        | ⑦ Hinterlüftung (30 mm)                  |
| ② Pavaflex (40 mm)                  | ⑤ Fichte (18 mm)           | ⑧ Flachdachziegel inkl. Lattung (103 mm) |
| ③ Knauf Insulation EtaPlus (0,2 mm) | ⑥ Dachbahn, Bitumen (4 mm) |  |

**Dachkonstruktion,  $U=0,206 \text{ W/m}^2\text{K}$** 

 Dachkonstruktion,  $U=0,206 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 erstellt am 31.8.2014 16:42

**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*	10,0h	Zeitpunkt der maximalen Innentemperatur:	1:30
Amplitudendämpfung**	8,2	Temperaturschwankung auf äußerer Oberfläche:	18,8 °C
TAV***	0,123	Temperaturschwankung auf innerer Oberfläche:	2,3 °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.