

Decke: Decke,  $U=0,098 \text{ W/m}^2\text{K}$ 

(erstellt am 4.3.2014 0:17)

$U = 0,098 \text{ W/m}^2\text{K}$   
(Wärmedämmung)

Viel Tauwasser  
(Feuchteschutz)

TA-Dämpfung: 11.9  
(Hitzeschutz)

0 EnEV Bestand\*:  $U < 0,24 \text{ W/m}^2\text{K} 0.5$

0 1  
1.09 kg/m<sup>2</sup> (23.5%) Trocknet 90 Tage

Temperaturamplitudendämpfung: 11.9  
Phasenverschiebung: 9.8h

Raumlufte: 20°C / 50%

Außenluft: -10°C / 80%

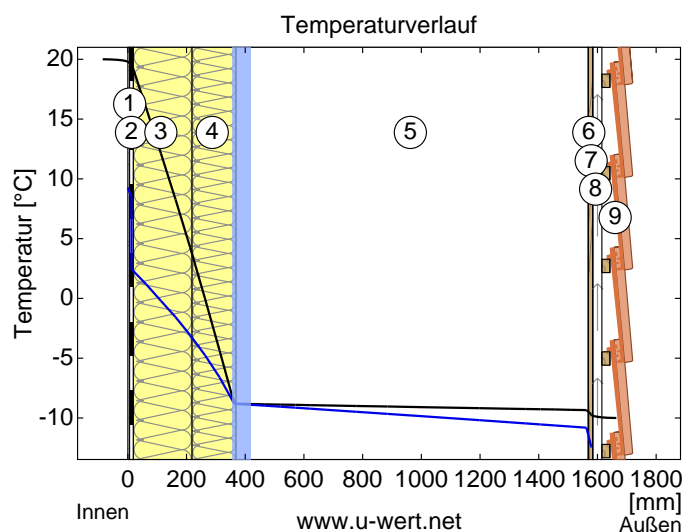
Tauwasser: 1.09 kg/m<sup>2</sup>

sd-Wert: 2.9 m

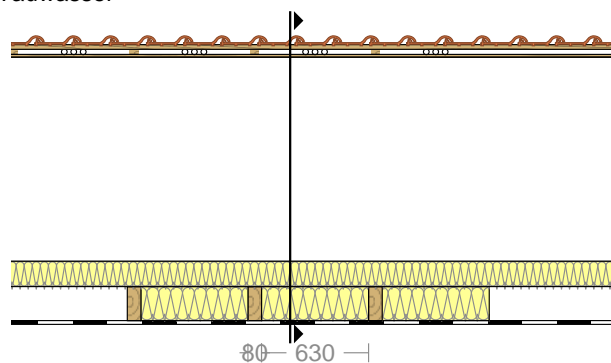
Gewicht: 87 kg/m<sup>2</sup>

Dicke: 171.175 cm

## Temperaturverlauf / Tauwasserzone



— Temperatur  
— Taupunkt  
■ Tauwasser



- |                                      |                            |  |
|--------------------------------------|----------------------------|--|
| ① Gipskartonplatte (12,5 mm)         | ④ Integra ZKF-032 (150 mm) | ⑦ Knauf Insulation LDS 0.04 (0,2 mm)     |
| ② ISOVER KlimamembranVario KM Duplex | ⑤ Luftschicht (1200 mm)    | ⑧ Hinterlüftung (30 mm)                  |
| ③ Integra ZKF-032 (200 mm)           | ⑥ Fichte (16 mm)           | ⑨ Flachdachziegel inkl. Lattung (103 mm) |

Rechts: Maßstäbliche Zeichnung des Bauteils. 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 der Konstruktion an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser. Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.

## 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	19,4	20,0		
1	1,25 cm Gipskartonplatte	0,250	0,050	19,1	19,8	8,5	0,0
2	0,005 cm ISOVER KlimamembranVario KM Duplex + UV	0,170	0,000	19,1	19,6	0,1	0,0
3	20 cm Integra ZKF-032 (63 cm)	0,032	6,250	3,8	19,6	5,5	0,0
	20 cm Fichte (8 cm)	0,130	1,538	7,7	19,3	10,1	0,0
4	15 cm Integra ZKF-032	0,032	4,688	-8,8	8,1	4,7	23
5	120 cm Luftschicht (ruhend)	6,667	0,180	-9,3	-8,8	0,0	
6	1,6 cm Fichte	0,130	0,123	-9,7	-9,3	7,2	0,0
7	0,02 cm Knauf Insulation LDS 0,04	0,270	0,001	-9,7	-9,7	0,0	0,0
	Wärmeübergangswiderstand						
			0,100	-10,0	-9,7		
8	3 cm Hinterlüftung (Außenluft)			-10,0	-10,0	0,0	



9	10,3 cm	Flachdachziegel inkl, Lattung	-10,0	-10,0	51,5
	171,175 cm	<b>Gesamtes Bauteil</b>	<b>10,183</b>		<b>87,6</b>



## Feuchteschutz

Während der winterlichen Tauperiode von 60 Tagen fallen in diesem Bauteil insgesamt 1.094 kg Tauwasser pro Quadratmeter an. Diese Menge würde im Sommer innerhalb von 90 Tagen verdunsten (bei 12°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70% - innen wie außen), allerdings werden einzelne Schichten stark durchfeuchtet.

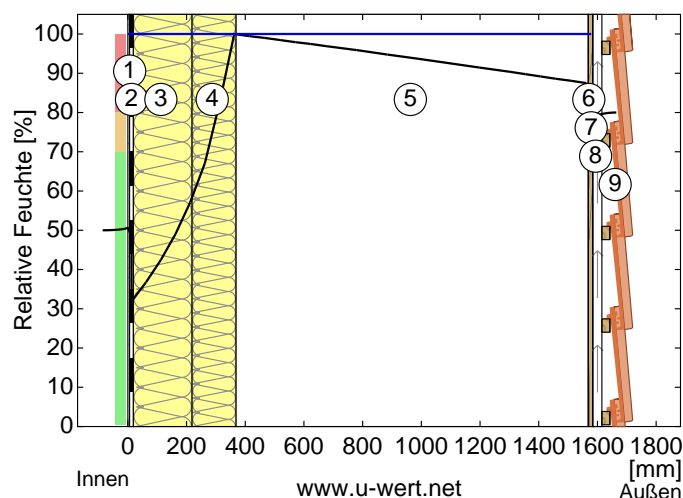
#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser		Trocknungsdauer Tage	Gewicht [kg/m²]
			[kg/m²]	%		
1	1,25 cm Gipskartonplatte	0,05	-	0,0		8,5
2	0,005 cm ISOVER KlimamembranVario KM Duplex + U	0,30	-	0,0		0,1
3	20 cm Integra ZKF-032 (63 cm)	0,20	-	0,0		5,5
	20 cm Fichte (8 cm)	4,00	-	0,0		10,1
4	15 cm Integra ZKF-032	0,15	1,1	23 (!)		4,7
	... auf Außenseite		1,1			
5	120 cm Luftschicht (ruhend)	1,20	-			0,0
6	1,6 cm Fichte	0,80	-	0,0		7,2
7	0,02 cm Knauf Insulation LDS 0,04	0,04	-	0,0		0,0
	171,175 cm Gesamtes Bauteil	2,91	1,094		90	87,6

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.

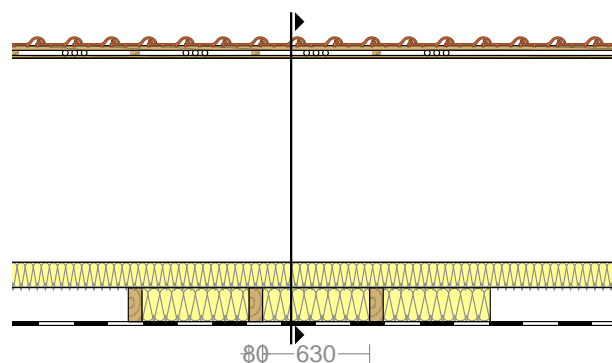
## Relative Feuchte / Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 19,4 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 52% 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.



— Relative Feuchte in %



- |                                      |                            |  |
|--------------------------------------|----------------------------|--|
| ① Gipskartonplatte (12,5 mm)         | ④ Integra ZKF-032 (150 mm) | ⑦ Knauf Insulation LDS 0.04 (0,2 mm)     |
| ② ISOVER KlimamembranVario KM Duplex | ⑤ Luftschicht (1200 mm)    | ⑧ Hinterlüftung (30 mm)                  |
| ③ Integra ZKF-032 (200 mm)           | ⑥ Fichte (16 mm)           | ⑨ Flachdachziegel inkl. Lattung (103 mm) |

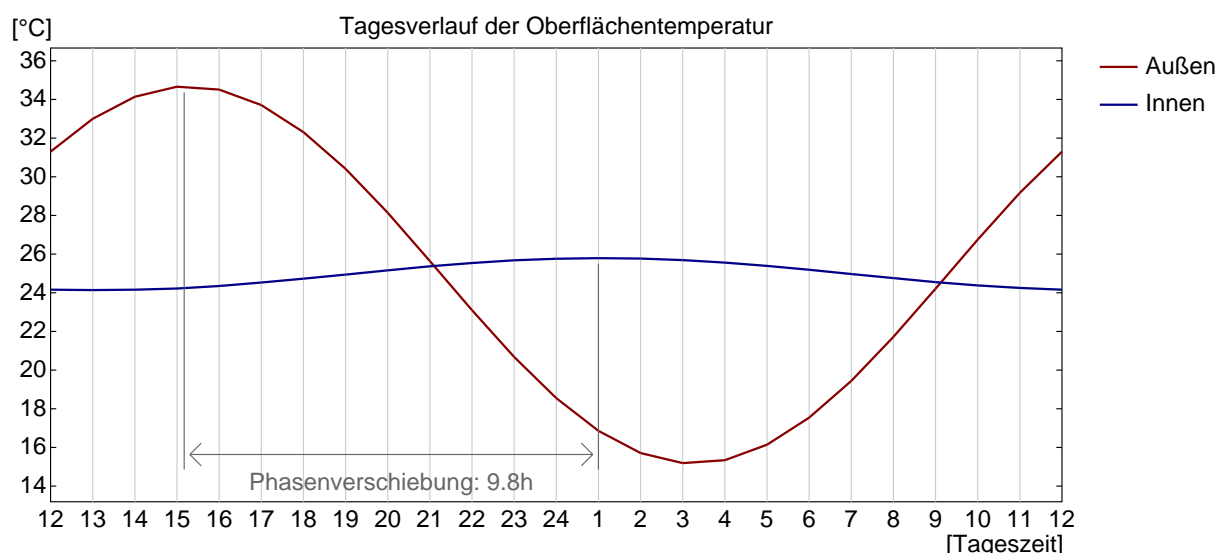
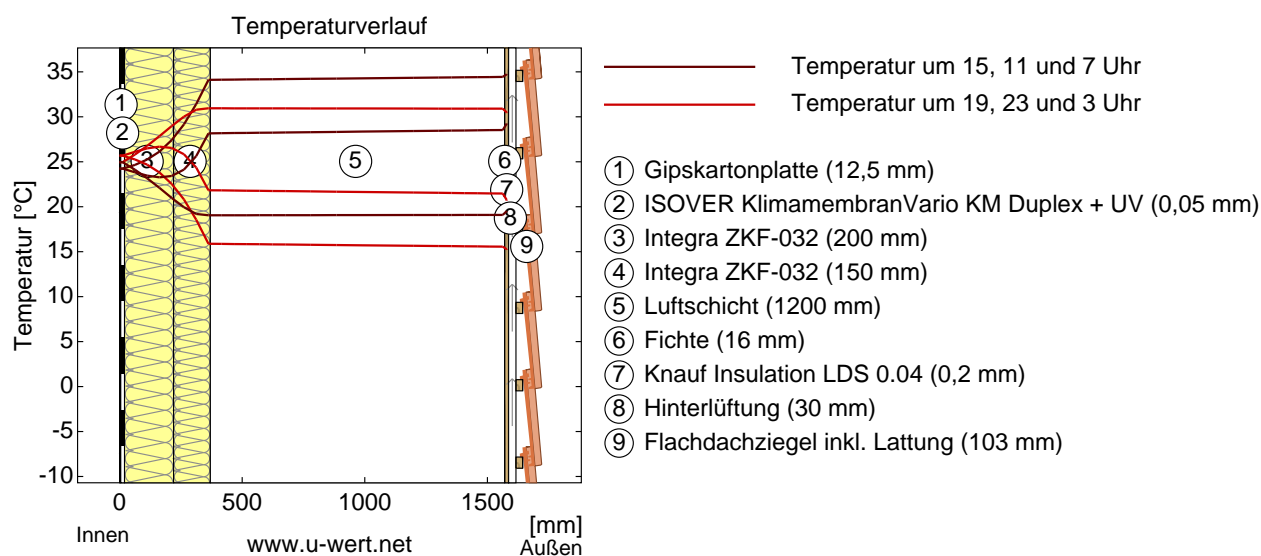


## Hitzeschutz

Für die Analyse des sommerlichen Hitzeschutzes wurden die Temperaturänderungen innerhalb des Bauteils im Verlauf eines heißen Sommertages simuliert. Folgende Tabelle enthält die Ergebnisse:

Phasenverschiebung:	9,8h	Zeitpunkt der maximalen Innentemperatur:	1:00
Amplitudendämpfung:	11,9	Temperaturdifferenz auf äußerer Oberfläche:	19,7 °C
TAV:	0,084	Temperaturdifferenz auf innerer Oberfläche:	1,7 °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:  $TAV = 1/\text{Amplitudendämpfung}$ )



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.

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

## Wärmespeicherfähigkeit

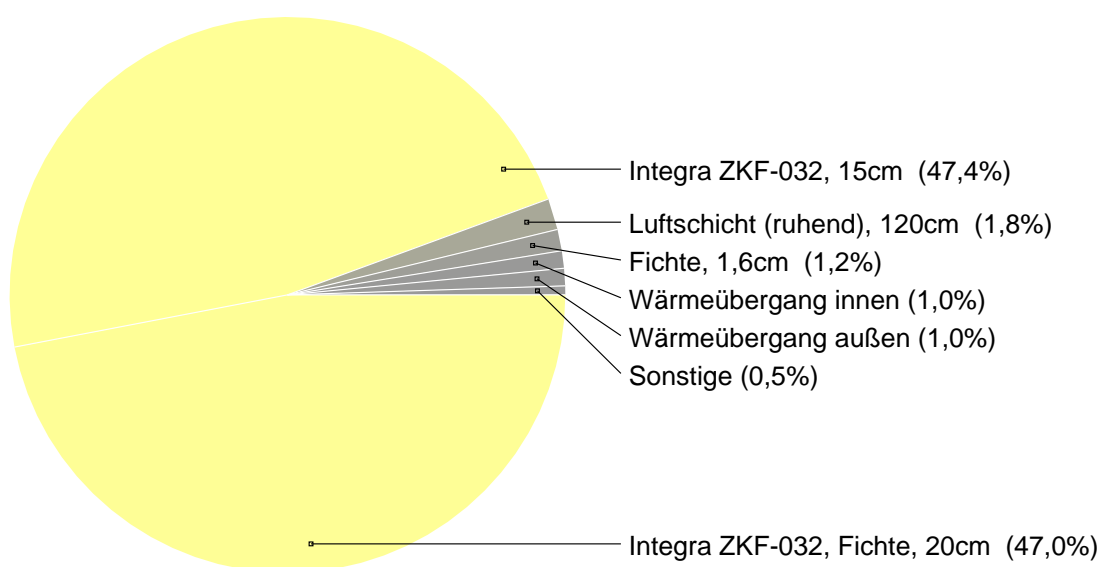
Wärmekapazität des gesamten Bauteils: 44 kJ/m<sup>2</sup>K bzw. 0,012 kWh/m<sup>2</sup>K

(Energie in kJ bzw. kWh, die ein Quadratmeter des Bauteils aufnimmt, wenn Innen- und Außentemperatur gleichzeitig um 1°C erhöht werden.)

Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten: 27 kJ/m<sup>2</sup>K bzw. 0,0075 kWh/m<sup>2</sup>K

(Energie in kJ bzw. kWh, die ein Quadratmeter des Bauteils aufnimmt, wenn die Innentemperatur um 1°C erhöht wird und die Außentemperatur beibehalten wird.)

## Beitrag einzelner Schichten zur Wärmedämmung



Dieses Dokument wurde vom U-Wert-Rechner auf [www.u-wert.net](http://www.u-wert.net) generiert. Der Betreiber von u-wert.net übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit der dargestellten Informationen und keine Haftung für unmittelbare und mittelbare Schäden, die aus den angebotenen Informationen und / oder ihrer Verwendung entstehen.

Perma-Link zu dieser Berechnung im Internet:

[http://www.u-wert.net/berechnung/u-wert-rechner/?d0=1.25&mid0=23879&d1=0.005&mid1=9892&d2=20&mid2=3687&x2=63&lid2=1558773326&d3=20&mid3=36&x3=8&lid3=1558773326&d4=15&mid4=3687&d5=120&mid5=86&d6=1.6&mid6=36&d7=0.02&mid7=7413&bt=5&T\\_i=20&RH\\_i=50&T\\_e=-10&RH\\_e=80&outside=3&name=Decke](http://www.u-wert.net/berechnung/u-wert-rechner/?d0=1.25&mid0=23879&d1=0.005&mid1=9892&d2=20&mid2=3687&x2=63&lid2=1558773326&d3=20&mid3=36&x3=8&lid3=1558773326&d4=15&mid4=3687&d5=120&mid5=86&d6=1.6&mid6=36&d7=0.02&mid7=7413&bt=5&T_i=20&RH_i=50&T_e=-10&RH_e=80&outside=3&name=Decke)