

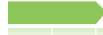
Dach

Außenwand
erstellt am 17.1.2022

Wärmeschutz

$U = 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

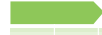
EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



sehr gut

Feuchteschutz

Trocknet 17 Tage
Tauwasser: 47 g/m^2



sehr gut

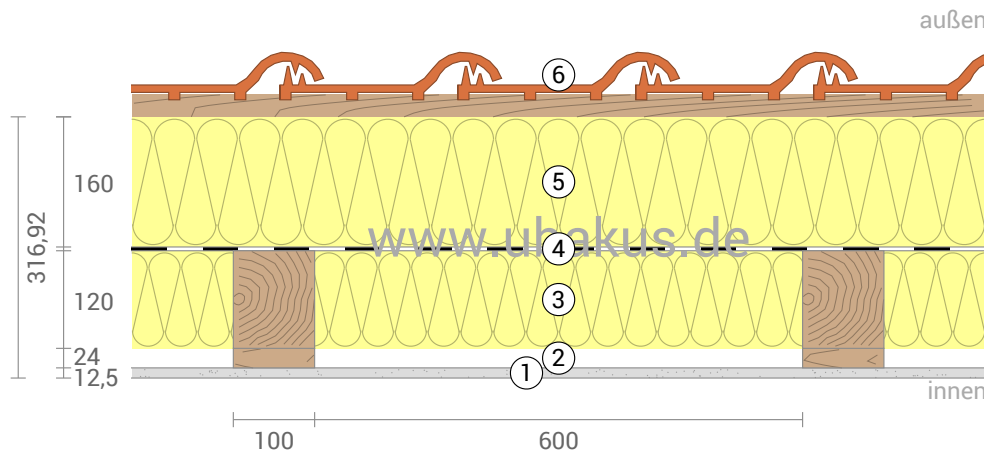
Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 14
Phasenverschiebung: 11,0 h
Wärmekapazität innen: $29 \text{ kJ/m}^2\text{K}$



sehr gut

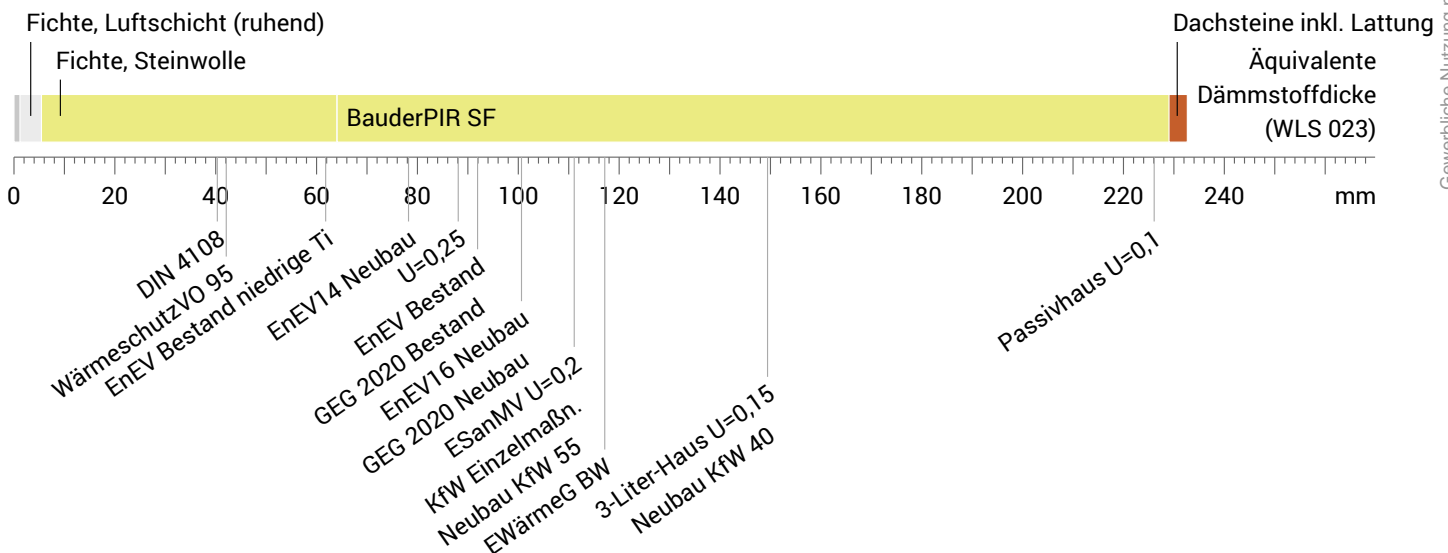
mangelhaft



- ① Rigips Die Weiße RB (12,5 mm)
- ② Luftschicht (24 mm)
- ③ Steinwolle (120 mm)
- ④ Majpell 5
- ⑤ BauderPIR SF (160 mm)
- ⑥ Dachsteine inkl. Lattung (103 mm)

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 $0,023 \text{ W/mK}$.

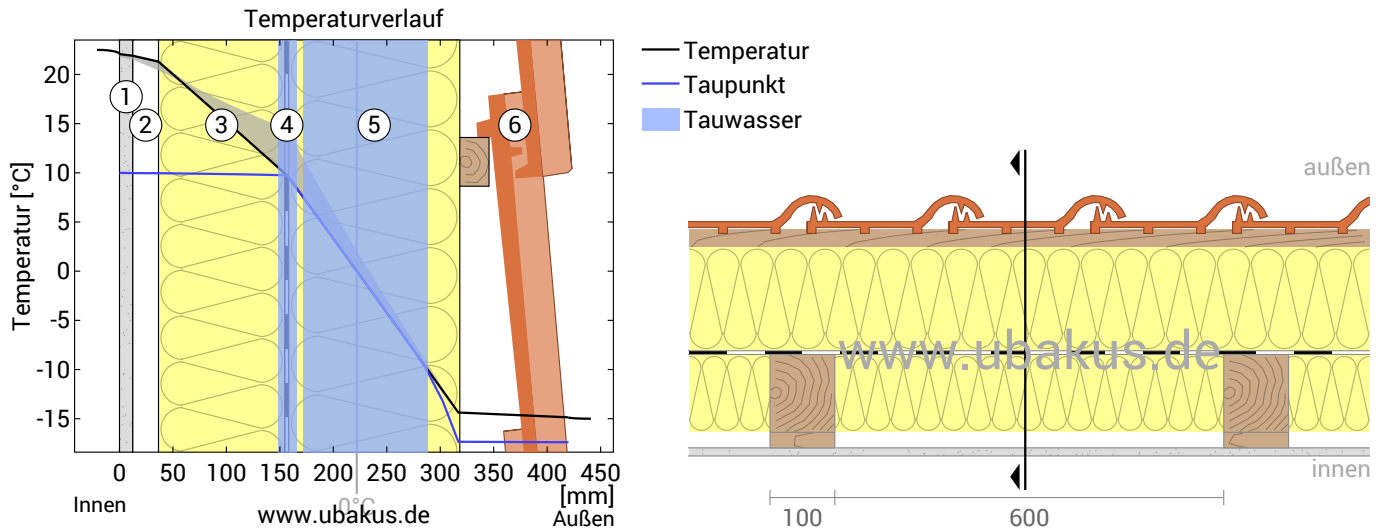


Raumluft:	22,5°C / 45%		Dicke:	42,0 cm
Außenluft:	-15,0°C / 80%	sd-Wert: 1506,9 m	Gewicht:	80 kg/m ²
Oberflächentemp.:	21,8°C / -14,9°C		Wärmekapazität:	83 kJ/m ² K

*Vergleich mit dem Höchstwert gemäß EnEV 2014/2016 für erstmaligen Einbau, Ersatz oder Erneuerung von Außenwänden (Anlage 3, Tabelle 1, Zeile 1).

Dach, $U=0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Temperaturverlauf



- | | | |
|---------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| ① Rigips Die Weiße RB (12,5 mm) | ③ Steinwolle (120 mm) | ⑤ BauderPIR SF (160 mm) |
| ② Luftschicht (24 mm) | ④ Majpell 5 | ⑥ Dachsteine 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]
				min	max	
	Wärmeübergangswiderstand*		0,130	21,8	22,5	
1	1,25 cm Rigips Die Weiße RB	0,250	0,050	21,5	22,1	8,5
2	2,4 cm Luftschicht (ruhend)	0,134	0,179	20,7	21,9	0,0
	2,4 cm Fichte (14%)	0,130	0,185	20,4	21,7	1,5
3	12 cm Steinwolle	0,035	3,429	9,7	21,4	6,2
	12 cm Fichte (14%)	0,130	0,923	14,4	20,7	7,7
4	0,042 cm Majpell 5	0,200	0,002	9,7	14,5	0,1
5	16 cm BauderPIR SF	0,023	6,957	-14,4	14,5	4,5
6	10,3 cm Dachsteine inkl. Lattung	0,750	0,137	-14,9	-14,3	51,5
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-15,0	-14,8	
41,992 cm Gesamtes Bauteil			10,269			80,1

*Annahme: Freie Luftzirkulation auf der Bauteilinnenseite.

Oberflächentemperatur innen (min / mittel / max): 21,8°C 22,0°C 22,1°C
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -14,9°C -14,9°C -14,8°C

Dach, $U=0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Feuchteschutz

Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt: innen: $22,5^\circ\text{C}$ und 45% Luftfeuchtigkeit; außen: -15°C und 80% Luftfeuchtigkeit (Klima gemäß Benutzereingabe).

Unter diesen Bedingungen fallen insgesamt $0,047 \text{ kg}$ Tauwasser pro Quadratmeter an. Diese Menge trocknet im Sommer innerhalb von 17 Tagen ab (Verdunstungsperiode gemäß DIN 4108-3:2018-10).

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m ²] [Gew.-%]	Gewicht [kg/m ²]
1	1,25 cm Rigips Die Weiße RB	0,05	-	8,5
2	2,4 cm Luftschicht (ruhend)	0,01	-	0,0
	2,4 cm Fichte (14%)	0,48	-	1,5
3	12 cm Steinwolle	0,17	0,046	6,2
	12 cm Fichte (14%)	2,40	-	7,7
4	0,042 cm Majpell 5	5,00	0,046	0,1
5	16 cm BauderPIR SF	1500	~0	4,5
6	10,3 cm Dachsteine inkl. Lattung	1,34	-	51,5
	41,992 cm Gesamtes Bauteil	1.506,87	0,047	80,1

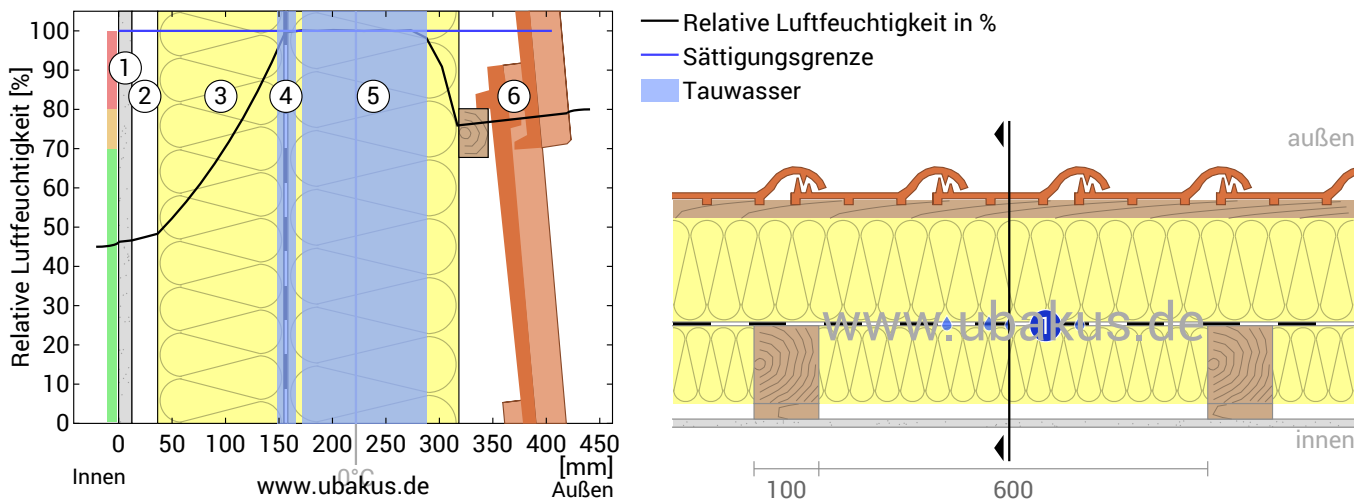
Tauwasserebenen

- 1 Tauwasser: $0,046 \text{ kg}/\text{m}^2$ Betroffene Schichten: Majpell 5, Steinwolle
- 2 Tauwasser: $\sim 0 \text{ kg}/\text{m}^2$ Betroffene Schichten: BauderPIR SF

Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt $21,8^\circ\text{C}$ was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 47% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



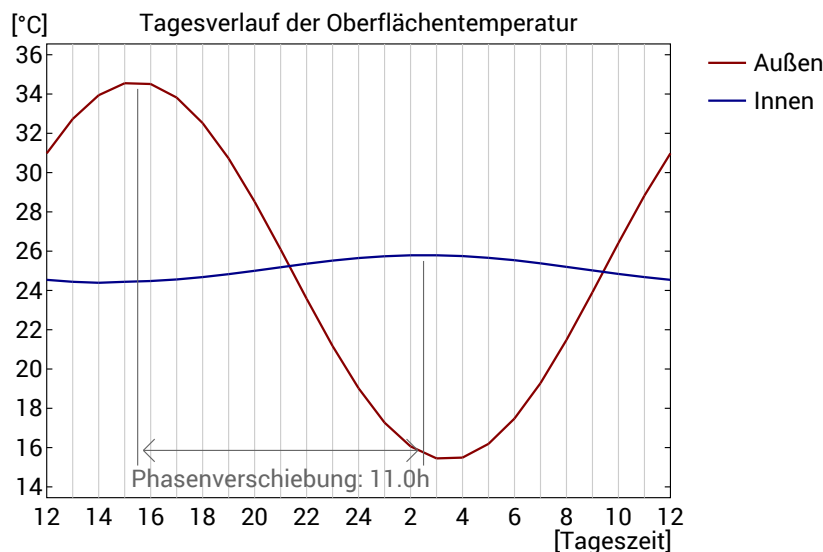
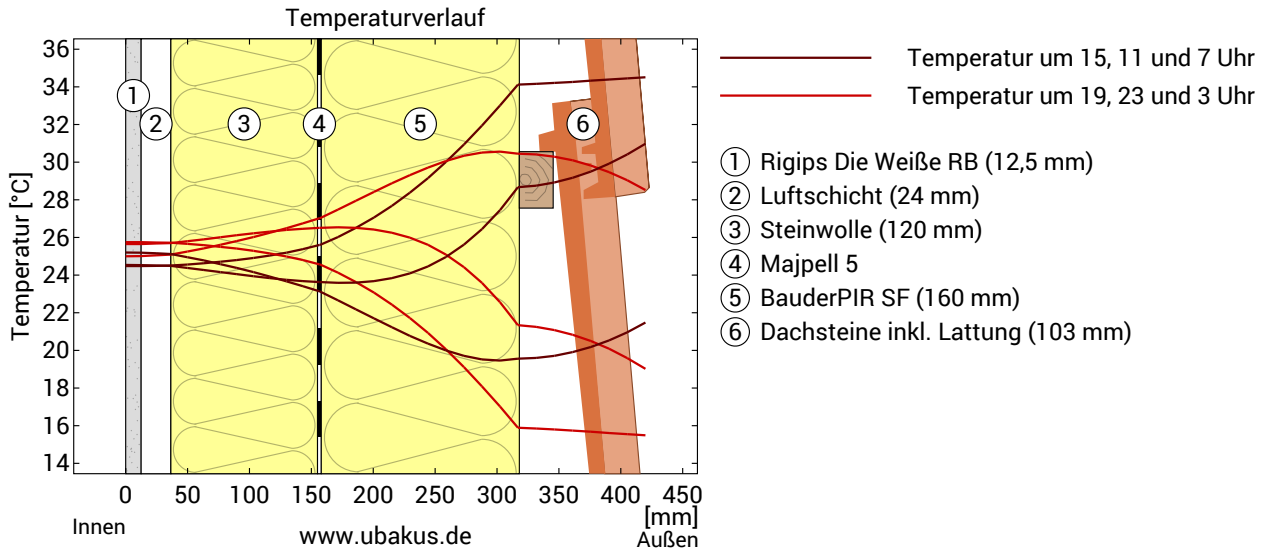
- | | | |
|---------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| ① Rigips Die Weiße RB (12,5 mm) | ③ Steinwolle (120 mm) | ⑤ BauderPIR SF (160 mm) |
| ② Luftschicht (24 mm) | ④ Majpell 5 | ⑥ Dachsteine inkl. Lattung (103 mm) |

Hinweise: Berechnung mittels Ubakus 2D-FE Verfahren. Konvektion und die Kapillarität der Baustoffe wurden nicht berücksichtigt. Die Trocknungsdauer kann unter ungünstigen Bedingungen (Beschattung, feuchte/kühle Sommer) länger dauern als hier berechnet.

Dach, $U=0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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*	11,0 h	Wärmespeicherkapazität (gesamtes Bauteil):	83 kJ/m ² K
Amplitudendämpfung**	13,5	Wärmespeicherkapazität der inneren Schichten:	29 kJ/m ² K
TAV***	0,074		

* 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.