

# Pos.510.X.001-lignatur\_akustik-dampfsperre-daemmung-dachbahn

## Wärmeschutz

U = 0,173 W/(m²K)

MuKEn14 Neubau\*: U<0,17 W/(m²K)



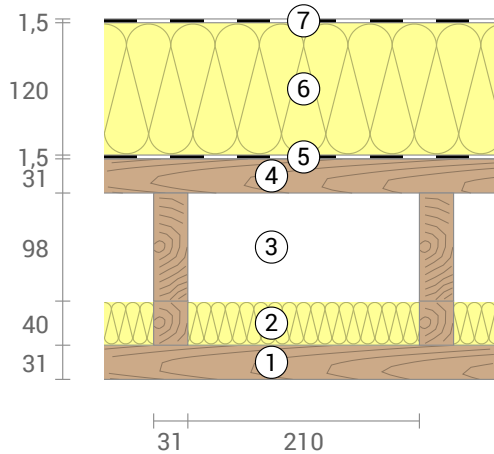
## Feuchteschutz

Kein Tauwasser



## Hitzeschutz

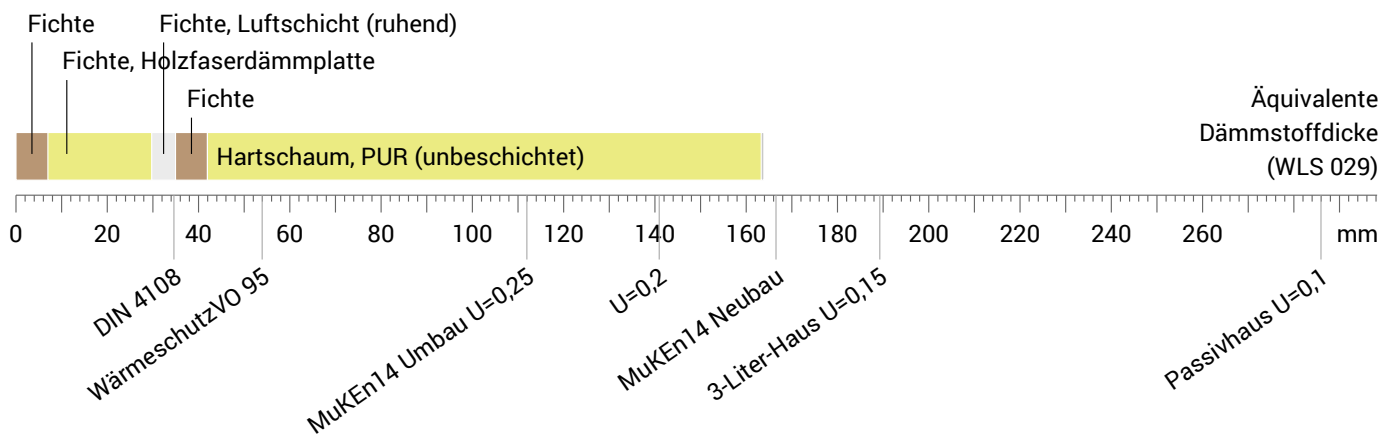
Temperaturamplitudendämpfung: 30  
Phasenverschiebung: 11,2 h  
Wärmekapazität innen: 59 kJ/m²K



- ① Fichte (31 mm)
- ② Holzfaserdämmplatte (40 mm)
- ③ Luftschicht (98 mm)
- ④ Fichte (31 mm)
- ⑤ Dampfsperre sd=1500m
- ⑥ Hartschaum, PUR (120 mm)
- ⑦ PVC Dachbahn

## 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 0,029 W/mK.



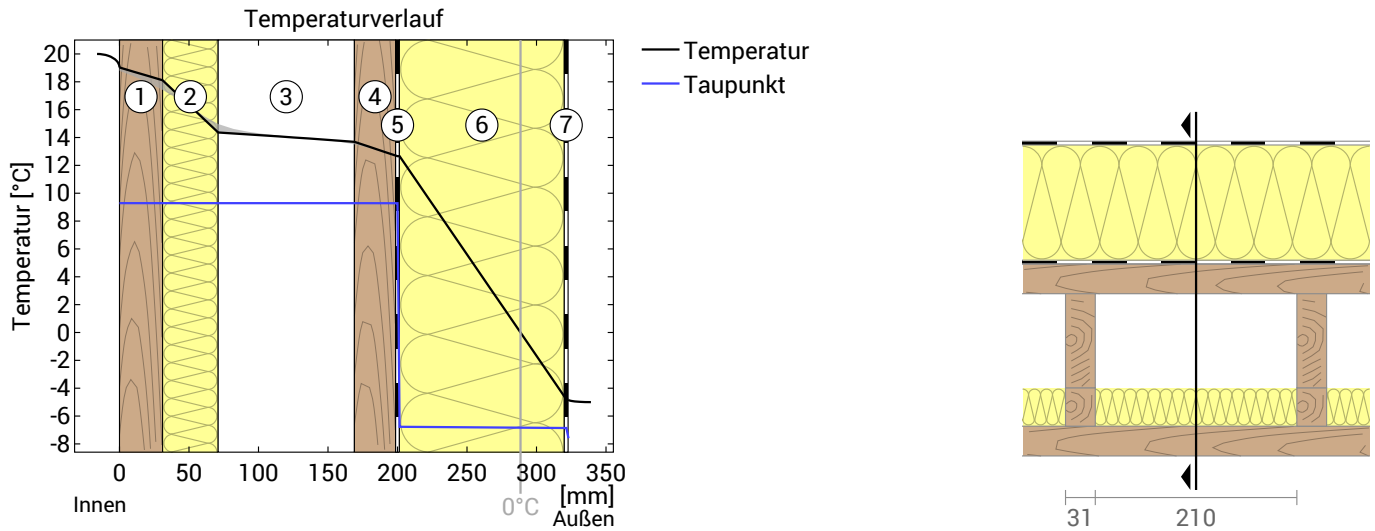
Raumluft: 20,0°C / 50%  
Außenluft: -5,0°C / 80%  
Oberflächentemp.: 18,8°C / -4,8°C

sd-Wert: 1544,9 m

Dicke: 32,3 cm  
Gewicht: 49 kg/m²  
Wärmekapazität: 76 kJ/m²K

MuKEn14 Neubau  MuKEn14 Umbauten  EnEV16 Neubau  EnEV14 Neubau

## Temperaturverlauf



- ① Fichte (31 mm)
- ② Holzfaserdämmplatte (40 mm)
- ③ Luftschicht (98 mm)
- ④ Fichte (31 mm)
- ⑤ Dampfsperre sd=1500m
- ⑥ Hartschaum, PUR (120 mm)
- ⑦ PVC Dachbahn

**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                              | $\lambda$<br>[W/mK] | R<br>[m²K/W] | Temperatur [°C] |      | Gewicht<br>[kg/m²] |
|---------------------------|---------------------------------------|---------------------|--------------|-----------------|------|--------------------|
|                           |                                       |                     |              | min             | max  |                    |
| Wärmeübergangswiderstand* |                                       |                     |              |                 |      |                    |
| 1                         | 3,1 cm Fichte                         | 0,130               | 0,238        | 18,8            | 20,0 | 14,0               |
| 2                         | 4 cm Holzfaserdämmplatte              | 0,040               | 1,000        | 14,4            | 18,1 | 3,8                |
|                           | 4 cm Fichte (13%)                     | 0,130               | 0,308        | 14,9            | 17,6 | 2,3                |
| 3                         | 9,8 cm Luftschicht (ruhend)           | 0,613               | 0,160        | 13,6            | 14,7 | 0,1                |
|                           | 9,8 cm Fichte (13%)                   | 0,130               | 0,754        | 13,5            | 15,0 | 5,7                |
| 4                         | 3,1 cm Fichte                         | 0,130               | 0,238        | 12,7            | 13,7 | 14,0               |
| 5                         | 0,15 cm Dampfsperre sd=1500m          | 160,000             | 0,000        | 12,7            | 12,7 | 4,0                |
| 6                         | 12 cm Hartschaum, PUR (unbeschichtet) | 0,029               | 4,138        | -4,8            | 12,7 | 3,6                |
| 7                         | 0,15 cm PVC Dachbahn                  | 0,250               | 0,006        | -4,8            | -4,8 | 1,8                |
| Wärmeübergangswiderstand* |                                       |                     |              |                 |      |                    |
|                           | 32,3 cm Gesamtes Bauteil              |                     | 5,777        | -5,0            | -4,8 | 49,3               |

\*Wärmeübergangswiderstände gemäß DIN 6946 für die U-Wert-Berechnung. Für Feuchteschutz und Temperaturverlauf wurden Rsi=0,25 und Rse=0,04 gemäß DIN 4108-3 verwendet.

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

Pos.510.X.001-lignatur\_akustik-dampfsperre-daemmung-dachbahn, U=0,17 W/(m²K)

## Feuchteschutz

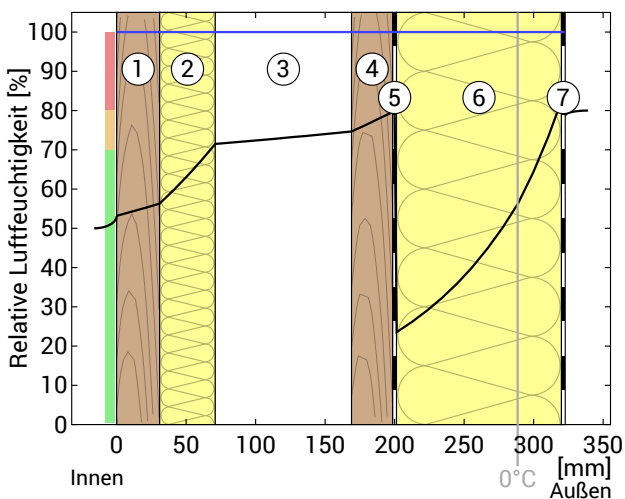
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

| # | Material                              | sd-Wert [m] | Tauwasser |          | Gewicht [kg/m²] |
|---|---------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------------|
|   |                                       |             | [kg/m²]   | [Gew.-%] |                 |
| 1 | 3,1 cm Fichte                         | 0,09        | -         | -        | 14,0            |
| 2 | 4 cm Holzfaserdämmplatte              | 0,12        | -         | -        | 3,8             |
|   | 4 cm Fichte (13%)                     | 0,80        | -         | -        | 2,3             |
| 3 | 9,8 cm Luftschicht (ruhend)           | 0,01        | -         | -        | 0,1             |
|   | 9,8 cm Fichte (13%)                   | 1,96        | -         | -        | 5,7             |
| 4 | 3,1 cm Fichte                         | 0,62        | -         | -        | 14,0            |
| 5 | 0,15 cm Dampfsperre sd=1500m          | 1500        | -         | -        | 4,0             |
| 6 | 12 cm Hartschaum, PUR (unbeschichtet) | 4,80        | -         | -        | 3,6             |
| 7 | 0,15 cm PVC Dachbahn                  | 39,00       | -         | -        | 1,8             |
|   | 32,3 cm Gesamtes Bauteil              | 1.544,90    |           |          | 49,3            |

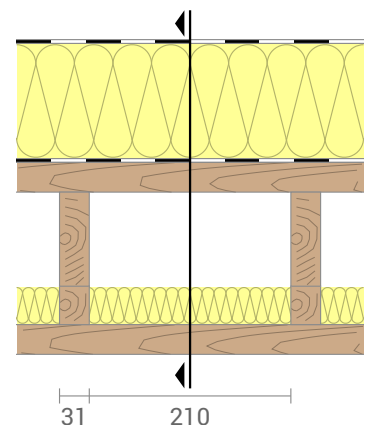
## Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 18,8 °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 %  
— Sättigungsgrenze



① Fichte (31 mm)

② Holzfaserdämmplatte (40 mm)

③ Luftschicht (98 mm)

④ Fichte (31 mm)

⑤ Dampfsperre sd=1500m

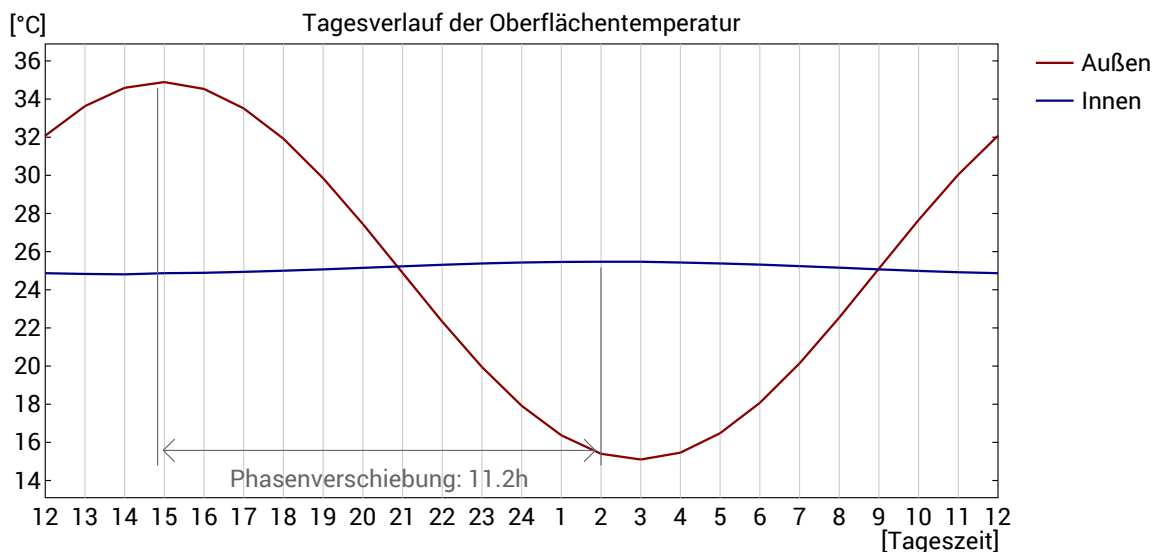
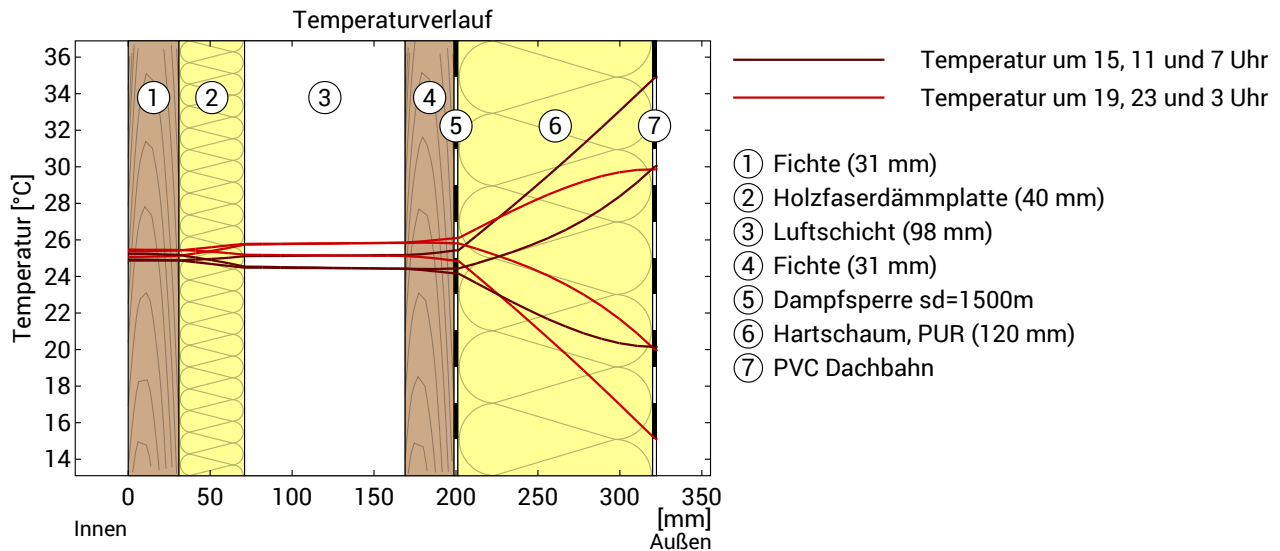
⑥ Hartschaum, PUR (120 mm)

⑦ PVC Dachbahn

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*  | 11,2 h | Zeitpunkt der maximalen Innentemperatur:     | 2:00   |
| Amplitudendämpfung** | 29,9   | Temperaturschwankung auf äußerer Oberfläche: | 19,8°C |
| TAV***               | 0,033  | Temperaturschwankung auf innerer Oberfläche: | 0,7°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/Amplitudendämpfung

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