

# Berechnungen zum Wärmeschutz, Feuchteschutz und Hitzeschutz

erstellt am 3.9.2020 16:10

## Inhalt

Bauteil	U-Wert W/m <sup>2</sup> K	Tauwasser kg	TA- Dämpfung	Dicke cm	Gewicht kg/m <sup>2</sup>	Seite
1 AW_96.01_Holzfassade_Stülp	0,32	0,234	14,1	25,40	67,1	2
2 AW_14.06_Fassadenplatten	0,23	-	49,8	34,25	84,3	5
3 AW_14.05_Fassadenplatten	0,17	-	49,8	34,25	88,5	8
4 AW_13.04_Holzfassade_Stülp	0,17	-	57,1	35,90	89,3	11
5 AW_13.02_Holzfassade_Stülp	0,16	-	75,8	37,55	94,6	14
6 AW_12.04_Holzfassade_Vertikal	0,17	-	51,3	40,25	97,2	17
7 AW_12.03_Holzfassade_Vertikal	0,17	-	49,8	39,05	89,0	20
8 AW_12.02_Holzfassade_Vertikal	0,17	-	51,3	40,25	97,2	23
9 AW_12.01_Holzfassade_Vertikal	0,17	-	49,8	39,05	89,0	26
10 AW_02.01_Holzfassade_Vertikal	0,18	-	46,1	35,15	87,2	29
11 AW_00.01_Holzfassade_Vertikal	0,25	0,210	74,1	28,45	107,4	32

## Vergleich mit verschiedenen Höchstwerten\*

Bauteil	OIB Richtlinie 6	ESanMV	EnEV16 Neubau	EnEV14 Neubau
AW_96.01_Holzfassade_Stülp	✓			
AW_14.06_Fassadenplatten	✓			✓
AW_14.05_Fassadenplatten	✓	✓	✓	✓
AW_13.04_Holzfassade_Stülp	✓	✓	✓	✓
AW_13.02_Holzfassade_Stülp	✓	✓	✓	✓
AW_12.04_Holzfassade_Vertikal	✓	✓	✓	✓
AW_12.03_Holzfassade_Vertikal	✓	✓	✓	✓
AW_12.02_Holzfassade_Vertikal	✓	✓	✓	✓
AW_12.01_Holzfassade_Vertikal	✓	✓	✓	✓
AW_02.01_Holzfassade_Vertikal	✓	✓	✓	✓
AW_00.01_Holzfassade_Vertikal	✓			✓

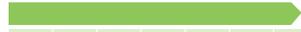
# AW\_96.01\_Holzfassade\_Stülp

Außenwand  
erstellt am 3.9.2020

## Wärmeschutz

$U = 0,32 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

OIB Richtlinie 6\*:  $U < 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



sehr gut

## Feuchteschutz

Feuchtegehalt Holz: +2,4%

Tauwasser: 234 g/m<sup>2</sup>

Trocknet 16 Tage



sehr gut

## Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 14

Phasenverschiebung: 8,5 h

Wärmekapazität innen: 59 kJ/m<sup>2</sup>K

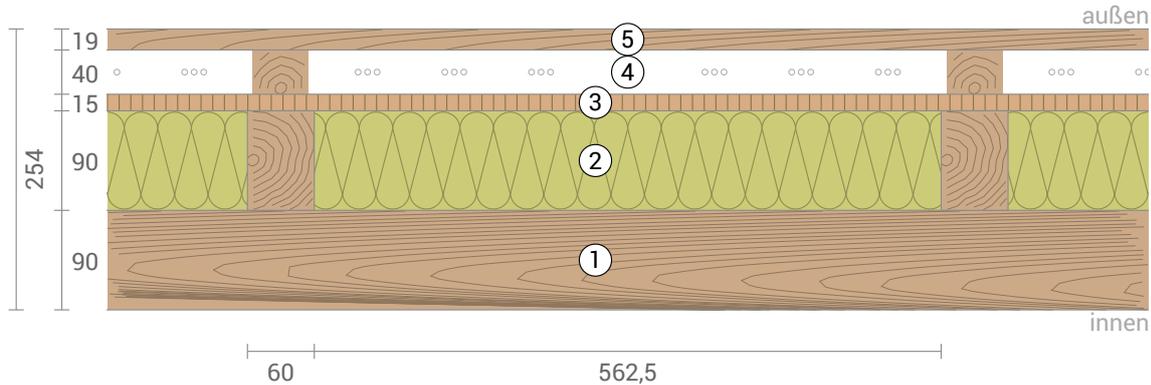


sehr gut

mangelhaft

mangelhaft

mangelhaft



① KLH Massivholzplatte (90 mm)

② Knauf Insulation Klemmplatte KP-040/HB (90 mm)

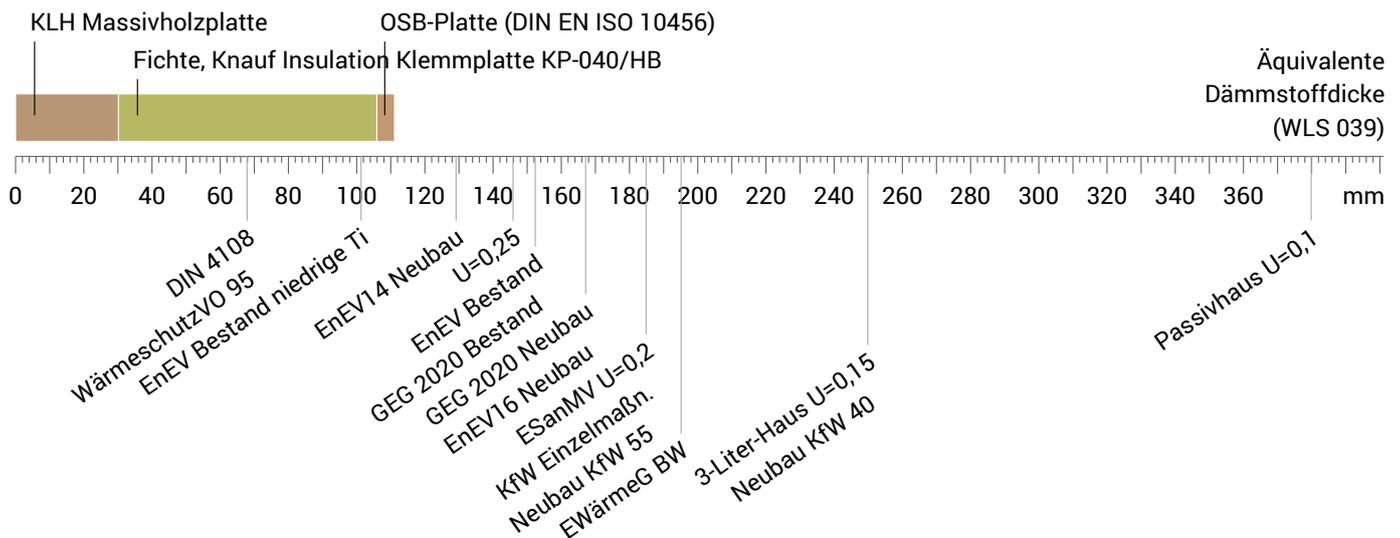
③ OSB-Platte (15 mm)

④ Hinterlüftung (40 mm)

⑤ Lärche (19 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 0,039 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%

Außenluft: -5,0°C / 80%

Oberflächentemp.: 17,7°C / -4,7°C

sd-Wert: 3,2 m

Dicke: 25,4 cm

Gewicht: 67 kg/m<sup>2</sup>

Wärmekapazität: 93 kJ/m<sup>2</sup>K

OIB Richtlinie 6

ESanMV

EnEV16 Neubau

EnEV14 Neubau

## U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,130
1	KLH Massivholzplatte	9,00	0,120	0,750
2	Knauf Insulation Klemmplatte KP-040/HB	9,00	0,039	2,308
	Fichte (9,6%)	9,00	0,130	0,692
3	OSB-Platte (DIN EN ISO 10456)	1,50	0,130	0,115
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,130

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung horizontal

Rse: Wärmestromrichtung horizontal, außen: Hinterlüftungsebene

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot;upper}} = 3,162 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot;lower}} = 3,009 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

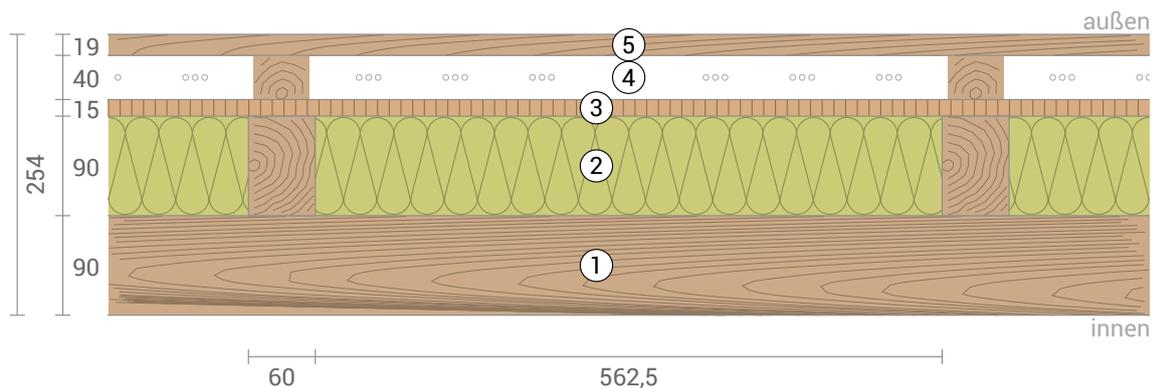
Prüfe Anwendbarkeit:  $R_{\text{tot;upper}} / R_{\text{tot;lower}} = 1,051$  (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand  $R_{\text{tot}} = (R_{\text{tot;upper}} + R_{\text{tot;lower}})/2 = 3,086 \text{ m}^2\text{K/W}$

Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 2,5%

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,32 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



## Feuchteschutz

Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt: innen: 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit. Dieses Klima entspricht DIN 4108-3.

Unter diesen Bedingungen fallen insgesamt 0,23 kg Tauwasser pro Quadratmeter an. Diese Menge trocknet im Sommer innerhalb von 16 Tagen ab (Verdunstungsperiode gemäß DIN 4108-3:2018-10).

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m²]	Tauwasser [Gew.-%]	Gewicht [kg/m²]
1	9 cm KLH Massivholzplatte	2,25	-	-	42,3
2	9 cm Knauf Insulation Klemmplatte KP-040/HB	0,09	0,23	-	2,4
	9 cm Fichte (9,6%)	1,80	-	-	3,9
3	1,5 cm OSB-Platte (DIN EN ISO 10456)	0,75	0,23	2,4	9,8
	25,4 cm Gesamtes Bauteil	3,18	0,23		67,1

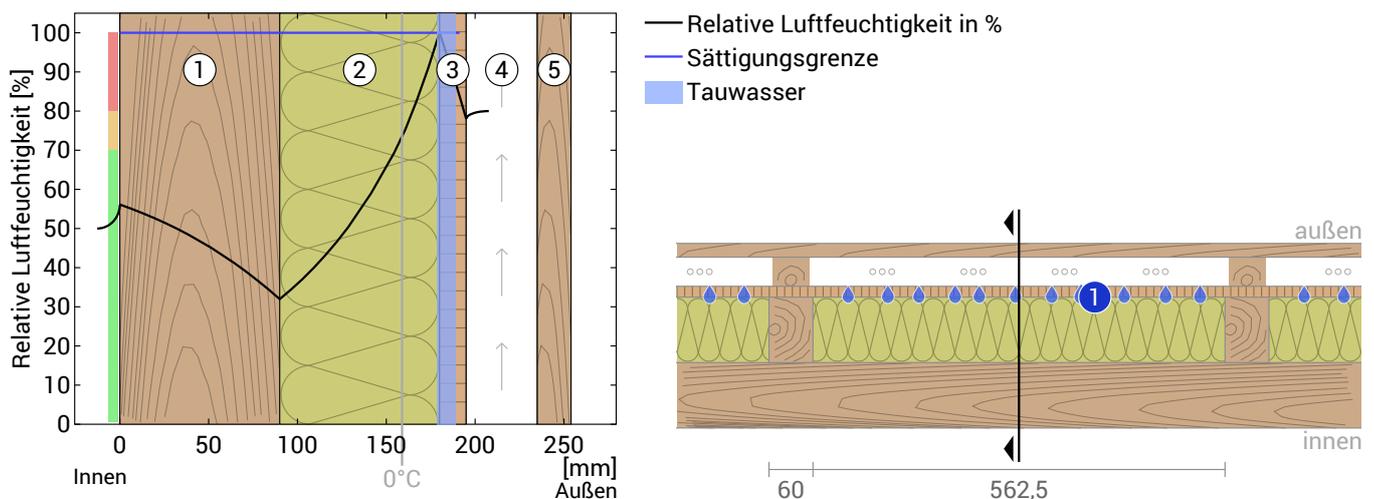
## Tauwasserebenen

- ① Tauwasser: 0,23 kg/m² Betroffene Schichten: OSB-Platte (DIN EN ISO 10456), Knauf Insulation Klemmplatte KP-040/HB

## Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 17,7 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 58% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



- ① KLH Massivholzplatte (90 mm)      ③ OSB-Platte (15 mm)      ⑤ Lärche (19 mm)  
 ② Knauf Insulation Klemmplatte KP-...      ④ Hinterlüftung (40 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.

# AW\_14.06\_Fassadenplatten

Außenwand  
erstellt am 3.9.2020

## Wärmeschutz

$U = 0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

OIB Richtlinie 6\*:  $U < 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



## Feuchteschutz

Kein Tauwasser

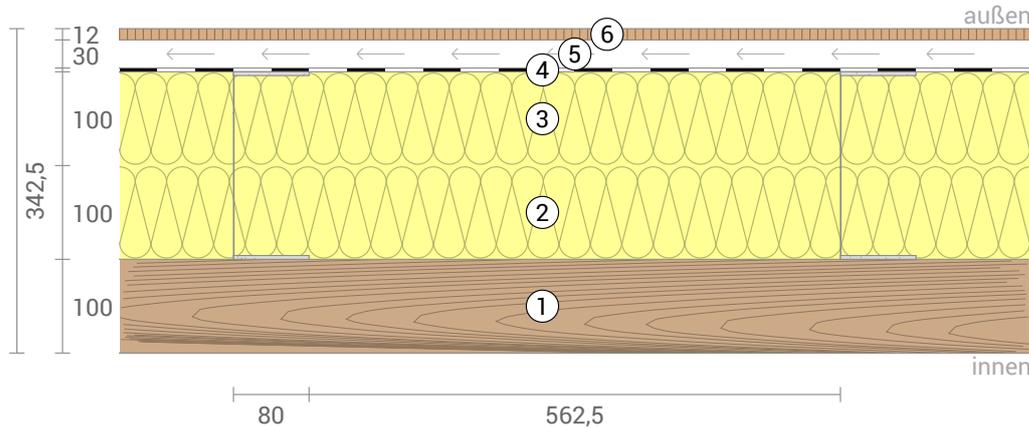


## Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 50

Phasenverschiebung: 12,7 h

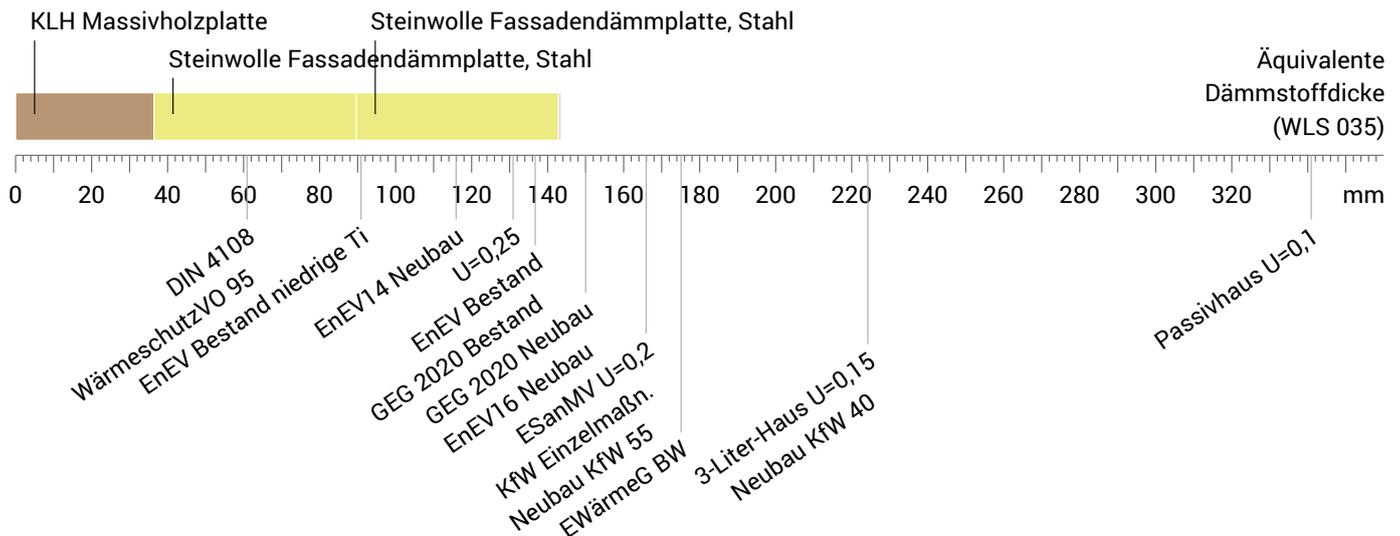
Wärmekapazität innen: 71 kJ/m<sup>2</sup>K



- ① KLH Massivholzplatte (100 mm)
- ② Steinwolle Fassadendämmplatte (100 mm)
- ③ Steinwolle Fassadendämmplatte (100 mm)
- ④ Unterdeckbahn  $s_d=0,05\text{m}$
- ⑤ Hinterlüftung (30 mm)
- ⑥ Spanplatte, zementgebunden (12 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 0,035 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%  
Außenluft: -5,0°C / 80%  
Oberflächentemp.: 17,8°C / -4,8°C

$s_d$ -Wert: 3,1 m

Dicke: 34,2 cm  
Gewicht: 84 kg/m<sup>2</sup>  
Wärmekapazität: 93 kJ/m<sup>2</sup>K

- OIB Richtlinie 6     ESanMV     EnEV16 Neubau     EnEV14 Neubau

\*Vergleich des U-Werts mit Höchstwerten aus OIB Richtlinie 6, Tabelle 10.2; den Höchstwerten der Energetische Sanierungsmaßnahmen-Verordnung (ESanMV); 80% des U-Werts der Referenzausführung aus EnEV 2014 Anlage 1 Tabelle 1 (EnEV16 Neubau); der Referenzausführung aus EnEV 2014 Anlage 1 Tabelle 1 (EnEV14 Neubau)

## U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,130
1	KLH Massivholzplatte	10,00	0,120	0,833
2	Steinwolle Fassadendämmplatte	10,00	0,035	2,857
	Stahl (Breite: 0,06 cm)	20,00	50,000	0,004
	Stahl (Breite: 8 cm)	0,06	50,000	0,000
	Stahl (Breite: 8 cm)	0,06	50,000	0,000
3	Steinwolle Fassadendämmplatte	10,00	0,035	2,857
4	Unterdeckbahn sd=0,05m	0,05	0,500	0,001
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,130

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung horizontal

Rse: Wärmestromrichtung horizontal, außen: Hinterlüftungsebene

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot,upper}} = 6,772 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

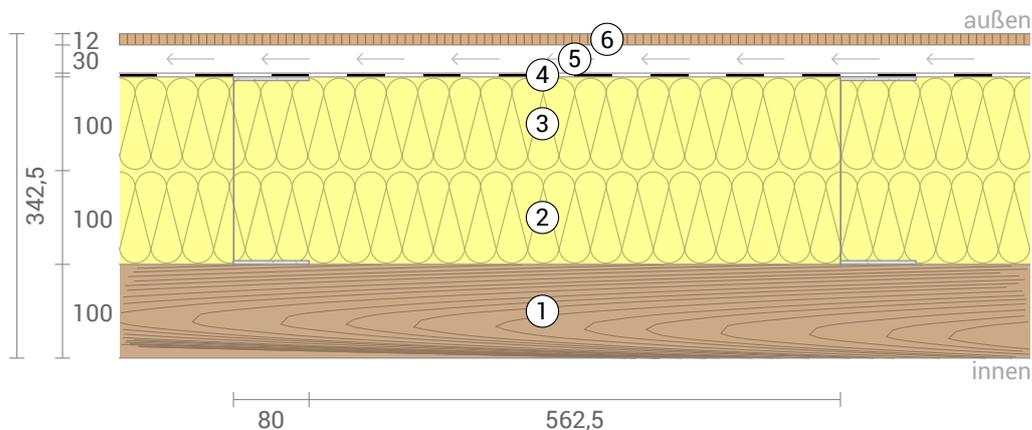
Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot,lower}} = 3,529 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Prüfe Anwendbarkeit:  $R_{\text{tot,upper}} / R_{\text{tot,lower}} = 1,919$  (maximal erlaubt: 1,5)

DIN 6946 darf nicht angewendet werden weil das Verhältnis des oberen Grenzwertes des Wärmedurchgangswiderstandes zum unteren Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes mehr als 1,5 beträgt.

Wärmedurchgangskoeffizient aus dem Finite-Elemente-Verfahren **U = 0,230 W/(m²K)**

Numerische Unsicherheit ~0,21%



## Feuchteschutz

Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt: innen: 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit. Dieses Klima entspricht DIN 4108-3.

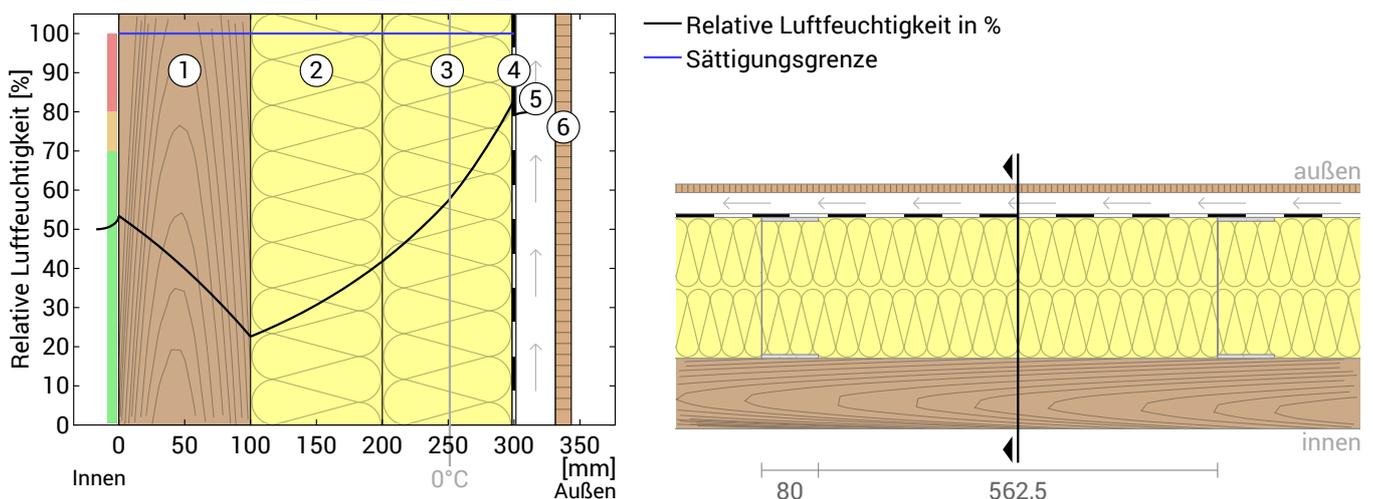
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m²]	Gewicht [kg/m²]
1	10 cm KLH Massivholzplatte	2,50	-	47,0
2	10 cm Steinwolle Fassadendämmplatte	0,10	-	10,0
	20 cm Stahl (Breite: 0,06 cm)	4,50	-	1,4
	0,06 cm Stahl (Breite: 8 cm)	1500	-	0,6
	0,06 cm Stahl (Breite: 8 cm)	1500	-	0,6
3	10 cm Steinwolle Fassadendämmplatte	0,10	-	10,0
4	0,05 cm Unterdeckbahn sd=0,05m	0,05	-	0,4
	34,25 cm Gesamtes Bauteil	3,14		84,3

## Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 17,8 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 57% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



- ① KLH Massivholzplatte (100 mm)      ③ Steinwolle Fassadendämmplatte (...)  
 ② Steinwolle Fassadendämmplatte (...)  
 ④ Unterdeckbahn sd=0,05m      ⑤ Hinterlüftung (30 mm)  
 ⑥ Spanplatte, zementgebunden (12 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.

# AW\_14.05\_Fassadenplatten

Außenwand  
erstellt am 3.9.2020

## Wärmeschutz

$U = 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

OIB Richtlinie 6\*:  $U < 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



sehr gut

## Feuchteschutz

Kein Tauwasser



sehr gut

## Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 50

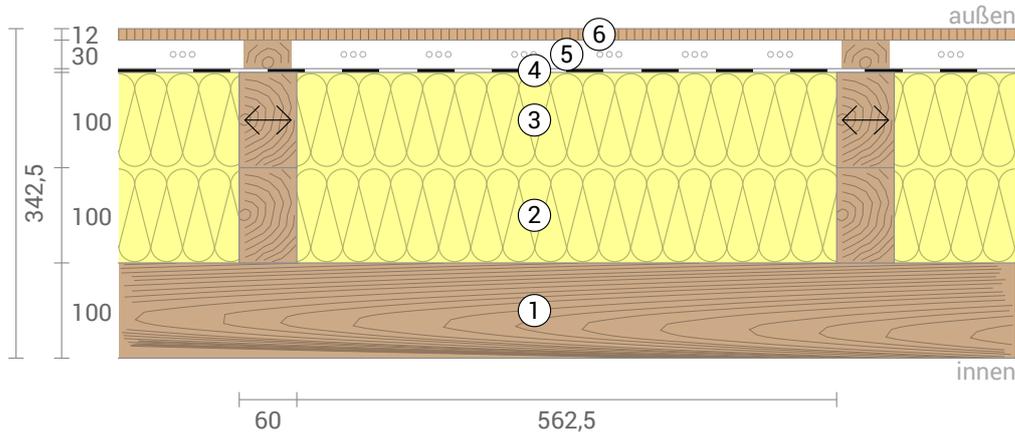
Phasenverschiebung: 12,7 h

Wärmekapazität innen: 80 kJ/m<sup>2</sup>K



sehr gut

mangelhaft

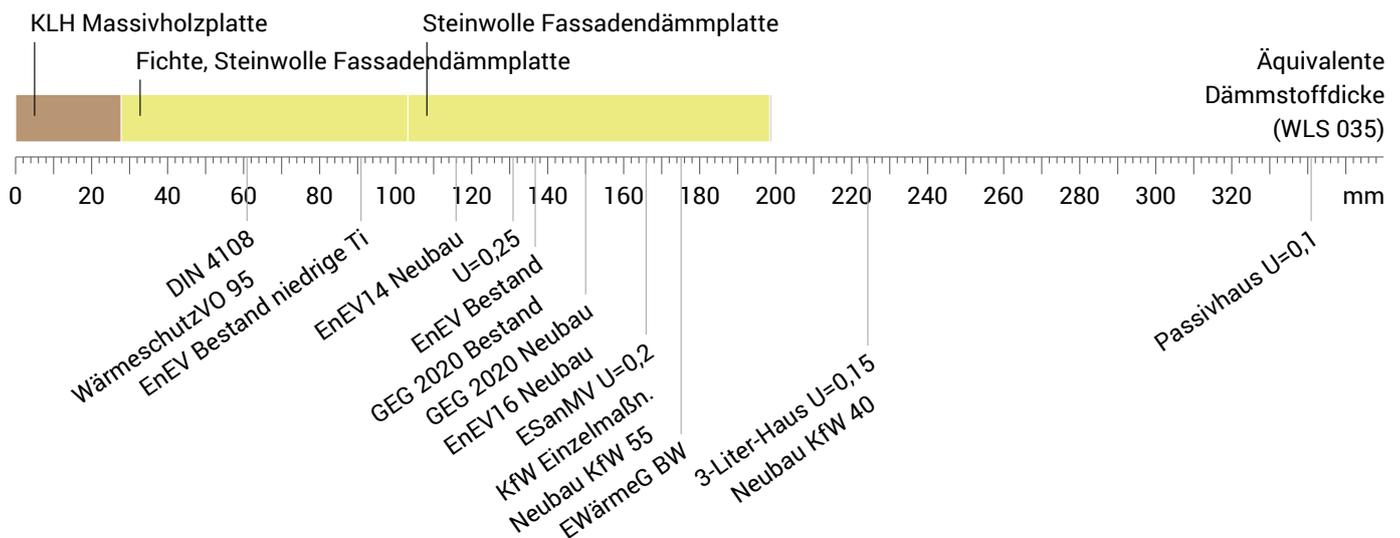


- ① KLH Massivholzplatte (100 mm)
- ② Steinwolle Fassadendämmplatte (100 mm)
- ③ Steinwolle Fassadendämmplatte (100 mm)
- ④ Unterdeckbahn  $sd=0,05\text{m}$
- ⑤ Hinterlüftung (30 mm)
- ⑥ Spanplatte, zementgebunden (12 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

## 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 0,035 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%  
Außenluft: -5,0°C / 80%  
Oberflächentemp.: 18,9°C / -4,8°C

sd-Wert: 2,9 m

Dicke: 34,2 cm  
Gewicht: 88 kg/m<sup>2</sup>  
Wärmekapazität: 98 kJ/m<sup>2</sup>K

- OIB Richtlinie 6
- ESanMV
- EnEV16 Neubau
- EnEV14 Neubau

## U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,130
1	KLH Massivholzplatte	10,00	0,120	0,833
2	Steinwolle Fassadendämmplatte	10,00	0,035	2,857
	Fichte (9,6%)	10,00	0,130	0,769
3	Steinwolle Fassadendämmplatte	10,00	0,035	2,857
	Fichte (9,6%)	10,00	0,130	0,769
4	Unterdeckbahn sd=0,05m	0,05	0,500	0,001
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,130

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung horizontal

Rse: Wärmestromrichtung horizontal, außen: Hinterlüftungsebene

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot,upper}} = 6,236 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot,lower}} = 5,624 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

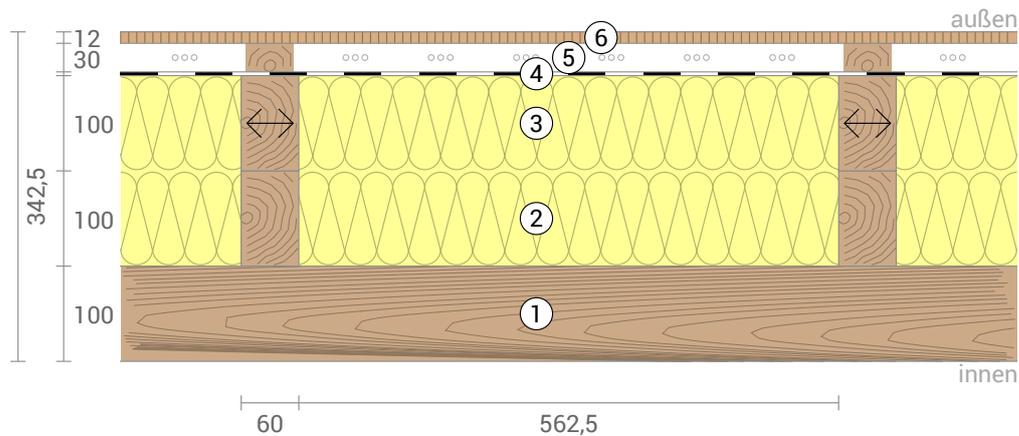
Prüfe Anwendbarkeit:  $R_{\text{tot,upper}} / R_{\text{tot,lower}} = 1,109$  (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand  $R_{\text{tot}} = (R_{\text{tot,upper}} + R_{\text{tot,lower}})/2 = 5,930 \text{ m}^2\text{K/W}$

Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 5,2%

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



## Feuchteschutz

Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt: innen: 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit. Dieses Klima entspricht DIN 4108-3.

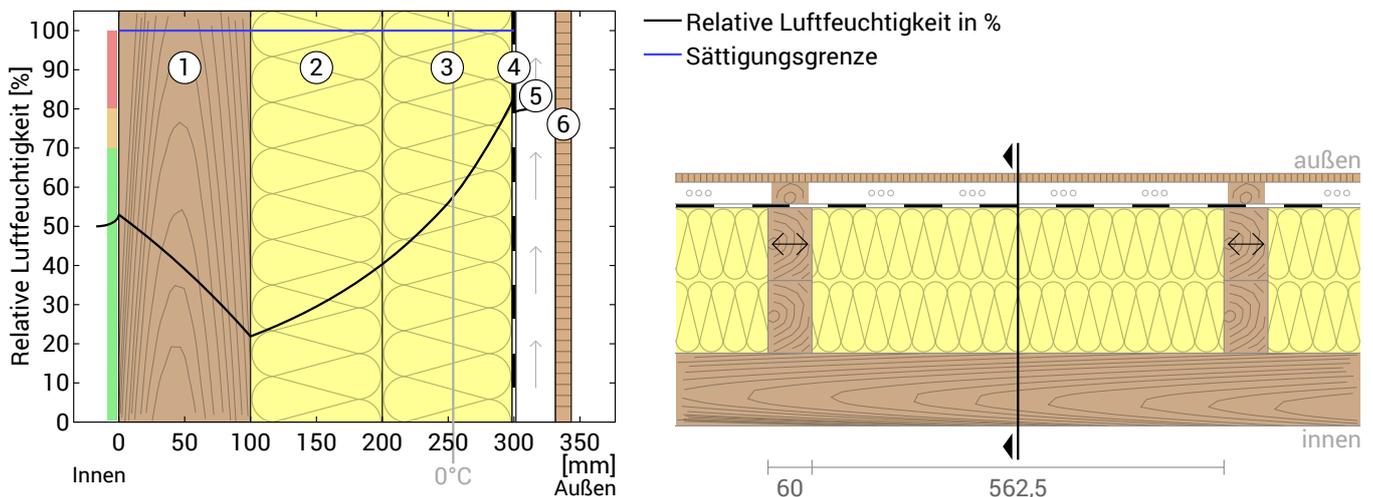
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m²]	Gewicht [kg/m²]
1	10 cm KLH Massivholzplatte	2,50	-	47,0
2	10 cm Steinwolle Fassadendämmplatte	0,10	-	9,0
	10 cm Fichte (9,6%)	5,00	-	4,3
3	10 cm Steinwolle Fassadendämmplatte	0,10	-	9,0
	10 cm Fichte (9,6%)	-	-	4,3
4	0,05 cm Unterdeckbahn sd=0,05m	0,05	-	0,4
	34,25 cm Gesamtes Bauteil	2,89		88,5

## Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 18,9 °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.



- ① KLH Massivholzplatte (100 mm)      ③ Steinwolle Fassadendämmplatte (...      ⑤ Hinterlüftung (30 mm)  
② Steinwolle Fassadendämmplatte (...      ④ Unterdeckbahn sd=0,05m      ⑥ Spanplatte, zementgebunden (12 mm)

Mit <-> gekennzeichnete (Balken-)Lagen verlaufen parallel zur dargestellten Schnittebene und wurden bei der Feuchteschutzberechnung nicht berücksichtigt.

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.

# AW\_13.04\_Holzfassade\_Stülp

Außenwand  
erstellt am 3.9.2020

## Wärmeschutz

$U = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

OIB Richtlinie 6\*:  $U < 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



## Feuchteschutz

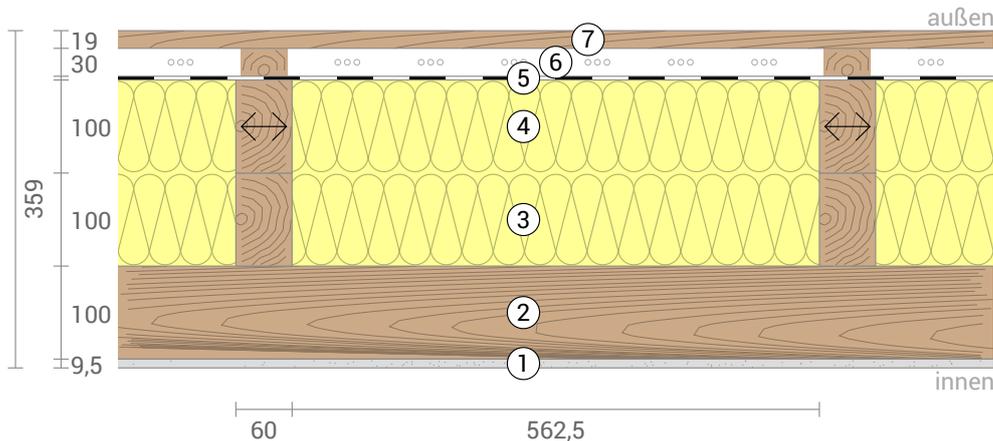
Kein Tauwasser

## Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 57

Phasenverschiebung: 13,2 h

Wärmekapazität innen: 85 kJ/m<sup>2</sup>K

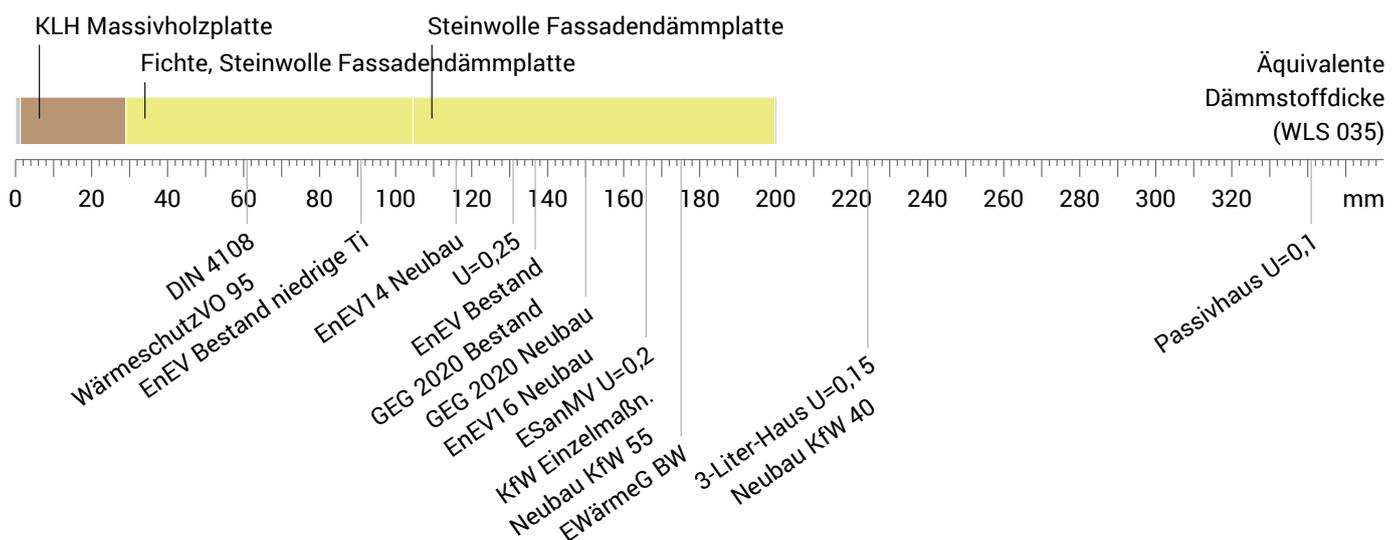


- ① Gipskartonplatte (9,5 mm)
- ② KLH Massivholzplatte (100 mm)
- ③ Steinwolle Fassadendämmplatte (100 mm)
- ④ Steinwolle Fassadendämmplatte (100 mm)
- ⑤ Unterdeckbahn  $s_d=0,05\text{m}$
- ⑥ Hinterlüftung (30 mm)
- ⑦ Lärche (19 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

## 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 0,035 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%

Außenluft: -5,0°C / 80%

Oberflächentemp.: 18,9°C / -4,8°C

$s_d$ -Wert: 2,9 m

Dicke: 35,9 cm

Gewicht: 89 kg/m<sup>2</sup>

Wärmekapazität: 104 kJ/m<sup>2</sup>K

- OIB Richtlinie 6
- ESanMV
- EnEV16 Neubau
- EnEV14 Neubau

## U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,130
1	Gipskartonplatte	0,95	0,250	0,038
2	KLH Massivholzplatte	10,00	0,120	0,833
3	Steinwolle Fassadendämmplatte Fichte (9,6%)	10,00	0,035	2,857
4	Steinwolle Fassadendämmplatte Fichte (9,6%)	10,00	0,035	2,857
5	Unterdeckbahn sd=0,05m	0,05	0,500	0,001
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,130

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung horizontal

Rse: Wärmestromrichtung horizontal, außen: Hinterlüftungsebene

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot,upper}} = 6,276 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot,lower}} = 5,662 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

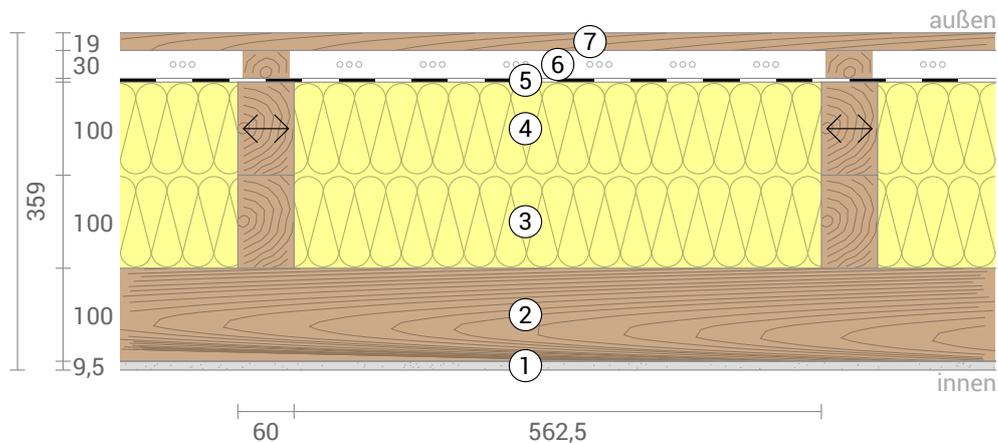
Prüfe Anwendbarkeit:  $R_{\text{tot,upper}} / R_{\text{tot,lower}} = 1,108$  (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand  $R_{\text{tot}} = (R_{\text{tot,upper}} + R_{\text{tot,lower}})/2 = 5,969 \text{ m}^2\text{K/W}$

Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 5,1%

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



## Feuchteschutz

Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt: innen: 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit. Dieses Klima entspricht DIN 4108-3.

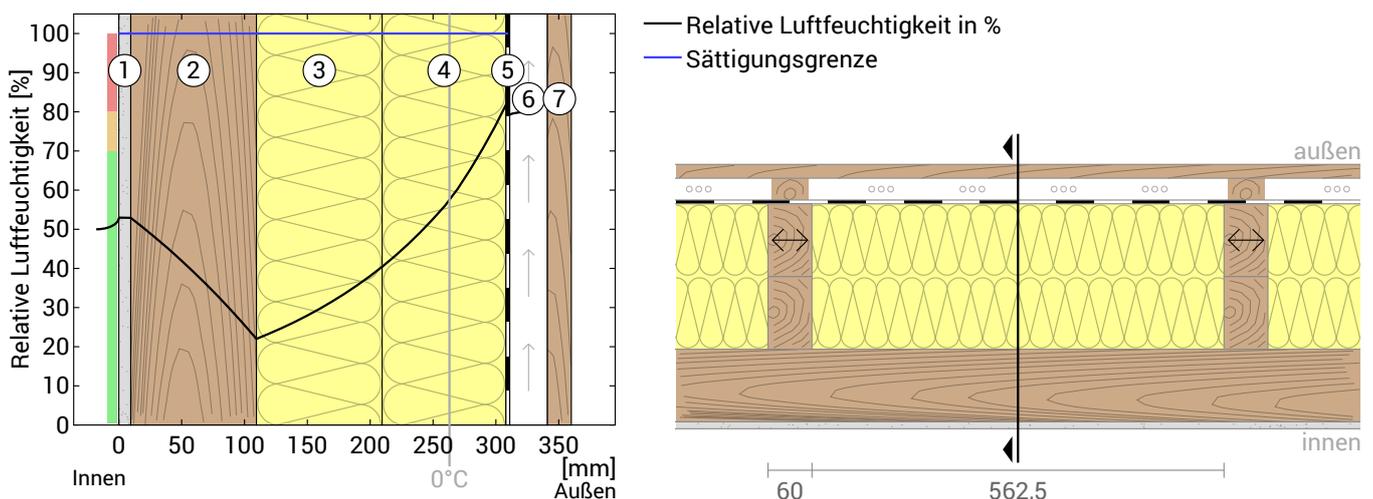
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser		Gewicht [kg/m²]
			[kg/m²]	[Gew.-%]	
1	0,95 cm Gipskartonplatte	0,04	-		6,5
2	10 cm KLH Massivholzplatte	2,50	-	-	47,0
3	10 cm Steinwolle Fassadendämmplatte	0,10	-		9,0
	10 cm Fichte (9,6%)	5,00	-	-	4,3
4	10 cm Steinwolle Fassadendämmplatte	0,10	-		9,0
	10 cm Fichte (9,6%)		-	-	4,3
5	0,05 cm Unterdeckbahn sd=0,05m	0,05	-		0,4
	35,9 cm Gesamtes Bauteil	2,93			89,3

## Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 18,9 °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.



- ① Gipskartonplatte (9,5 mm)                      ④ Steinwolle Fassadendämmplatte (... ⑦ Lärche (19 mm)
- ② KLH Massivholzplatte (100 mm)            ⑤ Unterdeckbahn sd=0,05m
- ③ Steinwolle Fassadendämmplatte (... ⑥ Hinterlüftung (30 mm)

Mit <-> gekennzeichnete (Balken-)Lagen verlaufen parallel zur dargestellten Schnittebene und wurden bei der Feuchteschutzberechnung nicht berücksichtigt.

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.

# AW\_13.02\_Holzfassade\_Stülp

Außenwand  
erstellt am 3.9.2020

## Wärmeschutz

$U = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

OIB Richtlinie 6\*:  $U < 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



## Feuchteschutz

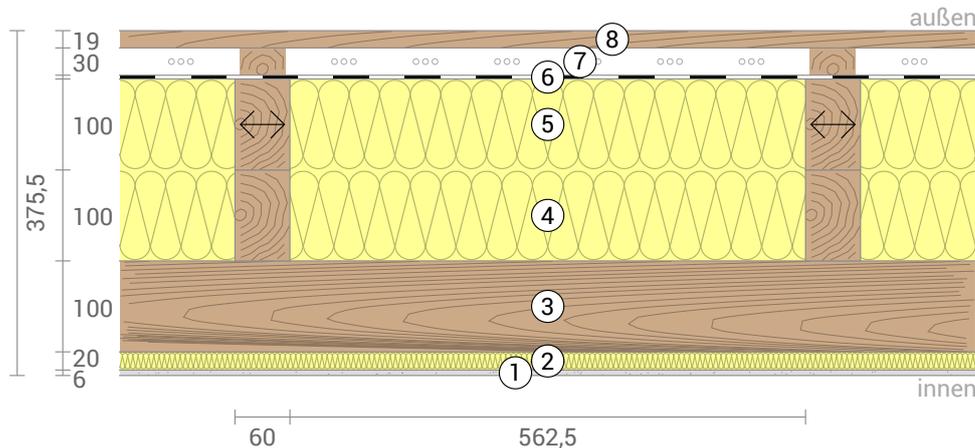
Kein Tauwasser

## Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 76

Phasenverschiebung: 14,7 h

Wärmekapazität innen: 88 kJ/m<sup>2</sup>K

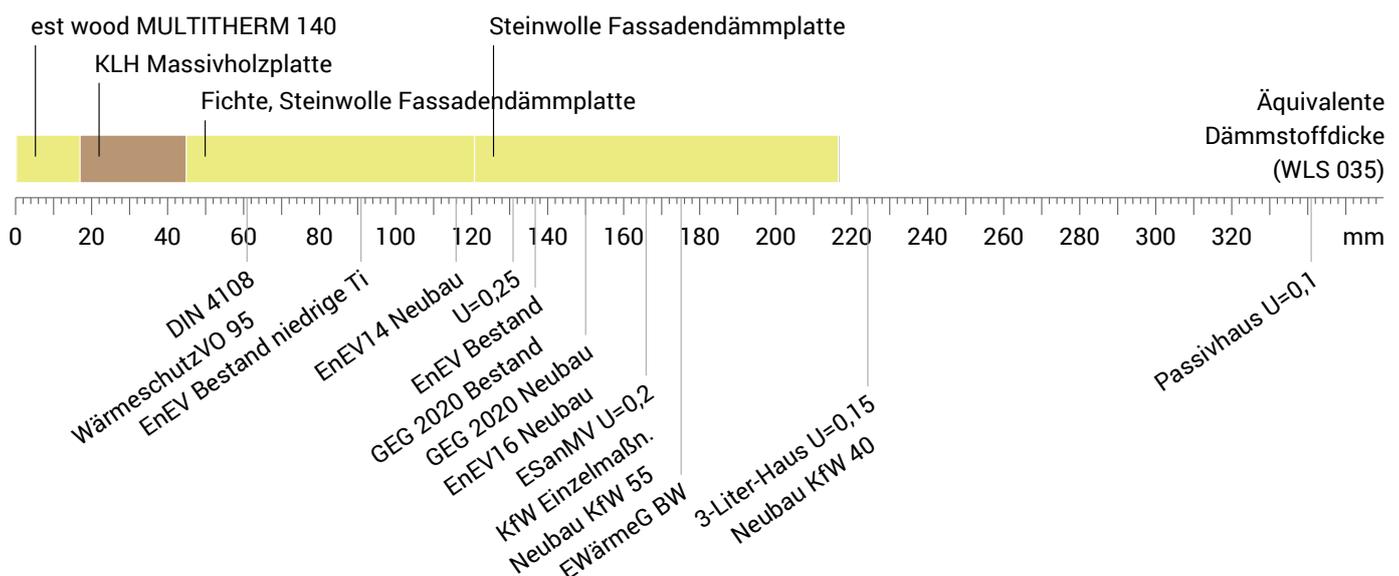


- ① Lehm-Oberputz (6 mm)
- ② est wood MULTITHERM 140 (20 mm)
- ③ KLH Massivholzplatte (100 mm)
- ④ Steinwolle Fassadendämmplatte (100 mm)
- ⑤ Steinwolle Fassadendämmplatte (100 mm)
- ⑥ Unterdeckbahn  $s_d=0,05\text{m}$
- ⑦ Hinterlüftung (30 mm)
- ⑧ Lärche (19 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

## 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 0,035 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%  
 Außenluft: -5,0°C / 80%  
 Oberflächentemp.: 19,0°C / -4,9°C

Dicke: 37,5 cm  
 Gewicht: 95 kg/m<sup>2</sup>  
 Wärmekapazität: 113 kJ/m<sup>2</sup>K

- OIB Richtlinie 6
- ESanMV
- EnEV16 Neubau
- EnEV14 Neubau

## U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,130
1	Lehm-Oberputz	0,60	0,910	0,007
2	est wood MULTITHERM 140	2,00	0,040	0,500
3	KLH Massivholzplatte	10,00	0,120	0,833
4	Steinwolle Fassadendämmplatte Fichte (9,6%)	10,00	0,035	2,857
5	Steinwolle Fassadendämmplatte Fichte (9,6%)	10,00	0,035	2,857
6	Unterdeckbahn sd=0,05m	0,05	0,500	0,001
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,130

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung horizontal

Rse: Wärmestromrichtung horizontal, außen: Hinterlüftungsebene

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot;upper}} = 6,761 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot;lower}} = 6,130 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

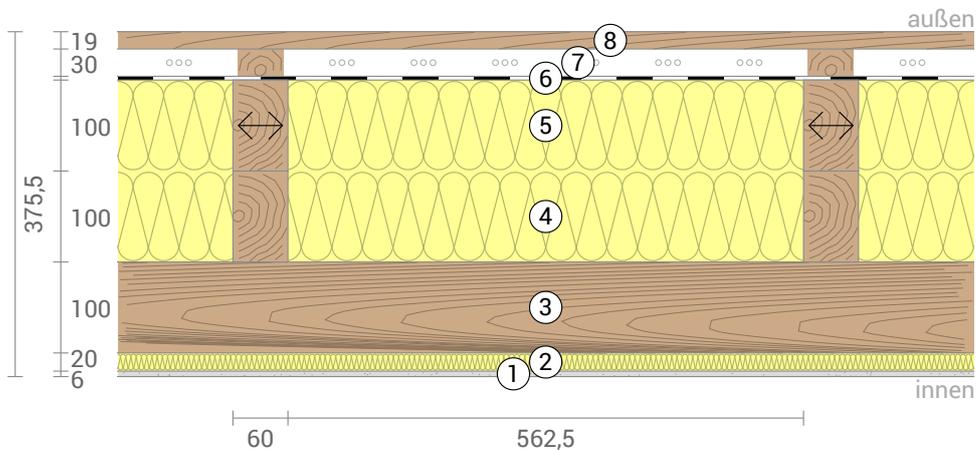
Prüfe Anwendbarkeit:  $R_{\text{tot;upper}} / R_{\text{tot;lower}} = 1,103$  (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand  $R_{\text{tot}} = (R_{\text{tot;upper}} + R_{\text{tot;lower}})/2 = 6,446 \text{ m}^2\text{K/W}$

Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 4,9%

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)}$





# AW\_12.04\_Holzfassade\_Vertikal

Außenwand  
erstellt am 3.9.2020

## Wärmeschutz

$U = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

OIB Richtlinie 6\*:  $U < 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



## Feuchteschutz

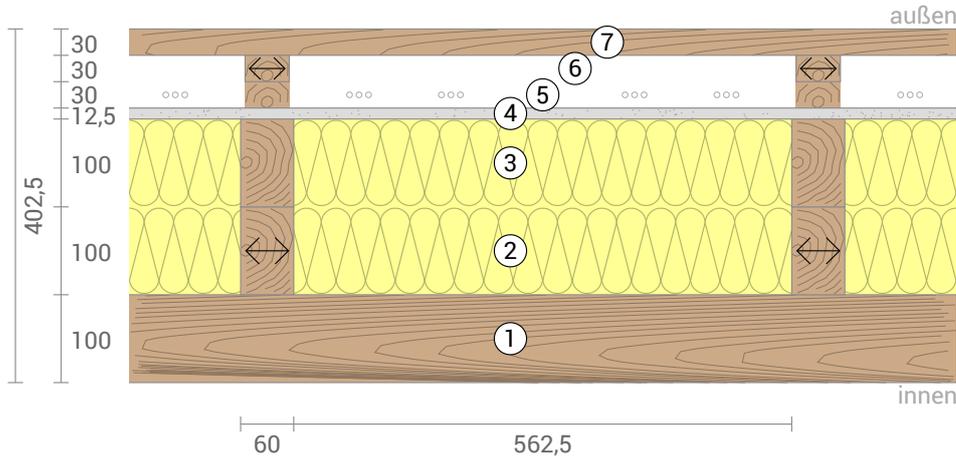
Kein Tauwasser

## Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 51

Phasenverschiebung: 12,8 h

Wärmekapazität innen: 76 kJ/m<sup>2</sup>K

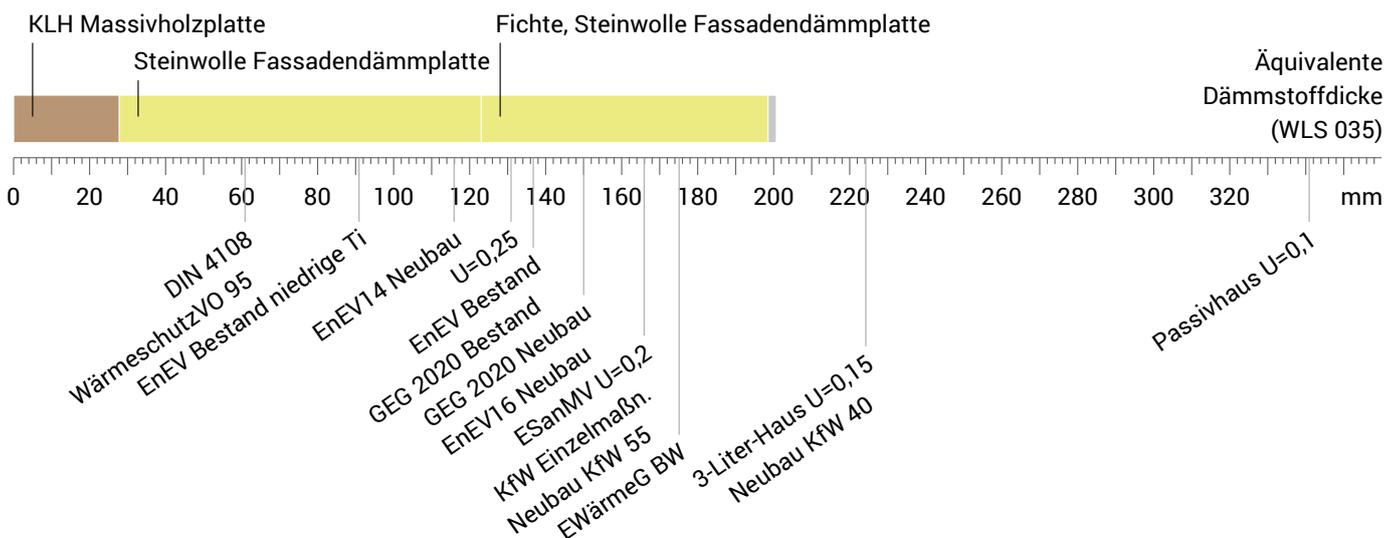


- ① KLH Massivholzplatte (100 mm)
- ② Steinwolle Fassadendämmplatte (100 mm)
- ③ Steinwolle Fassadendämmplatte (100 mm)
- ④ Gipskartonplatte (12,5 mm)
- ⑤ Hinterlüftung (30 mm)
- ⑥ Luftschicht (30 mm)
- ⑦ Lärche (30 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

## 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 0,035 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%  
Außenluft: -5,0°C / 80%  
Oberflächentemp.: 19,0°C / -4,8°C

sd-Wert: 3,0 m

Dicke: 40,2 cm  
Gewicht: 97 kg/m<sup>2</sup>  
Wärmekapazität: 106 kJ/m<sup>2</sup>K

- OIB Richtlinie 6
- ESanMV
- EnEV16 Neubau
- EnEV14 Neubau

## U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,130
1	KLH Massivholzplatte	10,00	0,120	0,833
2	Steinwolle Fassadendämmplatte	10,00	0,035	2,857
	Fichte (9,6%)	10,00	0,130	0,769
3	Steinwolle Fassadendämmplatte	10,00	0,035	2,857
	Fichte (9,6%)	10,00	0,130	0,769
4	Gipskartonplatte	1,25	0,250	0,050
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,130

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung horizontal

Rse: Wärmestromrichtung horizontal, außen: Hinterlüftungsebene

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot,upper}} = 6,287 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot,lower}} = 5,673 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

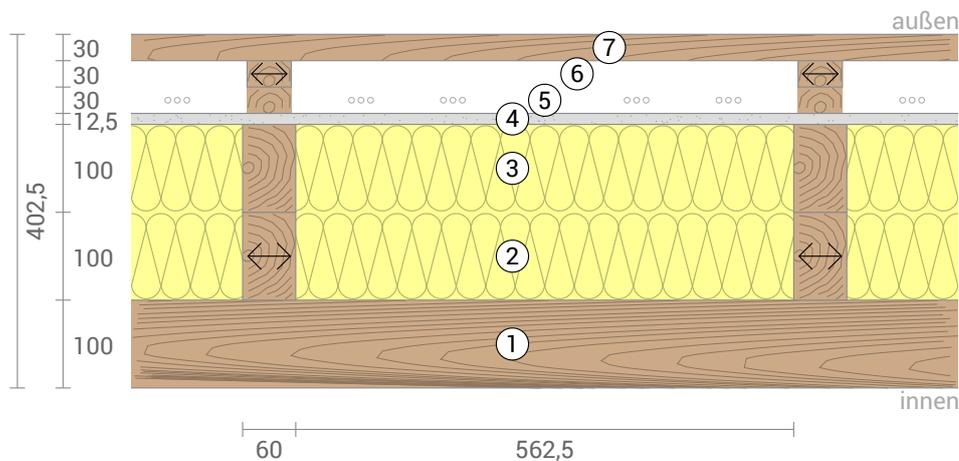
Prüfe Anwendbarkeit:  $R_{\text{tot,upper}} / R_{\text{tot,lower}} = 1,108$  (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand  $R_{\text{tot}} = (R_{\text{tot,upper}} + R_{\text{tot,lower}})/2 = 5,980 \text{ m}^2\text{K/W}$

Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 5,1%

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



## Feuchteschutz

Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt: innen: 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit. Dieses Klima entspricht DIN 4108-3.

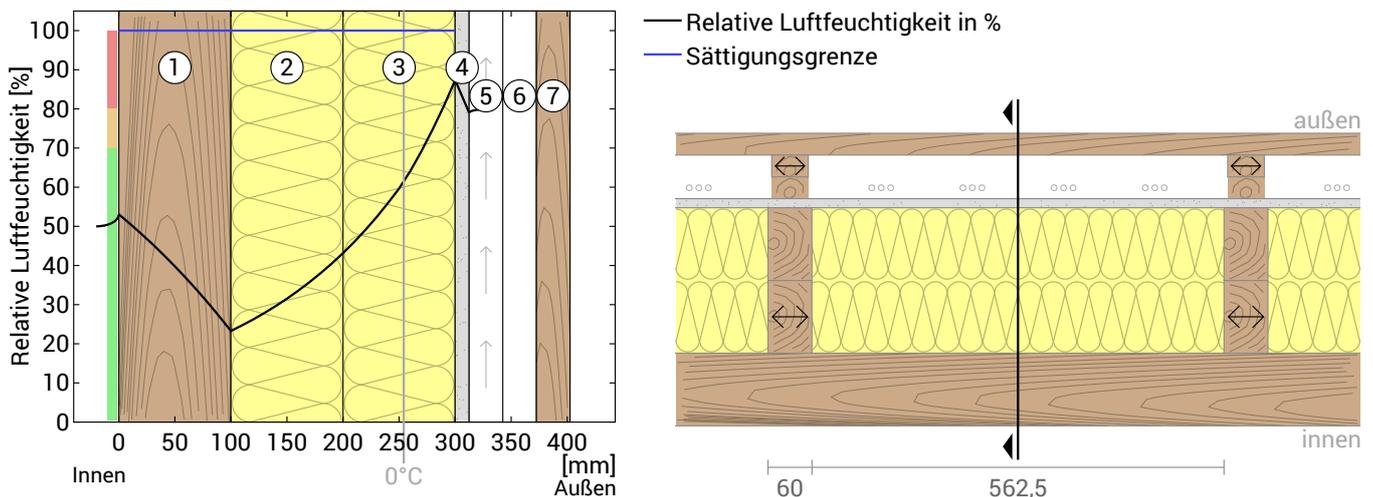
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m²]	Tauwasser [Gew.-%]	Gewicht [kg/m²]
1	10 cm KLH Massivholzplatte	2,50	-	-	47,0
2	10 cm Steinwolle Fassadendämmplatte	0,10	-	-	9,0
	10 cm Fichte (9,6%)		-	-	4,3
3	10 cm Steinwolle Fassadendämmplatte	0,10	-	-	9,0
	10 cm Fichte (9,6%)	5,00	-	-	4,3
4	1,25 cm Gipskartonplatte	0,13	-	-	8,5
	40,25 cm Gesamtes Bauteil	2,97			97,2

## Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 19,0 °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 Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



- ① KLH Massivholzplatte (100 mm)
- ② Steinwolle Fassadendämmplatte (...)
- ③ Steinwolle Fassadendämmplatte (...)
- ④ Gipskartonplatte (12,5 mm)
- ⑤ Hinterlüftung (30 mm)
- ⑥ Luftschicht (30 mm)
- ⑦ Lärche (30 mm)

Mit <-> gekennzeichnete (Balken-)Lagen verlaufen parallel zur dargestellten Schnittebene und wurden bei der Feuchteschutzberechnung nicht berücksichtigt.

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.

# AW\_12.03\_Holzfassade\_Vertikal

Außenwand  
erstellt am 3.9.2020

## Wärmeschutz

$U = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

OIB Richtlinie 6\*:  $U < 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



## Feuchteschutz

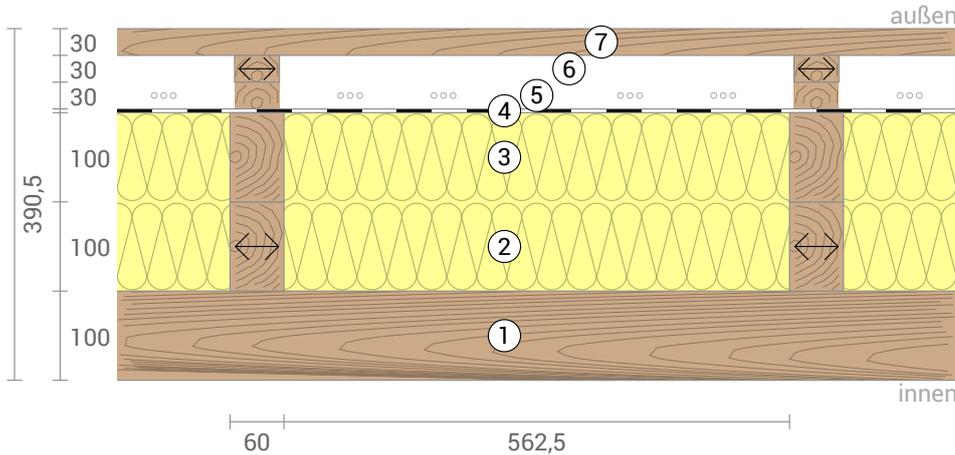
Kein Tauwasser

## Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 50

Phasenverschiebung: 12,7 h

Wärmekapazität innen: 76 kJ/m<sup>2</sup>K

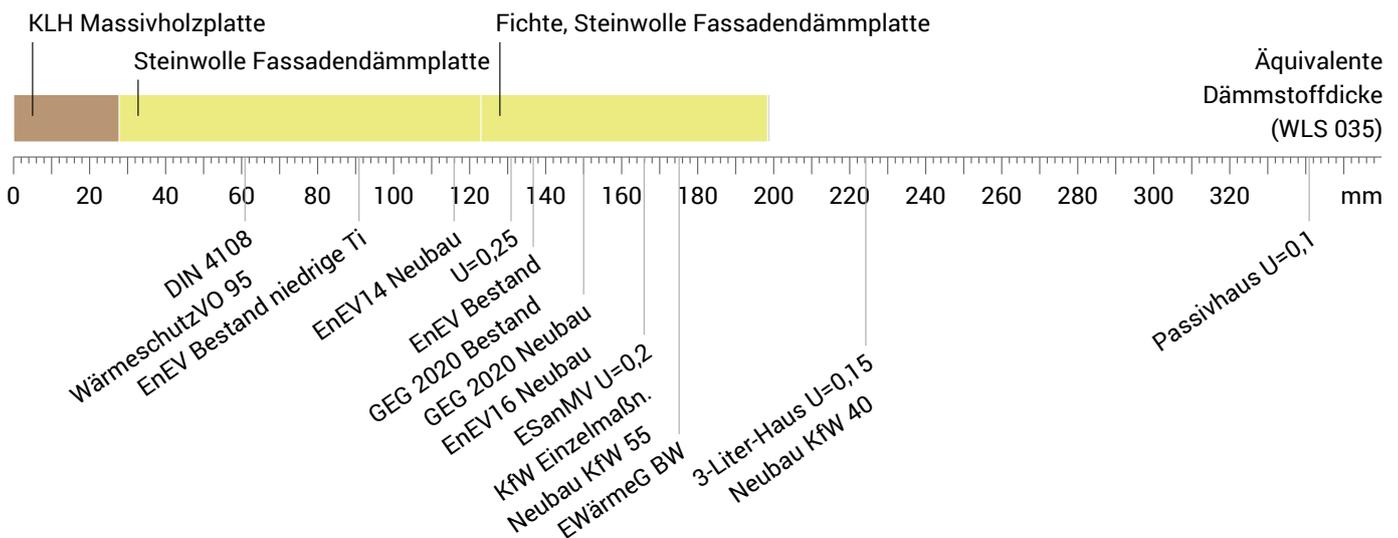


- ① KLH Massivholzplatte (100 mm)
- ② Steinwolle Fassadendämmplatte (100 mm)
- ③ Steinwolle Fassadendämmplatte (100 mm)
- ④ Unterdeckbahn  $sd=0,05\text{m}$
- ⑤ Hinterlüftung (30 mm)
- ⑥ Luftschicht (30 mm)
- ⑦ Lärche (30 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

## 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 0,035 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%  
 Außenluft: -5,0°C / 80%  
 Oberflächentemp.: 19,0°C / -4,8°C

sd-Wert: 2,9 m

Dicke: 39,0 cm  
 Gewicht: 89 kg/m<sup>2</sup>  
 Wärmekapazität: 98 kJ/m<sup>2</sup>K

- OIB Richtlinie 6
- ESanMV
- EnEV16 Neubau
- EnEV14 Neubau

## U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,130
1	KLH Massivholzplatte	10,00	0,120	0,833
2	Steinwolle Fassadendämmplatte	10,00	0,035	2,857
	Fichte (9,6%)	10,00	0,130	0,769
3	Steinwolle Fassadendämmplatte	10,00	0,035	2,857
	Fichte (9,6%)	10,00	0,130	0,769
4	Unterdeckbahn sd=0,05m	0,05	0,500	0,001
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,130

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung horizontal

Rse: Wärmestromrichtung horizontal, außen: Hinterlüftungsebene

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot,upper}} = 6,236 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot,lower}} = 5,624 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

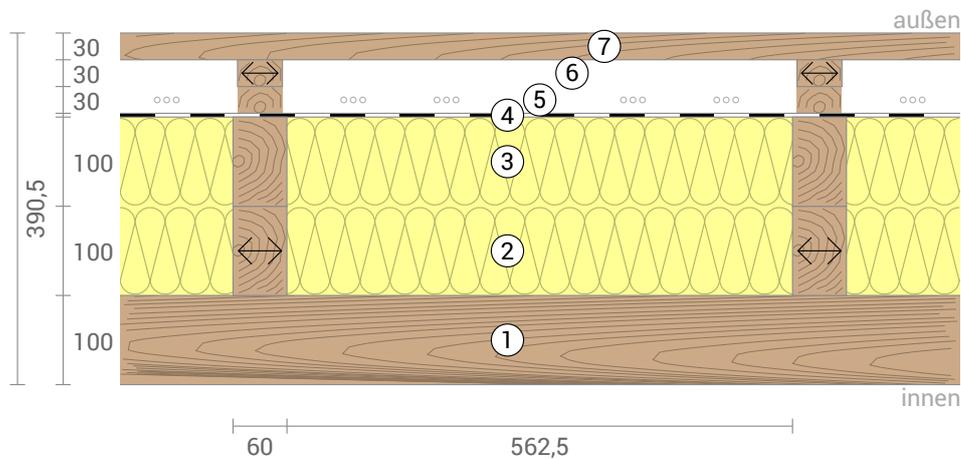
Prüfe Anwendbarkeit:  $R_{\text{tot,upper}} / R_{\text{tot,lower}} = 1,109$  (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand  $R_{\text{tot}} = (R_{\text{tot,upper}} + R_{\text{tot,lower}})/2 = 5,930 \text{ m}^2\text{K/W}$

Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 5,2%

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



## Feuchteschutz

Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt: innen: 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit. Dieses Klima entspricht DIN 4108-3.

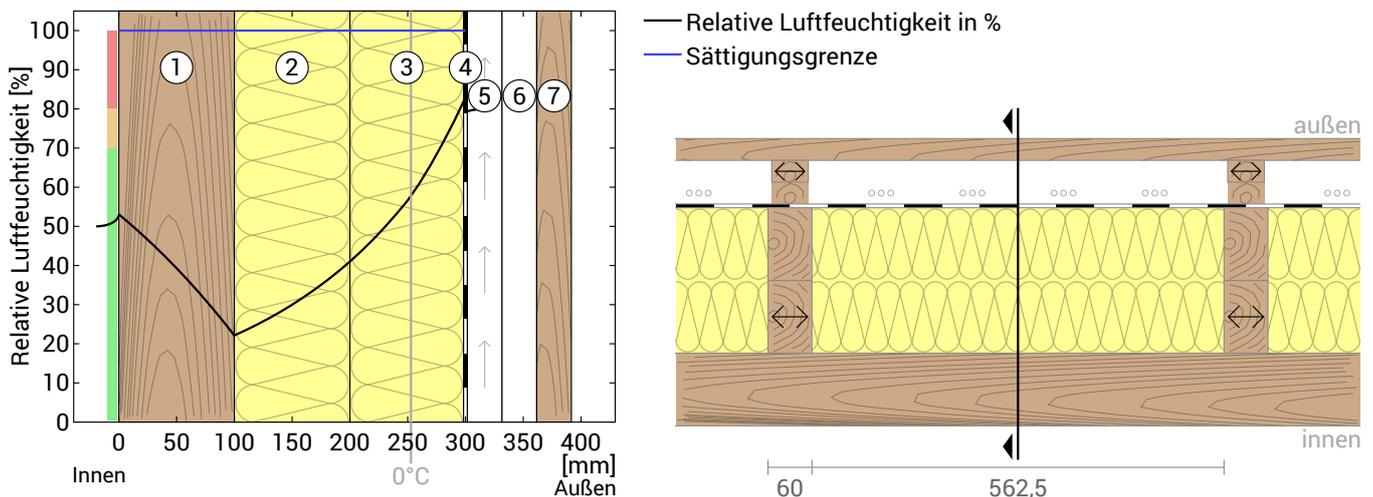
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser		Gewicht [kg/m²]
			[kg/m²]	[Gew.-%]	
1	10 cm KLH Massivholzplatte	2,50	-	-	47,0
2	10 cm Steinwolle Fassadendämmplatte	0,10	-	-	9,0
	10 cm Fichte (9,6%)		-	-	4,3
3	10 cm Steinwolle Fassadendämmplatte	0,10	-	-	9,0
	10 cm Fichte (9,6%)	5,00	-	-	4,3
4	0,05 cm Unterdeckbahn sd=0,05m	0,05	-	-	0,4
	39,05 cm Gesamtes Bauteil	2,89			89,0

## Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 19,0 °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 Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



- ① KLH Massivholzplatte (100 mm)
- ② Steinwolle Fassadendämmplatte (...)
- ③ Steinwolle Fassadendämmplatte (...)
- ④ Unterdeckbahn sd=0,05m
- ⑤ Hinterlüftung (30 mm)
- ⑥ Luftschicht (30 mm)
- ⑦ Lärche (30 mm)

Mit <-> gekennzeichnete (Balken-)Lagen verlaufen parallel zur dargestellten Schnittebene und wurden bei der Feuchteschutzberechnung nicht berücksichtigt.

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.

# AW\_12.02\_Holzfassade\_Vertikal

Außenwand  
erstellt am 3.9.2020

## Wärmeschutz

$U = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

OIB Richtlinie 6\*:  $U < 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



## Feuchteschutz

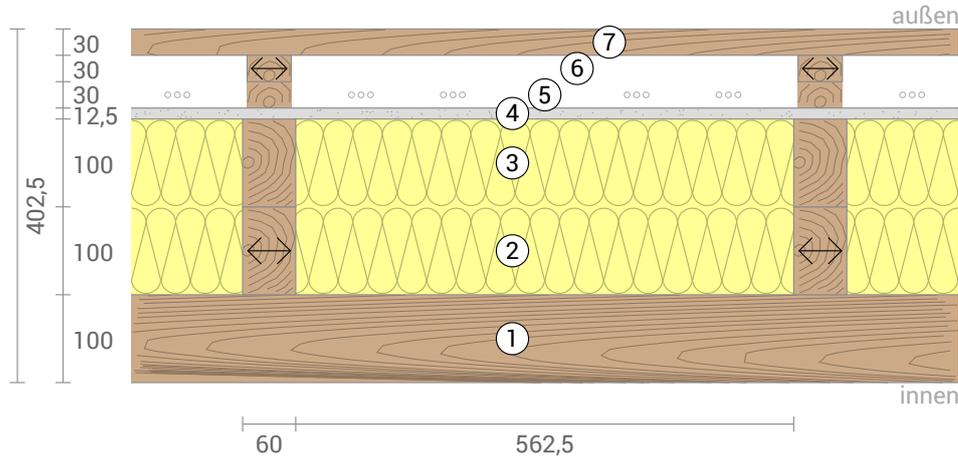
Kein Tauwasser

## Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 51

Phasenverschiebung: 12,8 h

Wärmekapazität innen: 76 kJ/m<sup>2</sup>K

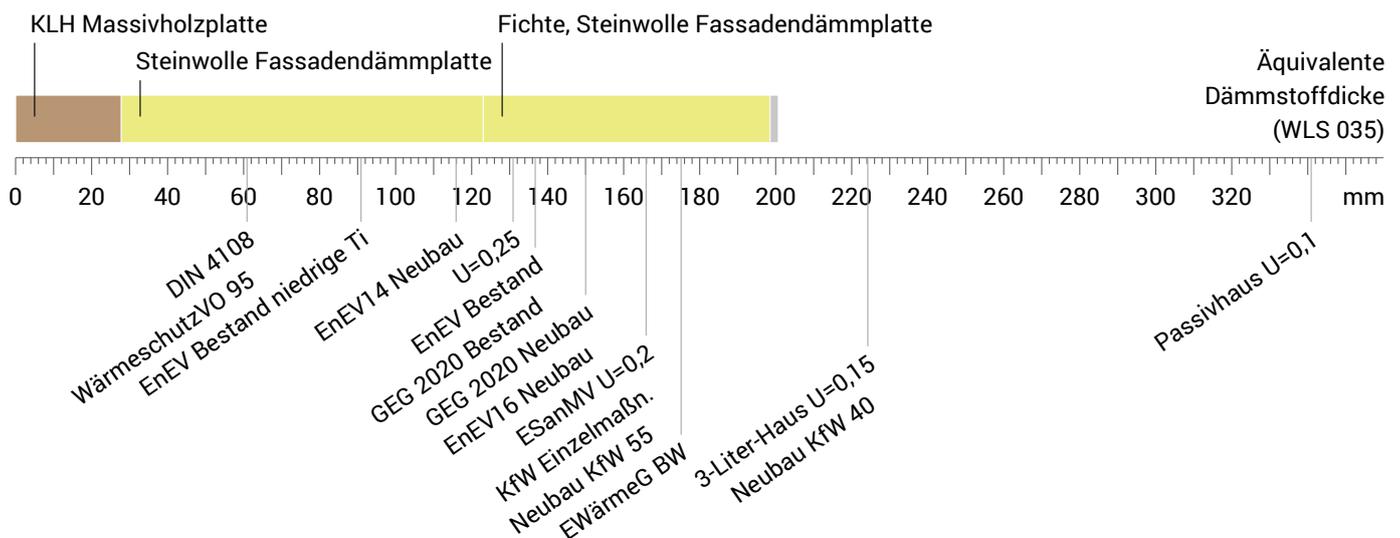


- ① KLH Massivholzplatte (100 mm)
- ② Steinwolle Fassadendämmplatte (100 mm)
- ③ Steinwolle Fassadendämmplatte (100 mm)
- ④ Gipskartonplatte (12,5 mm)
- ⑤ Hinterlüftung (30 mm)
- ⑥ Luftschicht (30 mm)
- ⑦ Lärche (30 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

## 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 0,035 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%  
 Außenluft: -5,0°C / 80%  
 Oberflächentemp.: 19,0°C / -4,8°C

sd-Wert: 3,0 m

Dicke: 40,2 cm  
 Gewicht: 97 kg/m<sup>2</sup>  
 Wärmekapazität: 106 kJ/m<sup>2</sup>K

- OIB Richtlinie 6
- ESanMV
- EnEV16 Neubau
- EnEV14 Neubau

## U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,130
1	KLH Massivholzplatte	10,00	0,120	0,833
2	Steinwolle Fassadendämmplatte	10,00	0,035	2,857
	Fichte (9,6%)	10,00	0,130	0,769
3	Steinwolle Fassadendämmplatte	10,00	0,035	2,857
	Fichte (9,6%)	10,00	0,130	0,769
4	Gipskartonplatte	1,25	0,250	0,050
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,130

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung horizontal

Rse: Wärmestromrichtung horizontal, außen: Hinterlüftungsebene

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot,upper}} = 6,287 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot,lower}} = 5,673 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

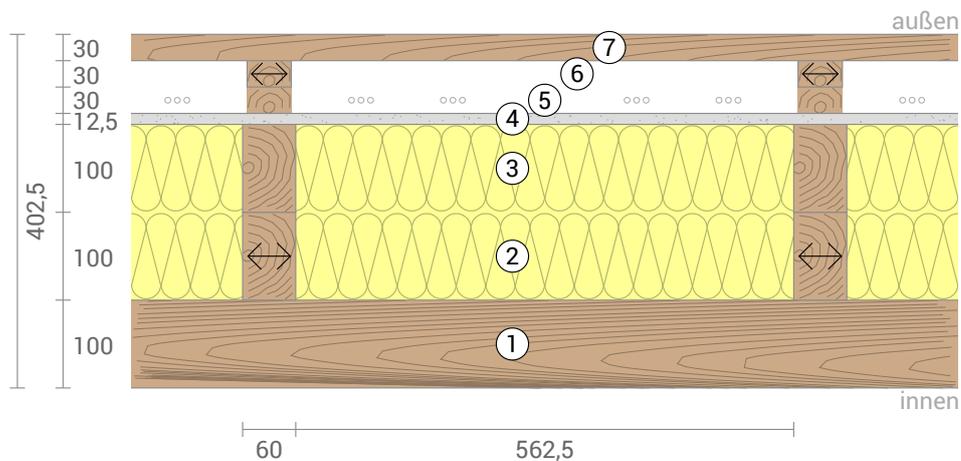
Prüfe Anwendbarkeit:  $R_{\text{tot,upper}} / R_{\text{tot,lower}} = 1,108$  (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand  $R_{\text{tot}} = (R_{\text{tot,upper}} + R_{\text{tot,lower}})/2 = 5,980 \text{ m}^2\text{K/W}$

Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 5,1%

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



## Feuchteschutz

Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt: innen: 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit. Dieses Klima entspricht DIN 4108-3.

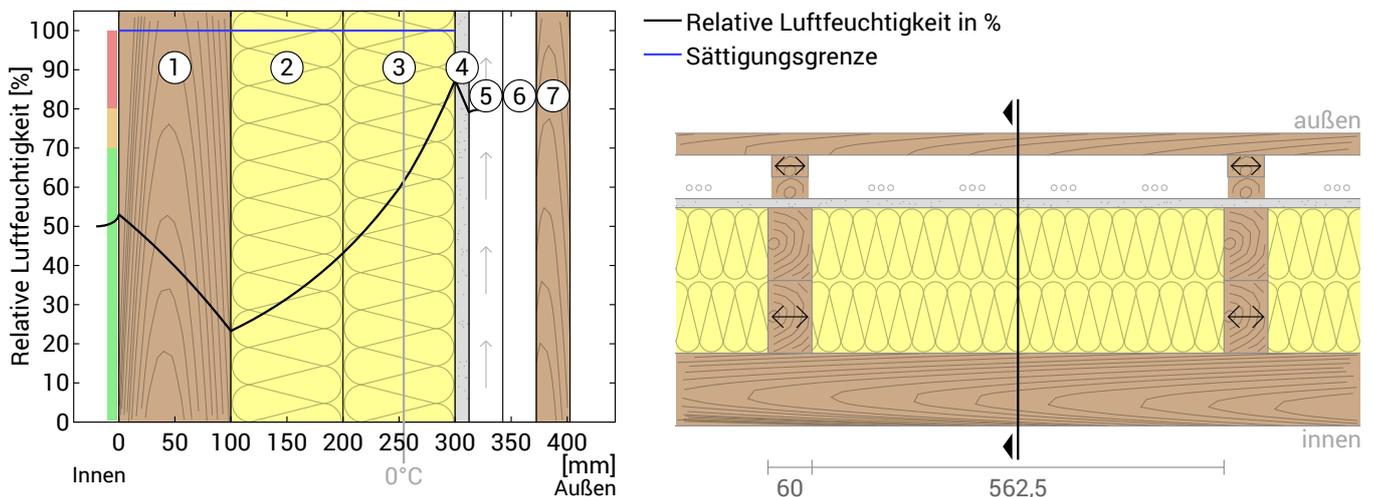
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser		Gewicht [kg/m²]
			[kg/m²]	[Gew.-%]	
1	10 cm KLH Massivholzplatte	2,50	-	-	47,0
2	10 cm Steinwolle Fassadendämmplatte	0,10	-	-	9,0
	10 cm Fichte (9,6%)		-	-	4,3
3	10 cm Steinwolle Fassadendämmplatte	0,10	-	-	9,0
	10 cm Fichte (9,6%)	5,00	-	-	4,3
4	1,25 cm Gipskartonplatte	0,13	-	-	8,5
	40,25 cm Gesamtes Bauteil	2,97			97,2

## Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 19,0 °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 Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



- ① KLH Massivholzplatte (100 mm)
- ② Steinwolle Fassadendämmplatte (...)
- ③ Steinwolle Fassadendämmplatte (...)
- ④ Gipskartonplatte (12,5 mm)
- ⑤ Hinterlüftung (30 mm)
- ⑥ Luftschicht (30 mm)
- ⑦ Lärche (30 mm)

Mit <-> gekennzeichnete (Balken-)Lagen verlaufen parallel zur dargestellten Schnittebene und wurden bei der Feuchteschutzberechnung nicht berücksichtigt.

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.

# AW\_12.01\_Holzfassade\_Vertikal

Außenwand  
erstellt am 3.9.2020

## Wärmeschutz

$U = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

OIB Richtlinie 6\*:  $U < 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



## Feuchteschutz

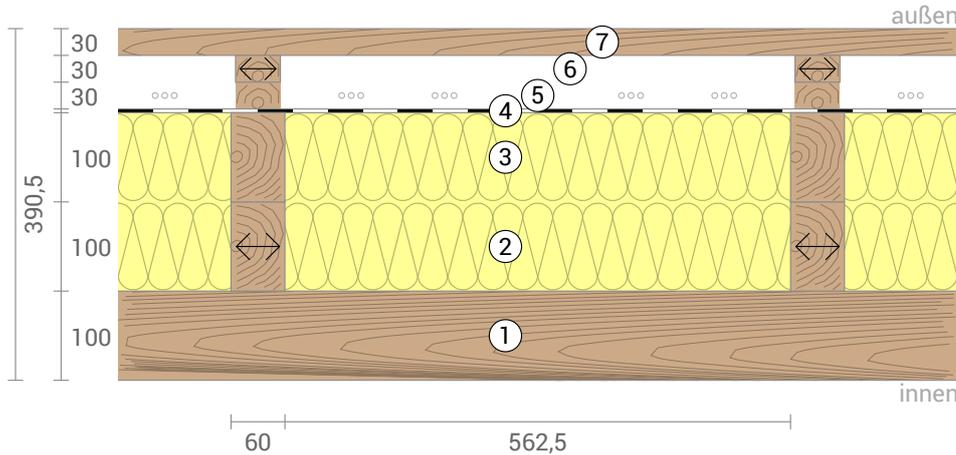
Kein Tauwasser

## Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 50

Phasenverschiebung: 12,7 h

Wärmekapazität innen: 76 kJ/m<sup>2</sup>K

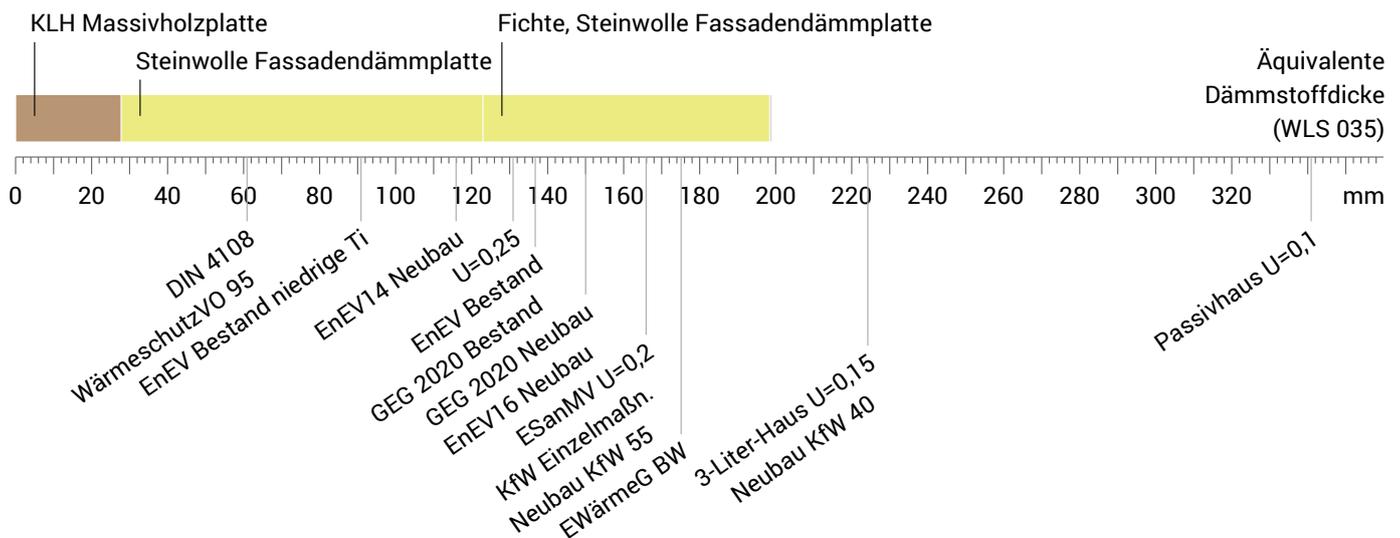


- ① KLH Massivholzplatte (100 mm)
- ② Steinwolle Fassadendämmplatte (100 mm)
- ③ Steinwolle Fassadendämmplatte (100 mm)
- ④ Unterdeckbahn  $sd=0,05\text{m}$
- ⑤ Hinterlüftung (30 mm)
- ⑥ Luftschicht (30 mm)
- ⑦ Lärche (30 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

## 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 0,035 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%  
Außenluft: -5,0°C / 80%  
Oberflächentemp.: 19,0°C / -4,8°C

sd-Wert: 2,9 m

Dicke: 39,0 cm  
Gewicht: 89 kg/m<sup>2</sup>  
Wärmekapazität: 98 kJ/m<sup>2</sup>K

- OIB Richtlinie 6
- ESanMV
- EnEV16 Neubau
- EnEV14 Neubau



## Feuchteschutz

Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt: innen: 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit. Dieses Klima entspricht DIN 4108-3.

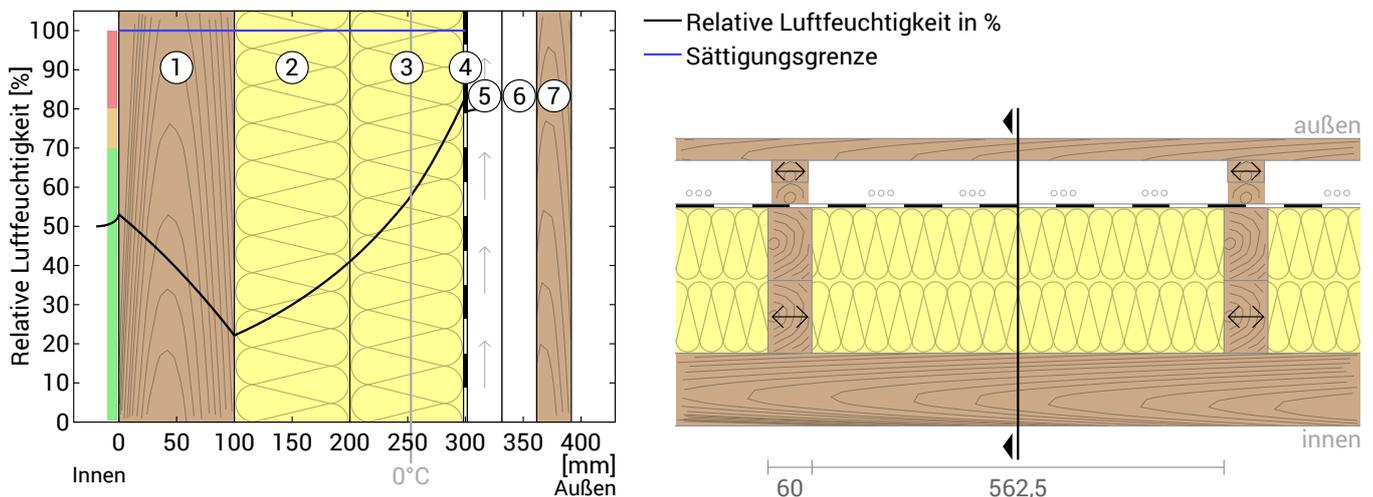
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser		Gewicht [kg/m²]
			[kg/m²]	[Gew.-%]	
1	10 cm KLH Massivholzplatte	2,50	-	-	47,0
2	10 cm Steinwolle Fassadendämmplatte	0,10	-	-	9,0
	10 cm Fichte (9,6%)		-	-	4,3
3	10 cm Steinwolle Fassadendämmplatte	0,10	-	-	9,0
	10 cm Fichte (9,6%)	5,00	-	-	4,3
4	0,05 cm Unterdeckbahn sd=0,05m	0,05	-	-	0,4
	39,05 cm Gesamtes Bauteil	2,89			89,0

## Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 19,0 °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 Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



- ① KLH Massivholzplatte (100 mm)      ④ Unterdeckbahn sd=0,05m      ⑦ Lärche (30 mm)
- ② Steinwolle Fassadendämmplatte (...)
- ③ Steinwolle Fassadendämmplatte (...)
- ⑤ Hinterlüftung (30 mm)
- ⑥ Luftschicht (30 mm)

Mit <-> gekennzeichnete (Balken-)Lagen verlaufen parallel zur dargestellten Schnittebene und wurden bei der Feuchteschutzberechnung nicht berücksichtigt.

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.

# AW\_02.01\_Holzfassade\_Vertikal

Außenwand  
erstellt am 3.9.2020

## Wärmeschutz

$U = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

OIB Richtlinie 6\*:  $U < 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



## Feuchteschutz

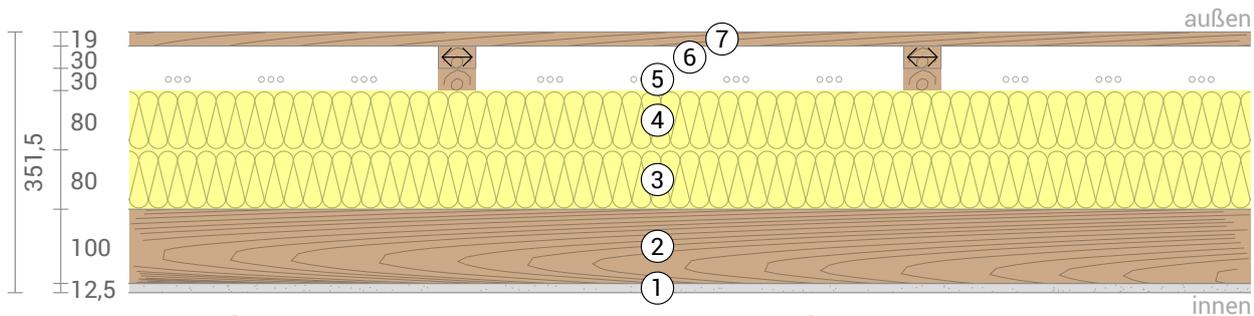
Kein Tauwasser

## Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 46

Phasenverschiebung: 12,3 h

Wärmekapazität innen: 87 kJ/m<sup>2</sup>K

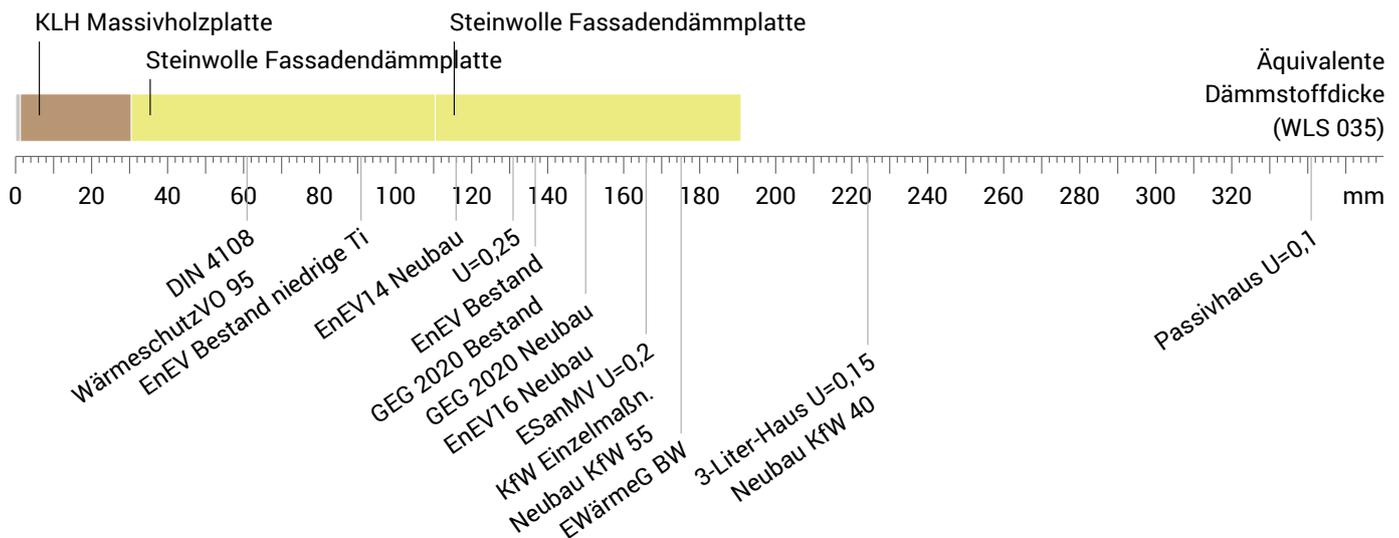


- ① Gipsfaserplatte (12,5 mm)
- ⑤ Hinterlüftung (30 mm)
- ② KLH Massivholzplatte (100 mm)
- ⑥ Luftschicht (30 mm)
- ③ Steinwolle Fassadendämmplatte (80 mm)
- ⑦ Lärche (19 mm)
- ④ Steinwolle Fassadendämmplatte (80 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

## 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 0,035 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%  
Außenluft: -5,0°C / 80%  
Oberflächentemp.: 18,9°C / -4,8°C

sd-Wert: 2,7 m

Dicke: 35,1 cm  
Gewicht: 87 kg/m<sup>2</sup>  
Wärmekapazität: 104 kJ/m<sup>2</sup>K

- OIB Richtlinie 6
- ESanMV
- EnEV16 Neubau
- EnEV14 Neubau

## U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,130
1	Gipsfaserplatte	1,25	0,350	0,036
2	KLH Massivholzplatte	10,00	0,120	0,833
3	Steinwolle Fassadendämmplatte	8,00	0,035	2,286
4	Steinwolle Fassadendämmplatte	8,00	0,035	2,286
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,130

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung horizontal

Rse: Wärmestromrichtung horizontal, außen: Hinterlüftungsebene

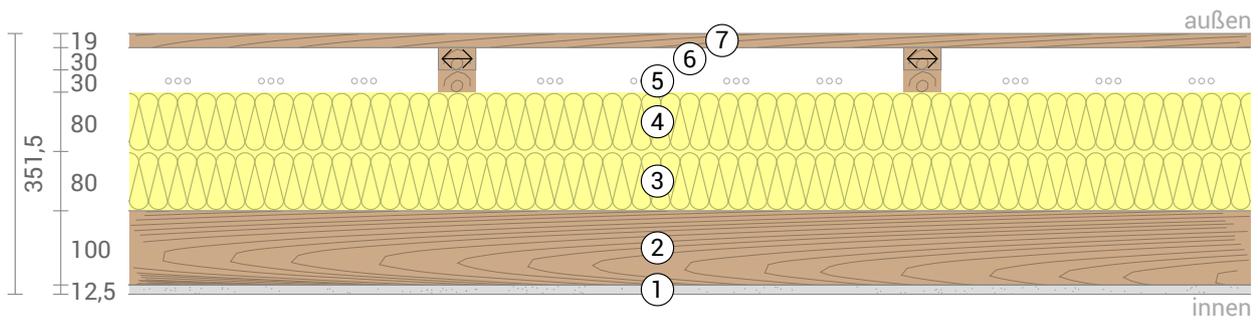
Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot,upper}} = 5,700 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot,lower}} = 5,700 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Prüfe Anwendbarkeit:  $R_{\text{tot,upper}} / R_{\text{tot,lower}} = 1,000$  (maximal erlaubt: 1,5)

Wärmedurchgangswiderstand  $R_{\text{tot}} = 5,700 \text{ m}^2\text{K/W}$

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



## Feuchteschutz

Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt: innen: 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit. Dieses Klima entspricht DIN 4108-3.

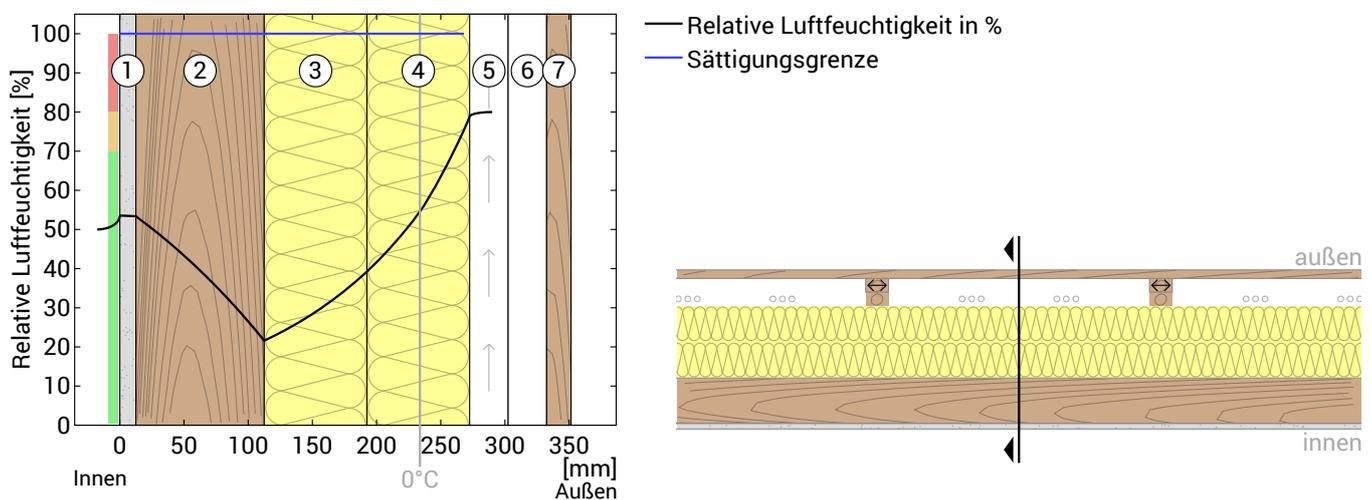
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser		Gewicht [kg/m²]
			[kg/m²]	[Gew.-%]	
1	1,25 cm Gipsfaserplatte	0,05	-		14,4
2	10 cm KLH Massivholzplatte	2,50	-	-	47,0
3	8 cm Steinwolle Fassadendämmplatte	0,08	-		8,0
4	8 cm Steinwolle Fassadendämmplatte	0,08	-		8,0
35,15 cm Gesamtes Bauteil		2,71			87,2

## Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 18,9 °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.



- ① Gipsfaserplatte (12,5 mm)                      ④ Steinwolle Fassadendämmplatte (... ⑦ Lärche (19 mm)
- ② KLH Massivholzplatte (100 mm)            ⑤ Hinterlüftung (30 mm)
- ③ Steinwolle Fassadendämmplatte (... ⑥ Luftschicht (30 mm)

Mit <-> gekennzeichnete (Balken-)Lagen verlaufen parallel zur dargestellten Schnittebene und wurden bei der Feuchteschutzberechnung nicht berücksichtigt.

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.

# AW\_00.01\_Holzfassade\_Vertikal

Außenwand  
erstellt am 3.9.2020

## Wärmeschutz

$U = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

OIB Richtlinie 6\*:  $U < 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



## Feuchteschutz

Feuchtegehalt Holz: +2,4%

Tauwasser: 210 g/m<sup>2</sup>

Trocknet 17 Tage

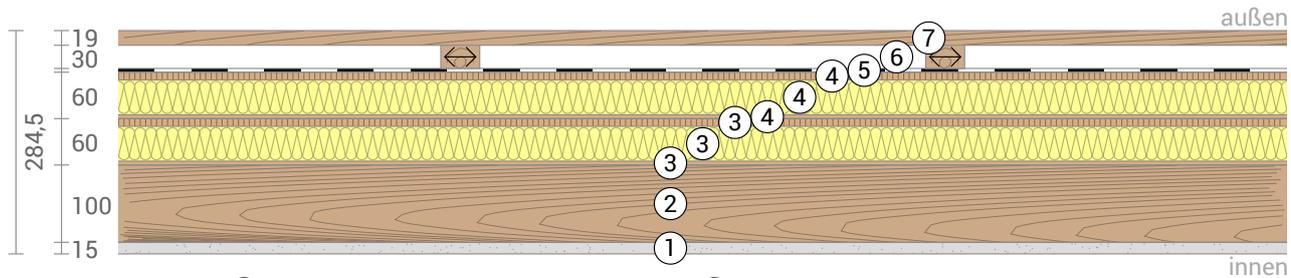


## Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 74

Phasenverschiebung: 16,0 h

Wärmekapazität innen: 104 kJ/m<sup>2</sup>K



- ① Gipsfaserplatte (15 mm)
- ② KLH Massivholzplatte (100 mm)
- ③ Tektalan A2-FP/HB (60 mm)
- ④ Tektalan A2-FP/HB (60 mm)
- ⑤ Unterdeckbahn  $s_d=0,05\text{m}$
- ⑥ Luftschicht (30 mm)
- ⑦ Lärche (19 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

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

$s_d$ -Wert: 3,7 m

Dicke: 28,4 cm  
Gewicht: 107 kg/m<sup>2</sup>  
Wärmekapazität: 167 kJ/m<sup>2</sup>K

OIB Richtlinie 6     ESanMV     EnEV16 Neubau     EnEV14 Neubau

## U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,130
1	Gipsfaserplatte	1,50	0,350	0,043
2	KLH Massivholzplatte	10,00	0,120	0,833
3	Tektalan A2-FP/HB: Tektalan A2-FP/HB-Holzwohle-Deckschicht 5 mm	0,50	0,090	0,056
	Tektalan A2-FP/HB: Tektalan A2-FP/HB Steinwollekern	4,50	0,040	1,125
	Tektalan A2-FP/HB: Tektalan A2-FP/HB-Holzwohle-Deckschicht 10 mm	1,00	0,080	0,125
4	Tektalan A2-FP/HB: Tektalan A2-FP/HB-Holzwohle-Deckschicht 5 mm	0,50	0,090	0,056
	Tektalan A2-FP/HB: Tektalan A2-FP/HB Steinwollekern	4,50	0,040	1,125
	Tektalan A2-FP/HB: Tektalan A2-FP/HB-Holzwohle-Deckschicht 10 mm	1,00	0,080	0,125
5	Unterdeckbahn sd=0,05m	0,05	0,500	0,001
6	Luftschicht (ruhend)	3,00	0,167	0,180
	Fichte (8,0%)	3,00	0,130	0,231
7	Lärche	1,90	0,130	0,146
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,040

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung horizontal

Rse: Wärmestromrichtung horizontal, außen: Direkter Übergang zur Außenluft

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot,upper}} = 3,988 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot,lower}} = 3,988 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

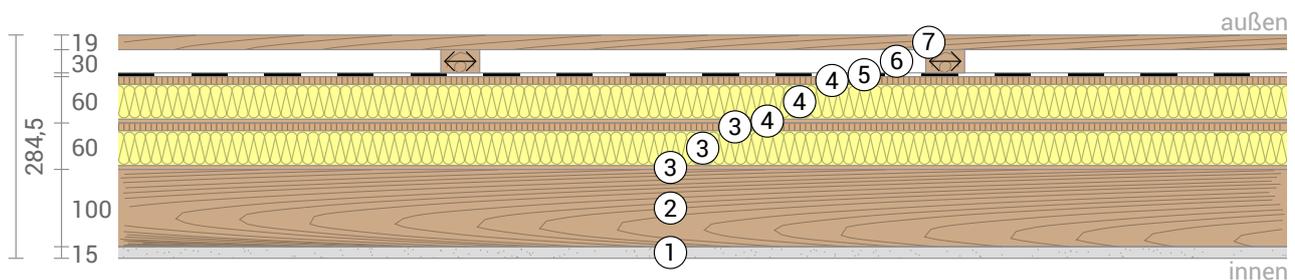
Prüfe Anwendbarkeit:  $R_{\text{tot,upper}} / R_{\text{tot,lower}} = 1,000$  (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand  $R_{\text{tot}} = (R_{\text{tot,upper}} + R_{\text{tot,lower}})/2 = 3,988 \text{ m}^2\text{K/W}$

Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 0,0099%

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



## Feuchteschutz

Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt: innen: 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit. Dieses Klima entspricht DIN 4108-3.

Unter diesen Bedingungen fallen insgesamt 0,21 kg Tauwasser pro Quadratmeter an. Diese Menge trocknet im Sommer innerhalb von 17 Tagen ab (Verdunstungsperiode gemäß DIN 4108-3:2018-10).

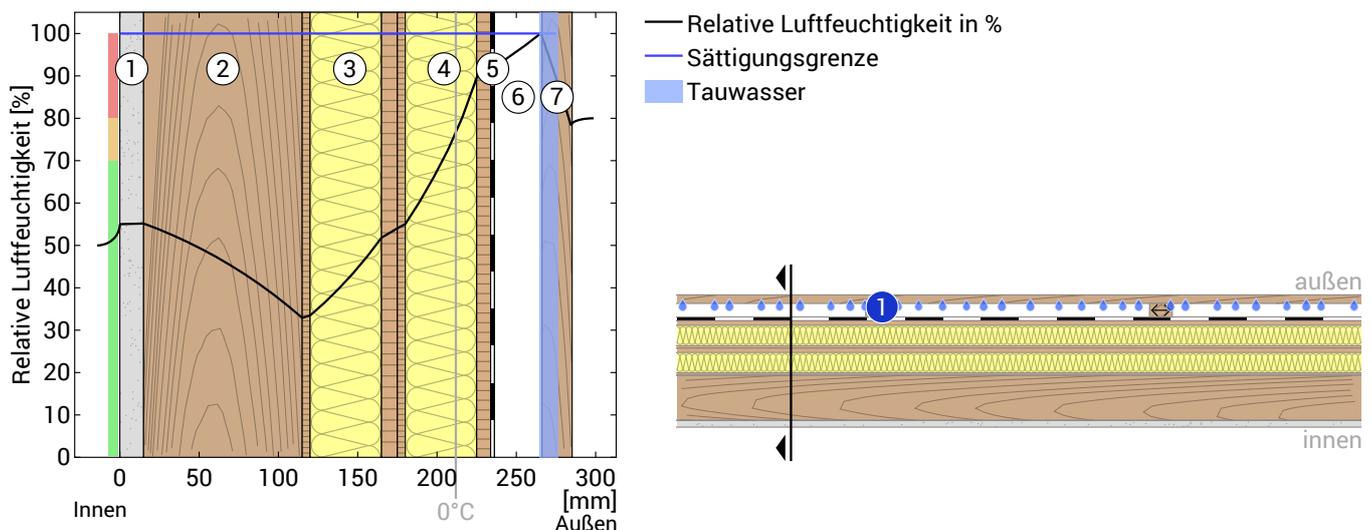
#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser		Gewicht [kg/m²]
			[kg/m²]	[Gew.-%]	
1	1,5 cm Gipsfaserplatte	0,06	-		17,3
2	10 cm KLH Massivholzplatte	2,50	-	-	47,0
3	0,5 cm Tektalan A2-FP/HB: Tektalan A2-FP/HB-Holzwohle-Deckschicht 5 mm	0,01	-	-	4,2
	4,5 cm Tektalan A2-FP/HB: Tektalan A2-FP/HB Steinwollekern	0,05	-		5,1
	1 cm Tektalan A2-FP/HB: Tektalan A2-FP/HB-Holzwohle-Deckschicht 10 mm	0,02	-	-	7,2
4	0,5 cm Tektalan A2-FP/HB: Tektalan A2-FP/HB-Holzwohle-Deckschicht 5 mm	0,01	-	-	4,2
	4,5 cm Tektalan A2-FP/HB: Tektalan A2-FP/HB Steinwollekern	0,05	-		5,1
	1 cm Tektalan A2-FP/HB: Tektalan A2-FP/HB-Holzwohle-Deckschicht 10 mm	0,02	-	-	7,2
5	0,05 cm Unterdeckbahn sd=0,05m	0,05	-		0,4
6	3 cm Luftschicht (ruhend)	0,01	0,21		0,0
	3 cm Fichte (8,0%)		-	-	1,1
7	1,9 cm Lärche	0,95	0,21	2,4	8,7
	28,45 cm Gesamtes Bauteil	3,72	0,21		107,4

## Tauwasserebenen

- ① Tauwasser: 0,21 kg/m² Betroffene Schichten: Lärche, Luftschicht (ruhend)

## Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 18,5 °C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 55% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein. Das folgende Diagramm zeigt die relative Luftfeuchtigkeit innerhalb des Bauteils.



- |                                 |                             |                  |
|---------------------------------|-----------------------------|------------------|
| ① Gipsfaserplatte (15 mm)       | ④ Tektalan A2-FP/HB (60 mm) | ⑦ Lärche (19 mm) |
| ② KLH Massivholzplatte (100 mm) | ⑤ Unterdeckbahn sd=0,05m    |                  |
| ③ Tektalan A2-FP/HB (60 mm)     | ⑥ Luftschicht (30 mm)       |                  |

Mit <-> gekennzeichnete (Balken-)Lagen verlaufen parallel zur dargestellten Schnittebene und wurden bei der Feuchteschutzberechnung nicht berücksichtigt.

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.