



**Energie-Nachweis**  
gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG 2024) und KfW-Förderbedingungen

für das Neubauprojekt:

**Einfamilienhaus EFH-180**  
(Musterprojekt zu Demonstrationszwecken)

**Standort:** Deutschland (Demo)  
**Projektumfang:** Neubau, Wohnnutzung  
**Effizienzhaus-Standard:** KfW-Effizienzhaus 40  
**Erstellungsdatum:** 30.04.2025

Erstellt durch:

**BauKlar Projekt**  
Plattform für Angebots- und Energiedokumentation  
info@bauklar.com • [www.bauklar.com](http://www.bauklar.com)

## Inhaltsverzeichnis

---

### Inhaltsverzeichnis

1. Projektdaten .....	Seite 3
2. Gebäudecharakteristik .....	Seite 4
3. Bauteilübersicht und U-Wert-Berechnungen .....	Seite 6
4. Haustechnikkonzept .....	Seite 9
5. Energiebedarfsbilanz gemäß GEG .....	Seite 11
6. Sommerlicher Wärmeschutz .....	Seite 13
7. Feuchteschutz und Tauwasservermeidung .....	Seite 15
8. Förderfähigkeit gemäß KfW-EH40 .....	Seite 40
9. Erfüllungserklärung nach GEG 2024 .....	Seite 42
10. Zusammenfassung .....	Seite 44
11. Anhang: Berechnungen und Diagramme .....	Seite 46



**BAU KLAR**

WIR RECHNEN. SIE BAUEN.

# Kapitel 1 - Projektdaten

---

## 1. Projektdaten

### 1.1 Projektbezeichnung

Neubau eines freistehenden Einfamilienhauses – EFH-180  
(Musterprojekt zur Demonstration der Dokumentenstruktur)

### 1.2 Standort

Deutschland (Demo-Projekt, Ortsdaten neutralisiert)

### 1.3 Bauherr

Familie Muster  
(Daten anonymisiert für die Demonstration)

### 1.4 Gebäudetyp und Nutzung

- Gebäudetyp: Einfamilienhaus (freistehend)
- Nutzungseinheit(en): 1
- Nutzung: ausschließliche Wohnnutzung gemäß §2 GEG

### 1.5 Flächenangaben

- Bruttogrundfläche (BGF) nach DIN 277: ca. 180,00 m<sup>2</sup>
- Nettogrundfläche (NGF): ca. 150,00 m<sup>2</sup>
- Beheizte Nettogrundfläche (Wohnfläche gemäß WoFIV): ca. 150,00 m<sup>2</sup>

### 1.6 Gebäudegeometrie

- Geschossanzahl: 1,5 Vollgeschosse
- Gebäudehöhe (Oberkante Gelände bis First): ca. 7,50 m
- Dachform: Satteldach (Neigungswinkel ca. 35°)
- Grundrissform: rechteckig, kompakte Bauweise
- Gebäudeausrichtung: Hauptfassade nach Süden

## 1.7 Bauweise

- Konstruktion: Holzrahmenbauweise
- Dämmung: Holzfaserdämmung (STEICOflex + STEICOprotect)
- Außenwände: mehrschichtiger Aufbau, diffusionsoffen
- Dach: Sparrendach mit zusätzlicher Aufsparrendämmung
- Bodenplatte: gedämmt mit Perimeterdämmung EPS/XPS
- Fenster: 3-fach-Wärmeschutzverglasung,  $U_w \leq 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Haustür: wärmegeklärt,  $U_d \leq 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

## 1.8 Effizienzhaus-Ziel

- Zielstandard: KfW-Effizienzhaus 40
- Nachweisgrundlage: GEG 2024, Förderbedingungen KfW 261
- Vergleichsgebäude: Referenz nach Anlage 1 GEG

## 1.9 Kompaktheitskennwert (A/V-Verhältnis)

- Hüllfläche (A): ca. 360,00 m<sup>2</sup>
- Beheiztes Gebäudevolumen (V): ca. 450,00 m<sup>3</sup>
- A/V-Verhältnis: ca. 0,80 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

### *Kommentar:*

Ein Kompaktheitskennwert unter 0,85 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> gilt als energetisch günstig und wirkt sich positiv auf den spezifischen Wärmeverlust aus.

## Kapitel 2 - Gebäudecharakteristik

### 2. Gebäudecharakteristik

#### 2.1 Gebäudestruktur

Das geplante Gebäude ist ein freistehendes Einfamilienhaus mit 1,5 Vollgeschossen. Die Ausführung erfolgt in moderner, diffusionsoffener Holzrahmenbauweise mit hochwärmedämmender Holzfaserdämmung (STEICO-System). Das Dach ist als klassisches Satteldach mit einer Neigung von ca. 35° ausgebildet.

Die Bruttogrundfläche (BGF) beträgt ca. 180,00 m<sup>2</sup>.  
Die bewohnte Nettogrundfläche liegt bei ca. 150,00 m<sup>2</sup>.

#### 2.2 Geometrische Kenndaten

Parameter	Wert
Anzahl der Vollgeschosse	1,5
Gebäudehöhe (bis Oberkante Dachfirst)	ca. 7,50 m
Bruttogrundfläche (BGF)	ca. 180,00 m <sup>2</sup>
Beheiztes Gebäudevolumen (V)	ca. 450,00 m <sup>3</sup>
Hüllfläche (A)	ca. 360,00 m <sup>2</sup>
Kompaktheitskennwert (A/V-Verhältnis)	ca. 0,80 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Fensterflächenanteil (bezogen auf Außenwände)	ca. 22 %

Die Kompaktheit des Gebäudes mit einem A/V-Verhältnis von 0,80 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> liegt in einem günstigen Bereich und trägt wesentlich zur Reduktion des Transmissionswärmeverlustes bei.

## 2.3 Orientierung und Zonierung

Die Hauptfassade des Gebäudes ist nach Süden ausgerichtet, was solare Zugewinne im Winter begünstigt.

Das gesamte Volumen zählt zur beheizten Zone.

Es existieren keine unbeheizten Nebenräume oder thermisch getrennten Anbauten.

---

## 2.4 Fenster- und Türflächen

Die Fensterflächen sind überwiegend in Süd- und Westausrichtung angeordnet.

Es kommen energieeffiziente Kunststofffenster mit 3-fach-Wärmeschutzverglasung zum Einsatz ( $U_w$ -Wert  $\leq 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).

Außentüren sind wärmedämmend mit einem  $U_d$ -Wert  $\leq 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Die Ausführung der Fensteranschlüsse erfolgt luftdicht gemäß DIN 4108-7.

Verschattungselemente sind optional vorgesehen (z. B. außenliegende Rollläden).

---

## 2.5 Besondere konstruktive Maßnahmen

Alle Bauteilanschlüsse werden wärmebrückenoptimiert geplant und ausgeführt.

Zur pauschalen Bewertung wird ein Wärmebrückenzuschlag gemäß DIN 4108 Beiblatt 2 angesetzt ( $0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).

Die Luftdichtheit des Gebäudes wird nach Fertigstellung durch einen Blower-Door-Test geprüft.

Geplanter  $n_{50}$ -Wert:  $\leq 1,5 \text{ 1/h}$ .

## Kapitel 3 - Bauteilübersicht und U-Wert-Berechnungen

### 3. Bauteilübersicht und U-Wert-Berechnungen

In diesem Kapitel werden die wesentlichen opaken und transparenten Bauteile des Gebäudes mit ihrem jeweiligen energetischen Aufbau und den berechneten Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werten) dargestellt. Die U-Werte wurden gemäß DIN EN ISO 6946 berechnet und berücksichtigen gegebenenfalls Wärmebrückenzuschläge.

### 3.1 Außenwand - Holzrahmenbauweise (diffusionsoffen)

Schichtaufbau von innen nach außen:

Nr	Schicht	Dicke (mm)	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ [W/m·K]	Bemerkung
1	Gipskartonplatte	12,5	0,25	Innenbekleidung
2	Holzfaserdämmung (STEICO internal)	40	0,038	Installationsebene
3	OSB/3 Platte	15	0,13	Luftdichtung / Aussteifung
4	STEICOflex Gefachdämmung	200	0,038	Hauptdämmung zwischen Ständer
5	STEICOprotect (Fassadendämmplatte)	80	0,043	Außendämmung
6	Mineralischer Edelputz	5	1,000	Außenputz

**Gesamtdicke der Konstruktion:** ca. 35,3 cm

**Berechneter U-Wert:** 0,15 W/(m<sup>2</sup>·K)

**Anforderung GEG 2024:**  $\leq 0,24$  W/(m<sup>2</sup>·K)

Abbildung: U-Wert-Berechnung Wandaufbau – Ubakus

Quelle: Ubakus-Rechner, Export vom 17.03.2025

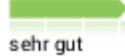
# Shtuco for DE KfW 40 V3

Außenwand  
erstellt am 17.3.2025

## Wärmeschutz

$U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

GEG 2020/24 Bestand\*:  $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



## Feuchteschutz

Kein Tauwasser

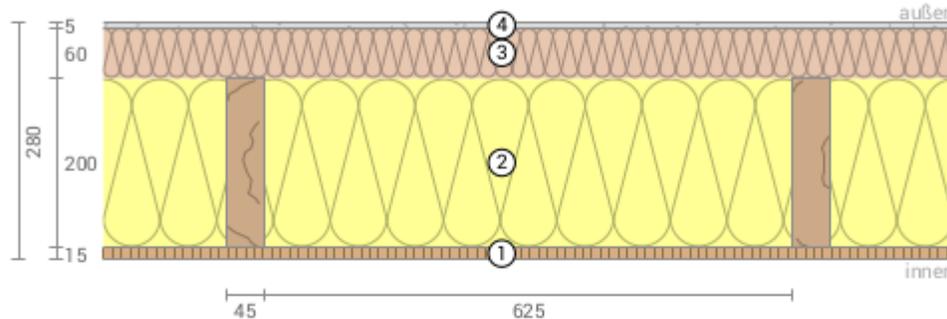


## Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 14

Phasenverschiebung: 10,8 h

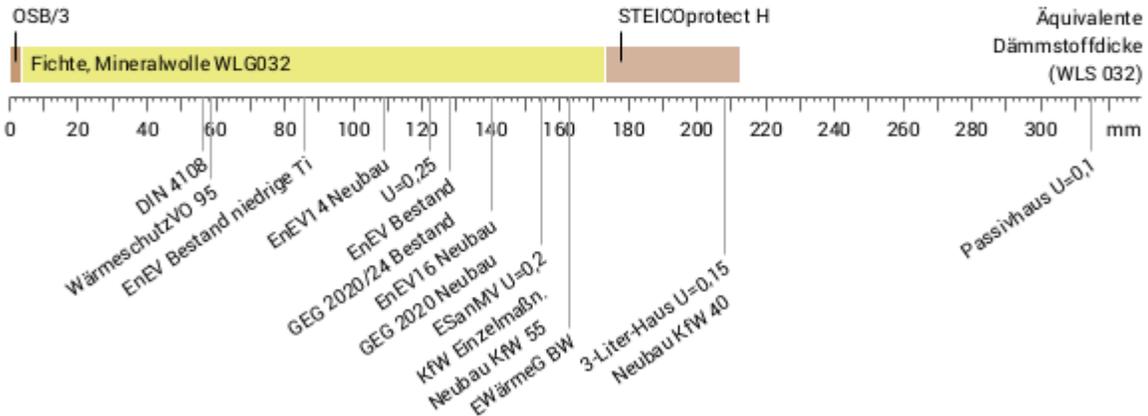
Wärmekapazität innen: 26 kJ/m²K



- ① OSB/3 (15 mm)
- ② Mineralwolle WLG032 (200 mm)
- ③ STEICOprotect H (60 mm)
- ④ Kalkgipsputz (5 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 0,032 W/mK.



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

sd-Wert: 2,9 m

Dicke: 28,0 cm  
 Gewicht: 42 kg/m²  
 Wärmekapazität: 70 kJ/m²K

- GEG 2020/24 Bestand
- BEG Einzelmaßn.
- GEG 2023/24 Neubau
- DIN 4108

\*Vergleich des U-Werts mit den Höchstwerten aus GEG Anlage 7 (GEG 2020-2024 Bestand); den techn. Mindestanforderungen für BEG Einzelmaßnahmen; 70% des U-Werts der Referenzausführung aus GEG 2023/2024 Anlage 1 (GEG Neubau); den R-Werten aus DIN 4108-2 Tabelle 3

[Hier klicken, um das Bauteil auf www.ubakus.de zu bearbeiten.](http://www.ubakus.de)

Shtuco for DE KfW 40 V3,  $U=0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ 

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

#	Material	Dicke [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,130
1	OSB/3	1,50	0,130	0,115
2	Mineralwolle WLG032	20,00	0,032	6,250
	Fichte (6,7%)	20,00	0,130	1,538
3	STEICOprotect H	6,00	0,050	1,200
4	Kalkgipsputz	0,50	0,700	0,007
	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  $R_{\text{tot,upper}} = 7,011 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ .

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot,lower}} = 6,676 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ .

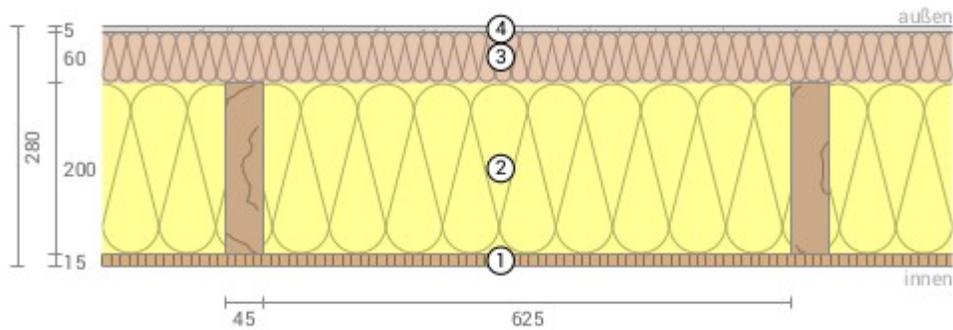
Prüfe Anwendbarkeit:  $R_{\text{tot,upper}} / R_{\text{tot,lower}} = 1,050$  (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand  $R_{\text{tot}} = (R_{\text{tot,upper}} + R_{\text{tot,lower}}) / 2 = 6,843 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

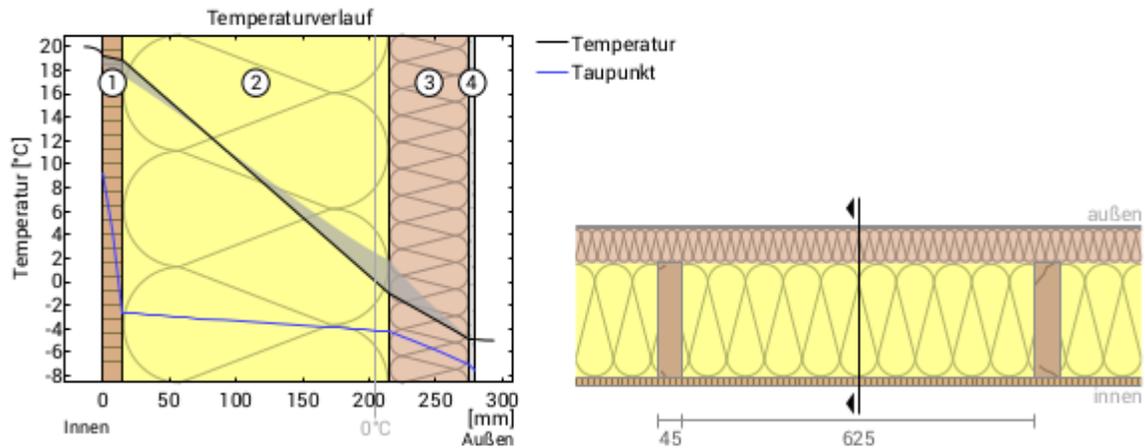
Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 2,4%

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Shtuco for DE KfW 40 V3, U=0,15 W/(m²K)

## Temperaturverlauf



- ① OSB/3 (15 mm)                      ③ STEICOprotect H (60 mm)  
 ② Mineralwolle WLG032 (200 mm)    ④ Kalkgipsputz (5 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	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur [°C]		Gewicht [kg/m²]
				min	max	
	Wärmeübergangswiderstand*					
1	1,5 cm OSB/3	0,130	0,115	18,4	20,0	9,3
2	20 cm Mineralwolle WLG032	0,032	6,250	-1,0	18,8	3,7
	20 cm Fichte (6,7%)	0,130	1,538	1,8	17,8	6,0
3	6 cm STEICOprotect H	0,050	1,200	-4,8	1,8	15,9
4	0,5 cm Kalkgipsputz	0,700	0,007	-4,9	-4,8	7,0
	Wärmeübergangswiderstand*					
	28 cm Gesamtes Bauteil		6,828	-5,0	-4,8	42,0

\*Wärmeübergangswiderstände gemäß DIN 4108-3 für Feuchteschutz und Temperaturverlauf. Die Werte für die U-Wert-Berechnung finden Sie auf der Seite 'U-Wert-Berechnung'.

Oberflächentemperatur innen (min / mittel / max): 18,4°C 19,1°C 19,2°C  
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -4,9°C -4,9°C -4,8°C

Shtuco for DE KfW 40 V3,  $U=0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

## 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.

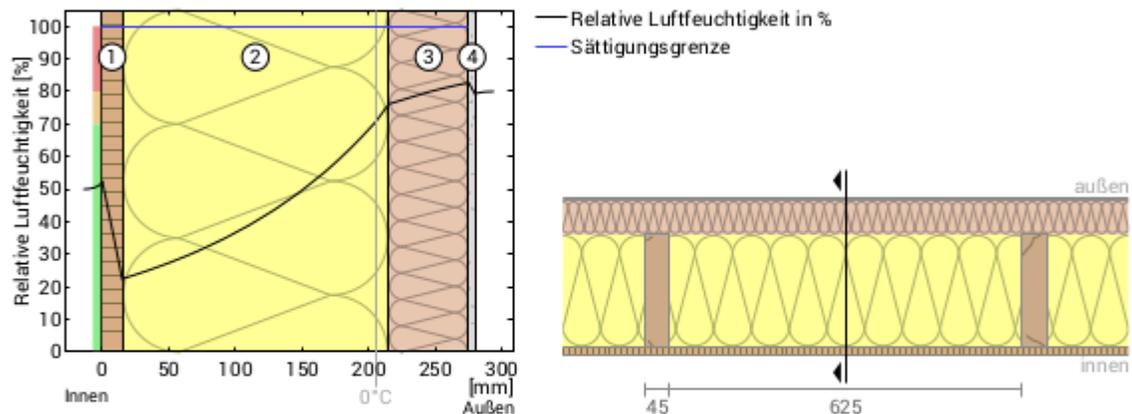
Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m <sup>2</sup> ] [Gew.-%]	Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]
1	1,5 cm OSB/3	2,25	-	9,3
2	20 cm Mineralwolle WLG032	0,20	-	3,7
	20 cm Fichte (6,7%)	10,00	-	6,0
3	6 cm STEICOprotect H	0,30	-	15,9
4	0,5 cm Kalkgipsputz	0,05	-	7,0
	28 cm Gesamtes Bauteil	2,92	0	42,0

## Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 18,4 °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 OSB/3 (15 mm)                      ③ STEICOprotect H (60 mm)  
② Mineralwolle WLG032 (200 mm)    ④ Kalkgipsputz (5 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.

Shtuco for DE KfW 40 V3, U=0,15 W/(m²K)

## Feuchteschutz nach DIN 4108-3:2018 Anhang A

Dieser Feuchteschutznachweis ist nur bei **nicht klimatisierten** Wohn- oder wohnähnlich genutzten Gebäuden gültig.

Die Berechnung der **Trocknungsreserve wurde vom Benutzer deaktiviert**. Dies ist nur zulässig, wenn dieses Bauteil keine gefährdeten Holzbauteile enthält.

Bitte beachten Sie die Hinweise am Ende dieser Feuchteschutzberechnungen.

#	Material	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	sd [m]	$\rho$ [kg/m³]	T [°C]	ps [Pa]	$\Sigma$ sd [m]
Wärmeübergangswiderstand			0,250					
1	1,5 cm OSB/3	0,130	0,115	2,25	620	19,21	2225	0
2	20 cm Mineralwolle WLG032	0,032	6,250	0,2	20	18,84	2174	2,25
3	6 cm STEICOprotect H	0,050	1,200	0,3	265	-1,03	560	2,45
4	0,5 cm Kalkgipsputz	0,700	0,007	0,05	1400	-4,85	406	2,75
Wärmeübergangswiderstand			0,040			-4,87	406	2,8

Temperatur (T), Dampfsättigungsdruck (ps) und die Summe der sd-Werte ( $\Sigma$ sd) gelten jeweils an den Schichtgrenzen.

### Luftfeuchte an der Bauteiloberfläche

Die relative Luftfeuchtigkeit auf der raumseitigen Bauteiloberfläche beträgt 52%. Anforderungen zur Vermeidung von Baustoffkorrosion hängen von Material und Beschichtung ab und wurden nicht untersucht.

### Tauperiode (Winter)

#### Randbedingungen

Dampfdruck innen bei 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit

$p_i = 1168$  Pa

Dampfdruck außen bei -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit

$p_e = 321$  Pa

Dauer Tauperiode (90 Tage)

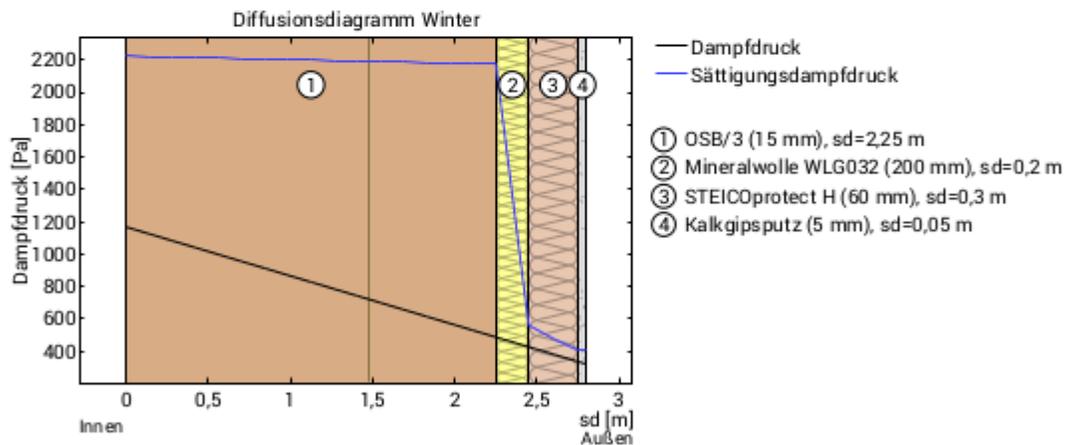
$t_c = 7776000$  s

Wasserdampf-Diffusionsleitkoeffizient in ruhender Luft

$\delta_0 = 2,0E-10$  kq/(m\*s\*Pa)

sd-Wert (gesamtes Bauteil)

$s_{de} = 2,80$  m



Unter den angenommenen Bedingungen ist der untersuchte Querschnitt frei von Tauwasserbildung im Bauteilinneren.

### Verdunstungsperiode (Sommer)

#### Randbedingungen

Dampfdruck innen  $p_i = 1200$  Pa

Dampfdruck außen  $p_e = 1200$  Pa

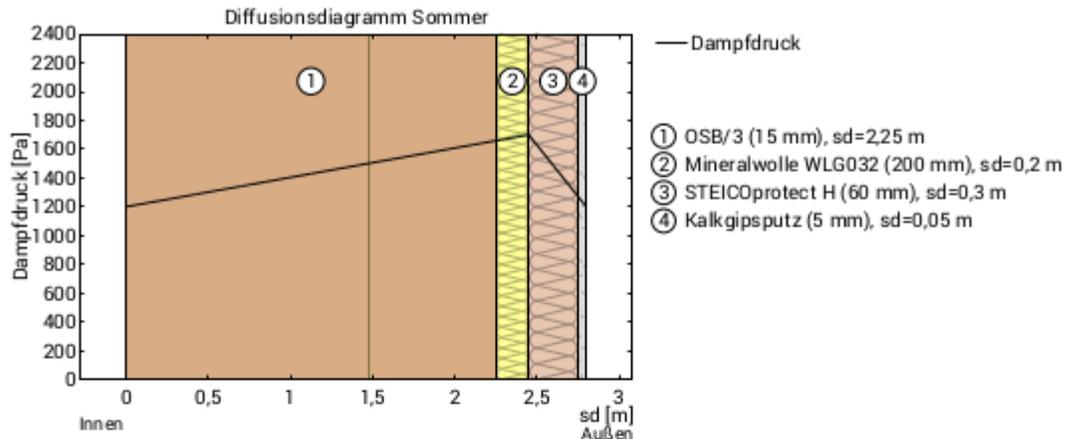
Sättigungsdampfdruck in der Tauwasserebene  $p_s = 1700$  Pa

Dauer Verdunstungsperiode (90 Tage)  $t_{ev} = 7776000$  s

sd-Werte bleiben unverändert.

Shtuco for DE KfW 40 V3, U=0,15 W/(m²K)

Tauwasserfreies Bauteil: Es wird die maximal mögliche Verdunstungsmasse für die Trocknungsreserve berechnet. Betrachtet wird die Ebene, die in der Tauperiode das geringste Verdunstungspotential aufweist bei  $s_d=2,45\text{ m}$ ;  $x=21,5\text{ cm}$ : Schichtgrenze zwischen Mineralwolle WLG032 und STEICOprotect H  
 Verdunstungsmenge:  $M_{ev} = \delta_0 \cdot \tau_{ev} \cdot [(p_s - p_i) / s_d + (p_s - p_e) / (s_d - s_d)] = 2,54\text{ kg/m}^2$



#### Bewertung gemäß DIN 4108-3

Das Bauteil ist diffusionstechnisch zulässig.

#### Hinweise

Bei inhomogenen Konstruktionen, wie Skelett-, Ständer- oder Rahmenbauweisen sowie bei Holzbalken-, Sparren- oder Fachwerk-Konstruktionen o.ä. sind die eindimensionalen Diffusionsberechnungen nur für den Gefachbereich nachzuweisen. Ausnahmefälle sind Sonderkonstruktionen, bei denen z.B. die diffusionshemmende Schicht auch abschnittsweise über den Außenbereich verlegt wird. In diesen Ausnahmefällen ist die hier durchgeführte Berechnung ungültig.

DIN 4108-3 beschreibt in Abschnitt 5.3 Bauteile, für die kein rechnerischer Tauwassernachweis erforderlich ist, da kein Tauwasserrisiko besteht oder das Verfahren für die Beurteilung nicht geeignet ist. Ob das hier untersuchte Bauteil darunter ist, kann mit den vorliegenden Informationen nicht beurteilt werden.

### 3.2 Dach - Sparrendach mit Aufsparrendämmung

#### Schichtaufbau:

Nr	Schicht	Dicke (mm)	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ [W/m·K]	Bemerkung
1	Gipskarton	12,5	0,25	Innenverkleidung
2	Dampfbremsfolie	–	–	Luftdichtheitsschicht
3	STEICOflex (Zwischensparrendämmung)	200	0,038	Hauptdämmung
4	STEICOTop (Aufsparrendämmung)	100	0,043	Zusatzdämmung
5	Unterdachbahn	–	–	Regenschutz
6	Konterlattung & Ziegeldach	ca. 40	–	Außendeckung

**Gesamtdicke:** ca. 35–37 cm

**Berechneter U-Wert: 0,10 W/(m<sup>2</sup>·K)**

**Anforderung GEG 2024:**  $\leq 0,20$  W/(m<sup>2</sup>·K)

*Abbildung: U-Wert und Taupunkt Dachaufbau – Ubakus*

*Quelle: Ubakus-Rechner, Export vom 11.04.2025*

# Dach KfW 40

Dachkonstruktion  
erstellt am 11.4.2025

## Wärmeschutz

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

GEG 2020/24 Bestand\*:  $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

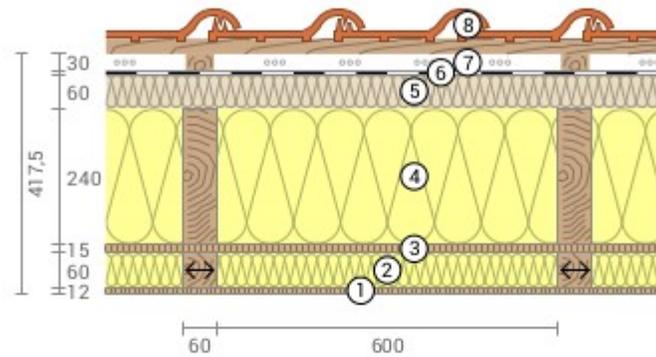


## Feuchteschutz

Kein Tauwasser

## Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 44  
Phasenverschiebung: 14,0 h  
Wärmekapazität innen: 37 kJ/m<sup>2</sup>K

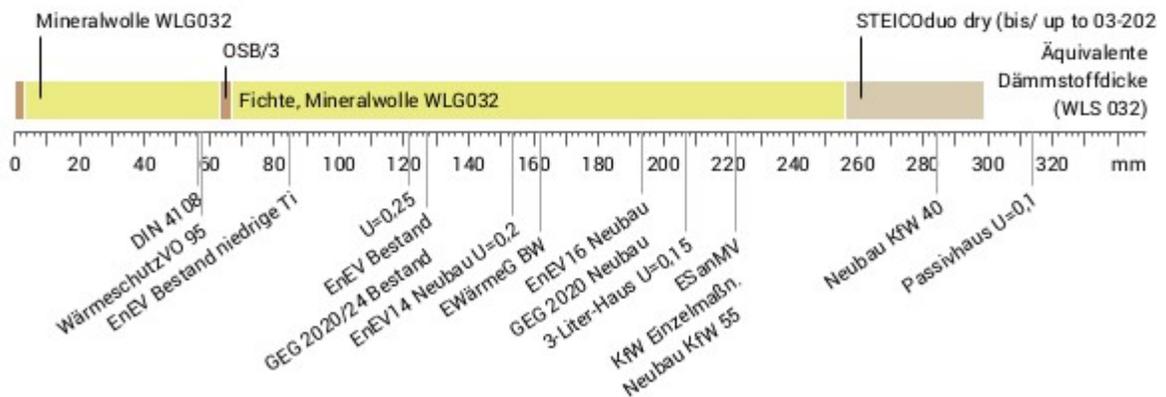


- ① OSB/3 (12 mm)
- ④ Mineralwolle WLG032 (240 mm)
- ⑦ Hinterlüftung (30 mm)
- ② Mineralwolle WLG032 (60 mm)
- ⑤ STEICOduo dry (60 mm)
- ⑧ Dachsteine inkl. Lattung (103 mm)
- ③ OSB/3 (15 mm)
- ⑥ Unterdeckbahn  $sd=0,1\text{m}$

<-> 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 0,032 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%      Dicke: 52,0 cm  
 Außenluft: -5,0°C / 80%      sd-Wert: 5,1 m      Gewicht: 97 kg/m<sup>2</sup>  
 Oberflächentemp.: 19,2°C / -4,9°C      Wärmekapazität: 72 kJ/m<sup>2</sup>K

- GEG 2020/24 Bestand
- BEG Einzelmaßn.
- GEG 2023/24 Neubau
- DIN 4108

\*Vergleich des U-Werts mit den Höchstwerten aus GEG Anlage 7 (GEG 2020-2024 Bestand); den techn. Mindestanforderungen für BEG Einzelmaßnahmen: 70% des U-Werts der Referenzausführung aus GEG 2023/2024 Anlage 1 (GEG Neubau); den R-Werten aus DIN 4108-2 Tabelle 3

Dach KfW 40,  $U=0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ 

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

#	Material	Dicke [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,100
1	OSB/3	1,20	0,130	0,092
2	Mineralwolle WLG032	6,00	0,032	1,875
	Balken (9,1%)	6,00	0,130	0,462
3	OSB/3	1,50	0,130	0,115
4	Mineralwolle WLG032	24,00	0,032	7,500
	Fichte (9,1%)	24,00	0,130	1,846
5	STEICOduo dry (bis/ up to 03-2025)	6,00	0,045	1,333
6	Unterdeckbahn sd=0,1m	0,05	0,500	0,001
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,100

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung aufwärts

Rse: Wärmestromrichtung aufwärts, außen: Hinterlüftungsebene

Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot,upper}} = 9,997 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ .

Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes  $R_{\text{tot,lower}} = 9,075 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ .

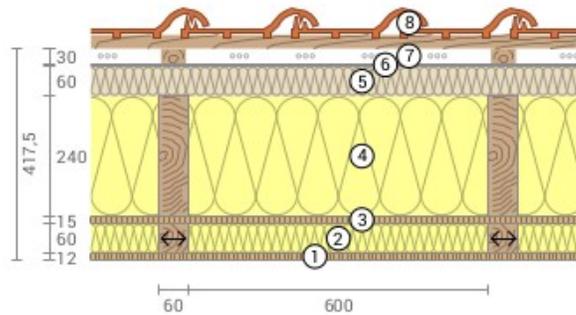
Prüfe Anwendbarkeit:  $R_{\text{tot,upper}} / R_{\text{tot,lower}} = 1,102$  (maximal erlaubt: 1,5)

Das Verfahren darf angewendet werden.

Wärmedurchgangswiderstand  $R_{\text{Gd}} = (R_{\text{tot,upper}} + R_{\text{tot,lower}})/2 = 9,536 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Abschätzung des maximalen relativen Fehlers nach Absatz 6.7.2.5: 4,8%

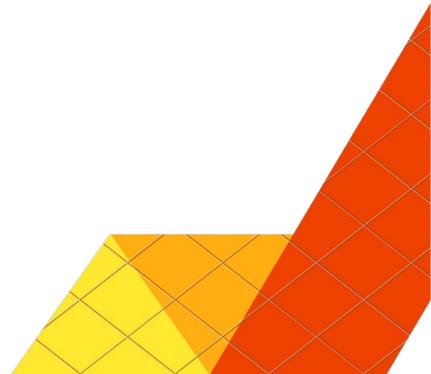
Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1/R_{\text{Gd}} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$





**BAU KLAR**

WIR RECHNEN. SIE BAUEN.



Dach KfW 40, U=0,10 W/(m²K)

## Feuchteschutz

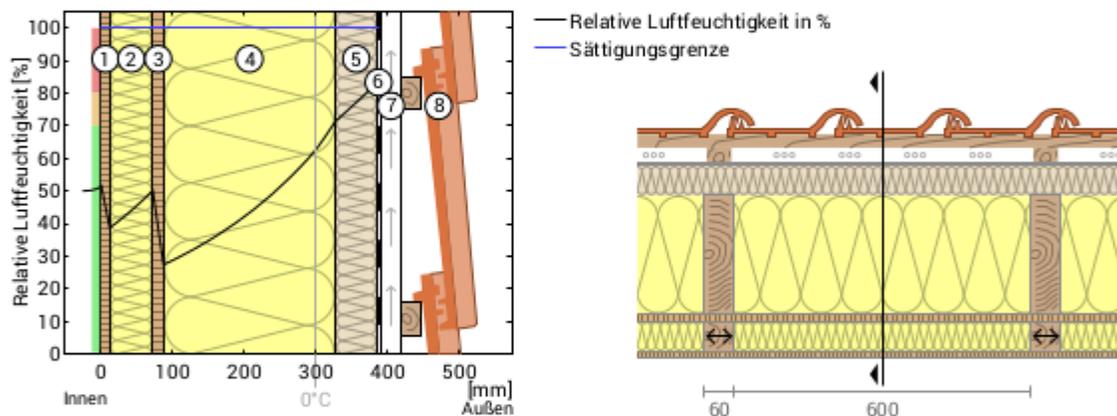
Für die Berechnung der Tauwassermenge wurde das Bauteil 90 Tage lang dem folgenden konstanten Klima ausgesetzt: innen: 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit; außen: -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit. Dieses Klima entspricht DIN 4108-3.

Unter den angenommenen Bedingungen bildet sich kein Tauwasser.

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser [kg/m²]	Tauwasser [Gew.-%]	Gewicht [kg/m²]
1	1,2 cm OSB/3	1,80	-	-	7,4
2	6 cm Mineralwolle WLG032	0,06	-	-	1,1
	6 cm Balken (9,1%)	-	-	-	2,5
3	1,5 cm OSB/3	2,25	-	-	9,3
4	24 cm Mineralwolle WLG032	0,48	-	-	4,4
	24 cm Fichte (9,1%)	12,00	-	-	9,8
5	6 cm STEICOduo dry (bis/ up to 03-2025)	0,18	-	-	10,8
6	0,05 cm Unterdeckbahn sd=0,1m	0,10	-	-	0,3
	52,05 cm Gesamtes Bauteil	5,14	0	-	97,1

## Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur auf der Raumseite beträgt 19,2 °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 OSB/3 (12 mm)               | ④ Mineralwolle WLG032 (240 mm) | ⑦ Hinterlüftung (30 mm)             |
| ② Mineralwolle WLG032 (60 mm) | ⑤ STEICOduo dry (60 mm)        | ⑧ Dachsteine inkl. Lattung (103 mm) |
| ③ OSB/3 (15 mm)               | ⑥ Unterdeckbahn sd=0,1m        |                                     |

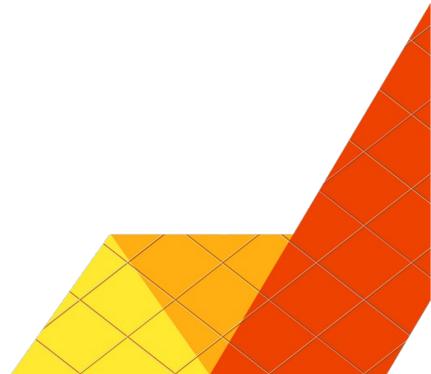
Mit <-> gekennzeichnete (Balken-)Lagen verlaufen parallel zur dargestellten Schnittebene und wurden bei der Feuchteschutzberechnung nicht berücksichtigt.

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.



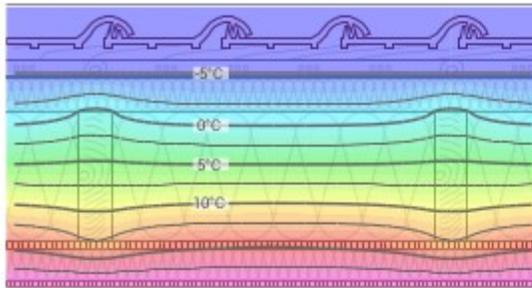
**BAU KLAR**

WIR RECHNEN. SIE BAUEN.

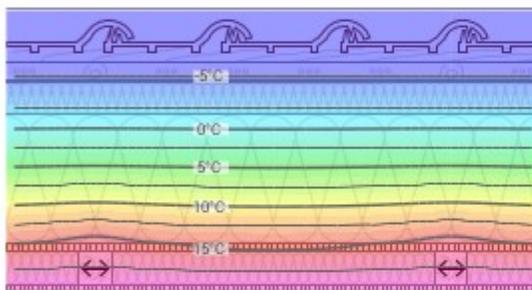
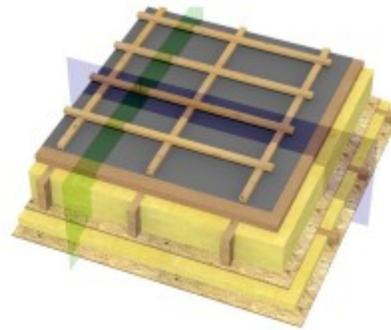


Dach KfW 40,  $U=0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ 

## Temperaturverlauf



60 600



60 600

Links oben: Temperaturverlauf in der blauen Schnittebene (siehe rechte Abbildung). Links unten: Temperaturverlauf in der grünen Schnittebene.

## Schichten (von innen nach außen)

#	Material	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Temperatur [°C]		Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]
				min	max	
	Wärmeübergangswiderstand*		0,250	19,2	20,0	
1	1,2 cm OSB/3	0,130	0,092	19,0	19,4	7,4
2	6 cm Mineralwolle WLG032	0,032	1,875	12,8	19,2	1,1
	6 cm Balken (9,1%)	0,130	0,462			2,5
3	1,5 cm OSB/3	0,130	0,115	12,3	14,9	9,3
4	24 cm Mineralwolle WLG032	0,032	7,500	-2,0	14,7	4,4
	24 cm Fichte (9,1%)	0,130	1,846	0,2	12,7	9,8
5	6 cm STEICODuo dry (bis/ up to 03-2025)	0,045	1,333	-4,9	0,3	10,8
6	0,05 cm Unterdeckbahn $s_d=0,1\text{m}$	0,500	0,001	-4,9	-4,9	0,3
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-5,0	-4,9	
7	3 cm Hinterlüftung (Außenluft)			-5,0	-5,0	0,0
8	10,3 cm Dachsteine inkl. Lattung			-5,0	-5,0	51,5
	52,05 cm Gesamtes Bauteil		9,536			97,1

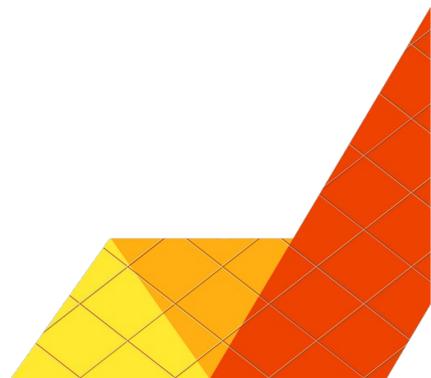
\*Wärmeübergangswiderstände gemäß DIN 4108-3 für Feuchteschutz und Temperaturverlauf. Die Werte für die U-Wert-Berechnung finden Sie auf der Seite 'U-Wert-Berechnung'.

Oberflächentemperatur innen (min / mittel / max): 19,2°C 19,4°C 19,4°C  
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -4,9°C -4,9°C -4,9°C



**BAU KLAR**

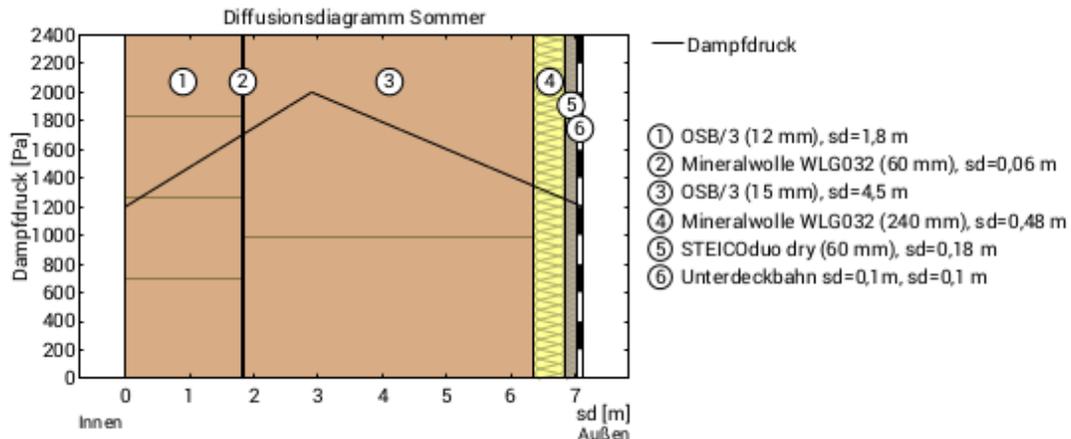
WIR RECHNEN. SIE BAUEN.



Dach KfW 40, U=0,10 W/(m²K)

## Verdunstungsperiode (Sommer)

Randbedingungen	
Dampfdruck innen	$p_i = 1200 \text{ Pa}$
Dampfdruck außen	$p_e = 1200 \text{ Pa}$
Sättigungsdampfdruck in der Tauwasserebene	$p_s = 2000 \text{ Pa}$ (Dach gegen Außenluft)
Dauer Verdunstungsperiode (90 Tage)	$t_{ev} = 7776000 \text{ s}$
sd-Werte bleiben unverändert.	



Tauwasserfreies Bauteil: Es wird die maximal mögliche Verdunstungsmasse für die Trocknungsreserve berechnet. Betrachtet wird die Ebene, die in der Tauperiode das geringste Verdunstungspotential aufweist bei  $s_d=2,90 \text{ m}$ , innerhalb Schicht OSB/3:

Verdunstungsmenge:  $M_{ev} = \delta_0 \cdot t_{ev} \cdot [(p_s - p_i)/s_d + (p_s - p_e)/(s_d - s_d)] = 0,72 \text{ kg/m}^2$

## Bewertung gemäß DIN 4108-3

Das Bauteil ist diffusionstechnisch zulässig.

## Hinweise

Bei inhomogenen Konstruktionen, wie Skelett-, Ständer- oder Rahmenbauweisen sowie bei Holzbalken-, Sparren- oder Fachwerk-Konstruktionen o.ä. sind die eindimensionalen Diffusionsberechnungen nur für den Gefachbereich nachzuweisen. Ausnahmefälle sind Sonderkonstruktionen, bei denen z.B. die diffusionshemmende Schicht auch abschnittsweise über den Außenbereich verlegt wird. In diesen Ausnahmefällen ist die hier durchgeführte Berechnung ungültig.

DIN 4108-3 beschreibt in Abschnitt 5.3 Bauteile, für die kein rechnerischer Tauwassernachweis erforderlich ist, da kein Tauwasserrisiko besteht oder das Verfahren für die Beurteilung nicht geeignet ist. Ob das hier untersuchte Bauteil darunter ist, kann mit den vorliegenden Informationen nicht beurteilt werden.

Es wird angenommen, dass das Dach nicht überwiegend verschattet ist und keine sehr helle Oberfläche hat (Benutzerangabe). Dies wirkt sich positiv auf das Trocknungsvermögen aus.

Dach KfW 40, U=0,10 W/(m²K)

## Feuchteschutz nach DIN 4108-3:2018 Anhang A

Dieser Feuchteschutznachweis ist nur bei **nicht klimatisierten** Wohn- oder wohnähnlich genutzten Gebäuden gültig.

Bei Dachkonstruktionen mit **Plattenbelägen und Holzrosten** darf diese Norm nicht angewendet werden. Ob diese Konstruktion darunter fällt, ist vom Planer zu prüfen.

Die Berechnung der **Trocknungsreserve wurde vom Benutzer deaktiviert**. Dies ist nur zulässig, wenn dieses Bauteil keine gefährdeten Holzbauteile enthält.

Bitte beachten Sie die Hinweise am Ende dieser Feuchteschutzberechnungen.

#	Material	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	sd [m]	$\rho$ [kg/m³]	T [°C]	ps [Pa]	$\Sigma$ sd [m]
Wärmeübergangswiderstand			0,250					
1	1,2 cm OSB/3	0,130	0,092	1,8	620	19,44	2258	0
2	6 cm Mineralwolle WLG032	0,032	1,875	0,06	20	19,24	2229	1,8
3	1,5 cm OSB/3	0,130	0,115	4,5	620	15,05	1710	1,86
4	24 cm Mineralwolle WLG032	0,032	7,500	0,48	20	14,80	1682	6,36
5	6 cm STEICOduo dry (bis/ up to 03-2025)	0,045	1,333	0,18	180	-1,93	520	6,84
6	0,05 cm Unterdeckbahn sd=0,1m	0,500	0,001	0,1	700	-4,91	404	7,02
Wärmeübergangswiderstand			0,040					
						-4,91	404	7,12

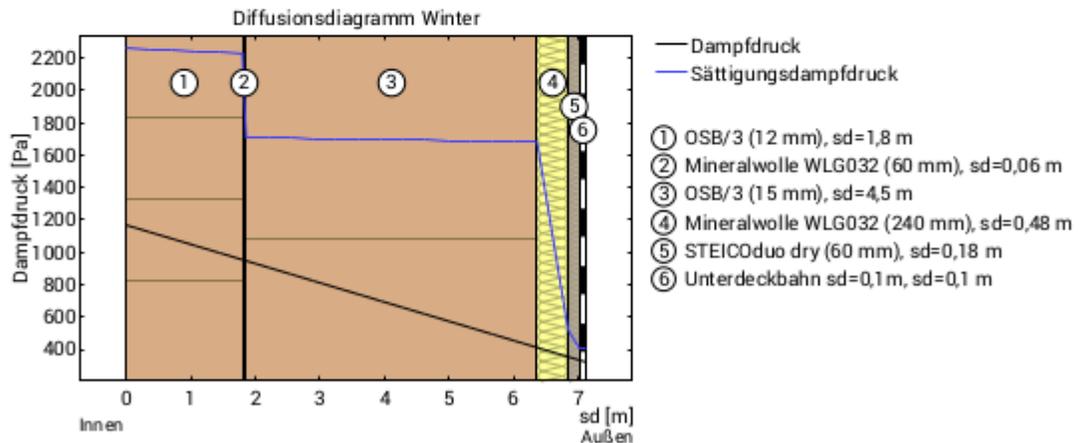
Temperatur (T), Dampfsättigungsdruck (ps) und die Summe der sd-Werte ( $\Sigma$ sd) gelten jeweils an den Schichtgrenzen.

### Luftfeuchte an der Bauteiloberfläche

Die relative Luftfeuchtigkeit auf der raumseitigen Bauteiloberfläche beträgt 52%. Anforderungen zur Vermeidung von Baustoffkorrosion hängen von Material und Beschichtung ab und wurden nicht untersucht.

### Tauperiode (Winter)

Randbedingungen	
Dampfdruck innen bei 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit	$p_i = 1168$ Pa
Dampfdruck außen bei -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit	$p_e = 321$ Pa
Dauer Tauperiode (90 Tage)	$t_c = 7776000$ s
Wasserdampf-Diffusionsleitkoeffizient in ruhender Luft	$\delta_0 = 2.0E-10$ kg/(m*s*Pa)
sd-Wert (gesamtes Bauteil)	$s_{de} = 7,12$ m



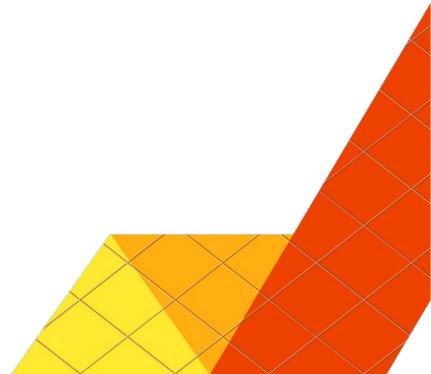
Unter den angenommenen Bedingungen ist der untersuchte Querschnitt frei von Tauwasserbildung im Bauteilinneren.





**BAU KLAR**

WIR RECHNEN. SIE BAUEN.



Dach KfW 40, U=0,10 W/(m²K)

## Feuchteschutz nach DIN 4108-3:2018 Anhang A

Dieser Feuchteschutznachweis ist nur bei **nicht klimatisierten** Wohn- oder wohnähnlich genutzten Gebäuden gültig.

Bei Dachkonstruktionen mit **Plattenbelägen und Holzrosten** darf diese Norm nicht angewendet werden. Ob diese Konstruktion darunter fällt, ist vom Planer zu prüfen.

Die Berechnung der **Trocknungsreserve wurde vom Benutzer deaktiviert**. Dies ist nur zulässig, wenn dieses Bauteil keine gefährdeten Holzbauteile enthält.

Bitte beachten Sie die Hinweise am Ende dieser Feuchteschutzberechnungen.

#	Material	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	sd [m]	$\rho$ [kg/m³]	T [°C]	ps [Pa]	$\Sigma$ sd [m]
Wärmeübergangswiderstand			0,250					
1	1,2 cm OSB/3	0,130	0,092	1,8	620	19,44	2258	0
2	6 cm Mineralwolle WLG032	0,032	1,875	0,06	20	19,24	2229	1,8
3	1,5 cm OSB/3	0,130	0,115	4,5	620	15,05	1710	1,86
4	24 cm Mineralwolle WLG032	0,032	7,500	0,48	20	14,80	1682	6,36
5	6 cm STEICOduo dry (bis/ up to 03-2025)	0,045	1,333	0,18	180	-1,93	520	6,84
6	0,05 cm Unterdeckbahn sd=0,1m	0,500	0,001	0,1	700	-4,91	404	7,02
Wärmeübergangswiderstand			0,040					
						-4,91	404	7,12

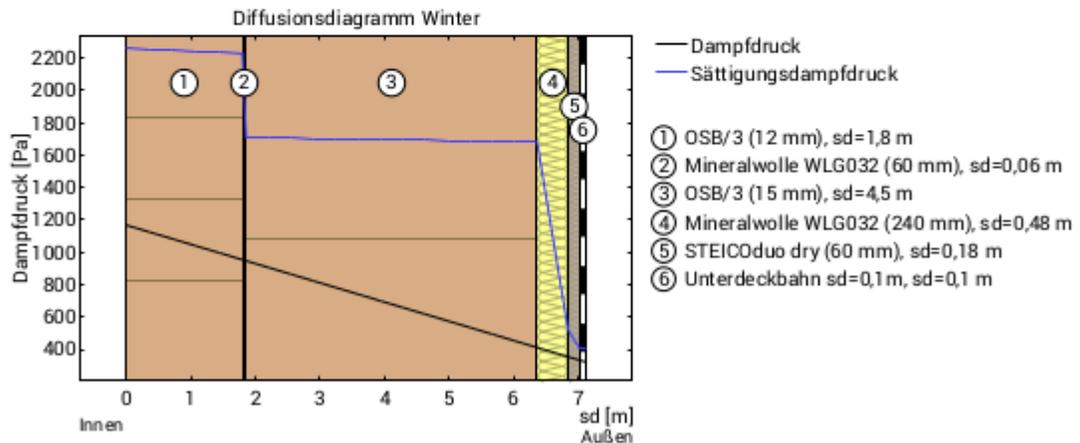
Temperatur (T), Dampfsättigungsdruck (ps) und die Summe der sd-Werte ( $\Sigma$ sd) gelten jeweils an den Schichtgrenzen.

### Luftfeuchte an der Bauteiloberfläche

Die relative Luftfeuchtigkeit auf der raumseitigen Bauteiloberfläche beträgt 52%. Anforderungen zur Vermeidung von Baustoffkorrosion hängen von Material und Beschichtung ab und wurden nicht untersucht.

### Tauperiode (Winter)

Randbedingungen	
Dampfdruck innen bei 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit	pi = 1168 Pa
Dampfdruck außen bei -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit	pe = 321 Pa
Dauer Tauperiode (90 Tage)	tc = 7776000 s
Wasserdampf-Diffusionsleitkoeffizient in ruhender Luft	$\delta_0 = 2.0E-10$ kg/(m*s*Pa)
sd-Wert (gesamtes Bauteil)	sde = 7,12 m



Unter den angenommenen Bedingungen ist der untersuchte Querschnitt frei von Tauwasserbildung im Bauteilinneren.

### 3.3 Bodenplatte - Aufbau gemäß U-Wert-Berechnung (KfW 40)

#### Konstruktion:

Stahlbetonbodenplatte mit ober- und unterseitiger Dämmung in Kombination mit Bitumenabdichtung und kapillarbrechender Kiesschicht. Berechnung gemäß DIN EN ISO 6946 und DIN 4108-3.

#### Schichtaufbau (von innen nach außen):

Nr	Schicht	Dicke (mm)	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ [W/m·K]	Bemerkung
1	Anhydritestrich	60	1,200	Innenoberfläche
2	Hartschaumdämmung XPS 035	100	0,035	Dämmung oberhalb der Bodenplatte
3	Knauf Katja Sprint F457 – Bitumenalubahn	0,9	0,200	Abdichtungsebene (sd = 1440 m)
4	Stahlbetonplatte (armiert)	180	2,500	Tragende Konstruktion
5	Hartschaumdämmung XPS 035	120	0,035	Perimeterdämmung
6	Sand-/Kiesschicht	400	2,000	Kapillarbrechende Schicht

**Gesamtdicke des Aufbaus:** ca. 86,1 cm

**Berechneter U-Wert:** 0,15 W/(m<sup>2</sup>·K)

**Anforderung GEG 2024:** ≤ 0,35 W/(m<sup>2</sup>·K)

#### Feuchteschutzbewertung:

- Tauwassermenge: **8,7 g/m<sup>2</sup>**
- Austrocknung: **innerhalb von 9 Tagen**
- Bewertung gemäß DIN 4108-3: *zulässig*

### Hitzeschutz-Eigenschaften:

- Temperaturamplitudendämpfung: > **100**
  - Wärmekapazität innen: **344 kJ/m²K**
  - Bewertung: *Sehr guter sommerlicher Wärmeschutz*
- 

### Kommentar:

Die Konstruktion erfüllt die Anforderungen an KfW-Effizienzhaus 40 hinsichtlich Transmissionswärmeverlust, Feuchteschutz und thermischer Trägheit. Das Bauteil weist hervorragende Dämm- und Feuchteschutzeigenschaften auf. Der U-Wert liegt deutlich unterhalb des zulässigen Grenzwerts gemäß GEG.

---

*Abbildung: Temperatur- und Feuchteverlauf gemäß Ubakus-Berechnung vom 02.05.2025  
(Kann auf Wunsch als Grafik unterhalb eingefügt werden)*



**BAU KLAR**

WIR RECHNEN. SIE BAUEN.

## Bodenplatte – KfW-40

### Wärmeschutz

$U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

GEG 2020/24 Bestand\*:  $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



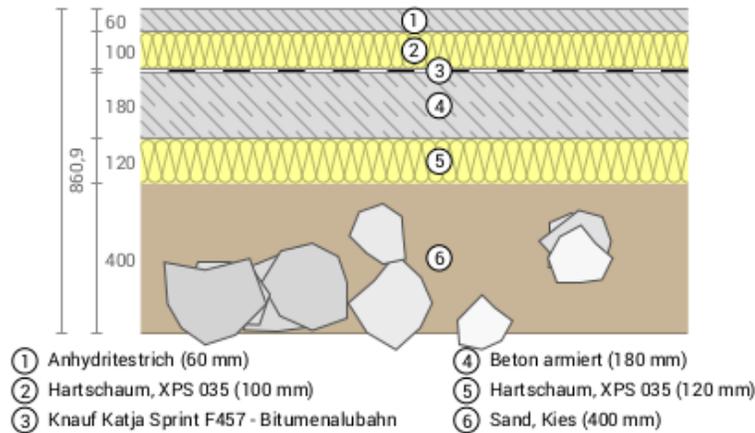
### Feuchteschutz

Trocknet 9 Tage  
Tauwasser: 8,7 g/m<sup>2</sup>



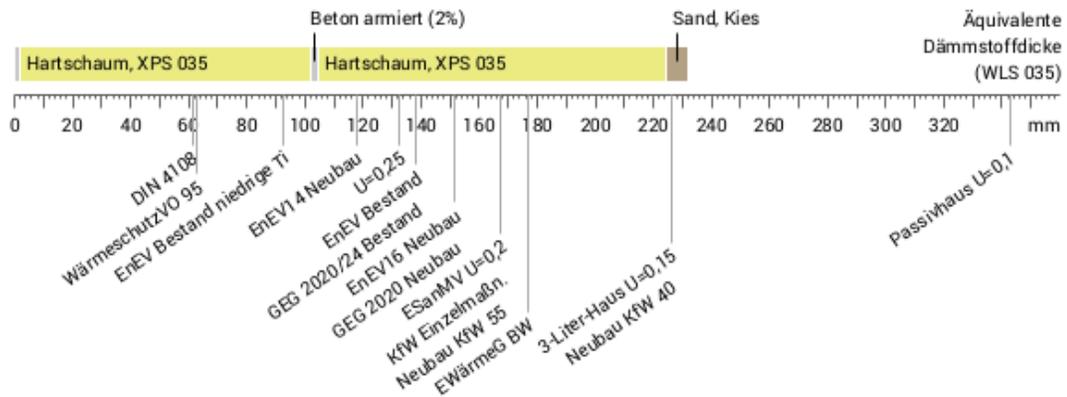
### Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100  
Phasenverschiebung: nicht relevant  
Wärmekapazität innen: 344 kJ/m<sup>2</sup>K



### 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.: 19,1°C / -4,9°C

Dicke: 86,1 cm  
 Gewicht: 1341 kg/m<sup>2</sup>  
 Wärmekapazität: 1331 kJ/m<sup>2</sup>K

GEG 2020/24 Bestand   
  BEG Einzelmaßn.   
  GEG 2023/24 Neubau   
  DIN 4108

\*Vergleich des U-Werts mit den Höchstwerten aus GEG Anlage 7 (GEG 2020-2024 Bestand); den techn. Mindestanforderungen für BEG Einzelmaßnahmen; 70% des U-Werts der Referenzausführung aus GEG 2023/2024 Anlage 1 (GEG Neubau); den R-Werten aus DIN 4108-2 Tabelle 3

Bodenplatte – KfW-40,  $U=0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ 

0000000

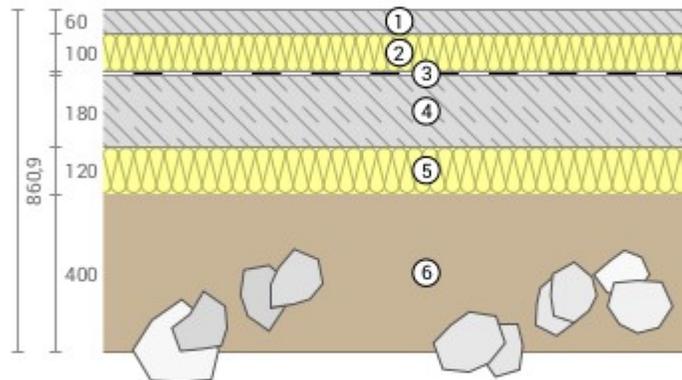
## U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946

#	Material	Dicke [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Wärmeübergangswiderstand innen (Rsi)			0,170
1	Anhydritestrich	6,00	1,200	0,050
2	Hartschaum, XPS 035	10,00	0,035	2,857
3	Knauf Katja Sprint F457 - Bitumenalubahn	0,09	0,200	0,005
4	Beton armiert (2%)	18,00	2,500	0,072
5	Hartschaum, XPS 035	12,00	0,035	3,429
6	Sand, Kies	40,00	2,000	0,200
	Wärmeübergangswiderstand außen (Rse)			0,040

Die Wärmeübergangswiderstände wurden gemäß DIN 6946 Tabelle 7 gewählt.

Rsi: Wärmestromrichtung abwärts

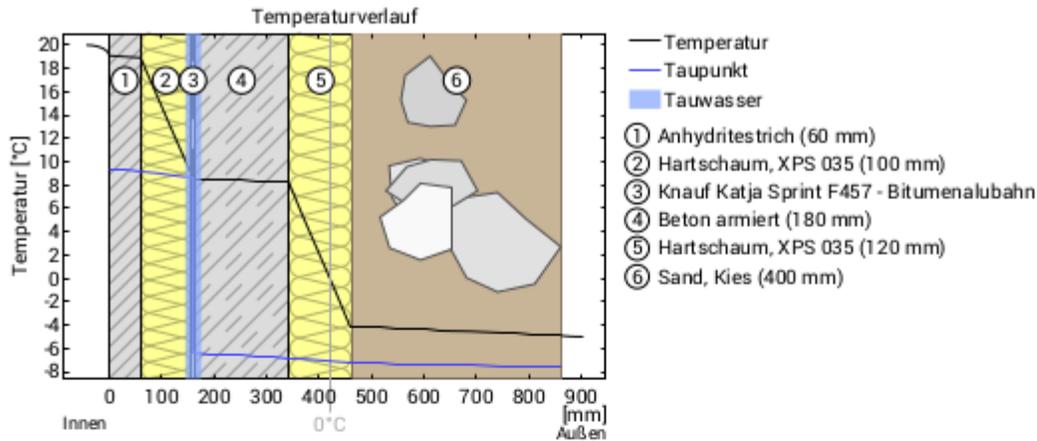
Rse: Wärmestromrichtung abwärts, außen: Direkter Übergang zur Außenluft

Wärmedurchgangswiderstand  $R_{\text{tot}} = 6,822 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1/R_{\text{tot}} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ 

Bodenplatte – KfW-40,  $U=0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ 

SOLUTIONS

## Temperaturverlauf



Verlauf von Temperatur und Taupunkt innerhalb des Bauteils. 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.

## Schichten (von innen nach außen)

#	Material	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Temperatur [°C]		Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]
				min	max	
Wärmeübergangswiderstand*						
1	6 cm Anhydritestrich	1,200	0,050	19,1	20,0	120,0
2	10 cm Hartschaum, XPS 035	0,035	2,857	8,6	18,9	3,5
3	0,09 cm Knauf Katja Sprint F457 - Bitumenalubahn	0,200	0,005	8,5	8,6	0,9
4	18 cm Beton armiert (2%)	2,500	0,072	8,3	8,5	432,0
5	12 cm Hartschaum, XPS 035	0,035	3,429	-4,1	8,3	4,2
6	40 cm Sand, Kies	2,000	0,200	-4,9	-4,1	780,0
Wärmeübergangswiderstand*						
86,09 cm Gesamtes Bauteil			6,822	-5,0	-4,9	1.340,6

\*Wärmeübergangswiderstände gemäß DIN 4108-3 für Feuchteschutz und Temperaturverlauf. Die Werte für die U-Wert-Berechnung finden Sie auf der Seite 'U-Wert-Berechnung'.

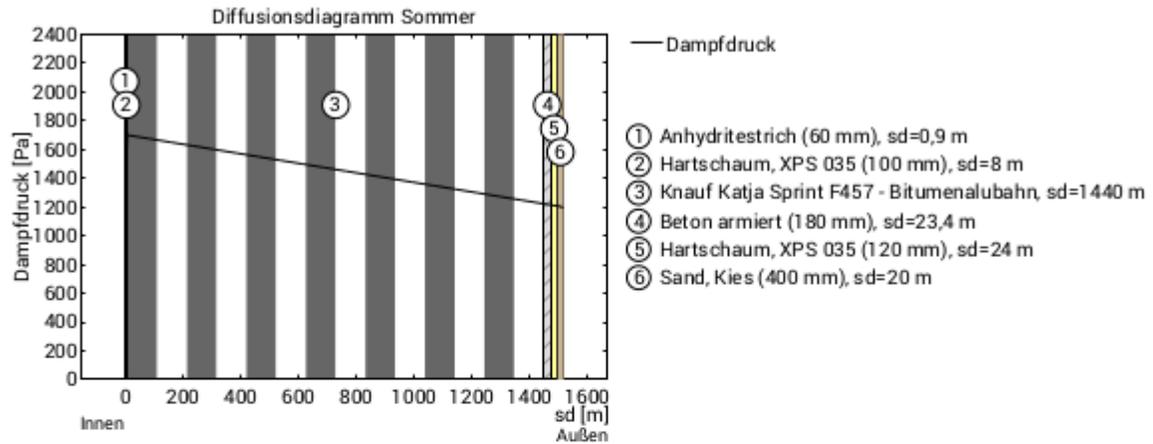
Oberflächentemperatur innen (min / mittel / max): 19,1°C 19,1°C 19,1°C  
Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -4,9°C -4,9°C -4,9°C

Bodenplatte – KfW-40,  $U=0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ 

SOLUTIONS

## Verdunstungsperiode (Sommer)

Randbedingungen	
Dampfdruck innen	$p_i = 1200 \text{ Pa}$
Dampfdruck außen	$p_e = 1200 \text{ Pa}$
Sättigungsdampfdruck in der Tauwasserebene	$p_s = 1700 \text{ Pa}$
Dauer Verdunstungsperiode (90 Tage)	$t_{ev} = 7776000 \text{ s}$
sd-Werte bleiben unverändert.	



Maximal mögliche Verdunstungsmenge:

$$M_{ev} = t_c \cdot \delta_0 \cdot ((p_s - p_i) / sd_{c1} + (p_s - p_e) / (sd_e - sd_{c1})) = 0,088 \text{ kg/m}^2$$

Die Tauwassermenge von  $0,009 \text{ kg/m}^2$  kann vollständig trocknen.

## Bewertung gemäß DIN 4108-3

Das Bauteil ist diffusionstechnisch zulässig.

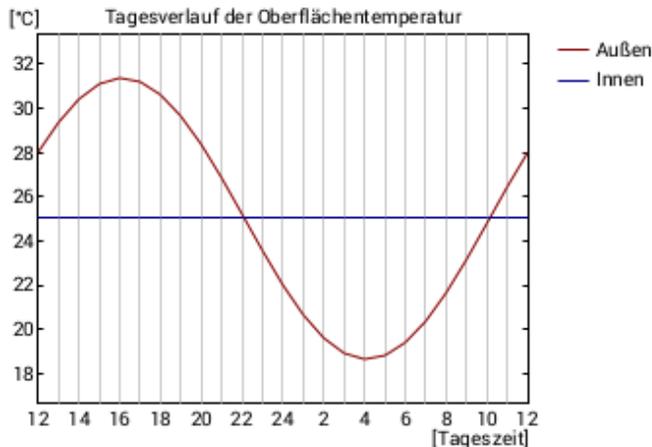
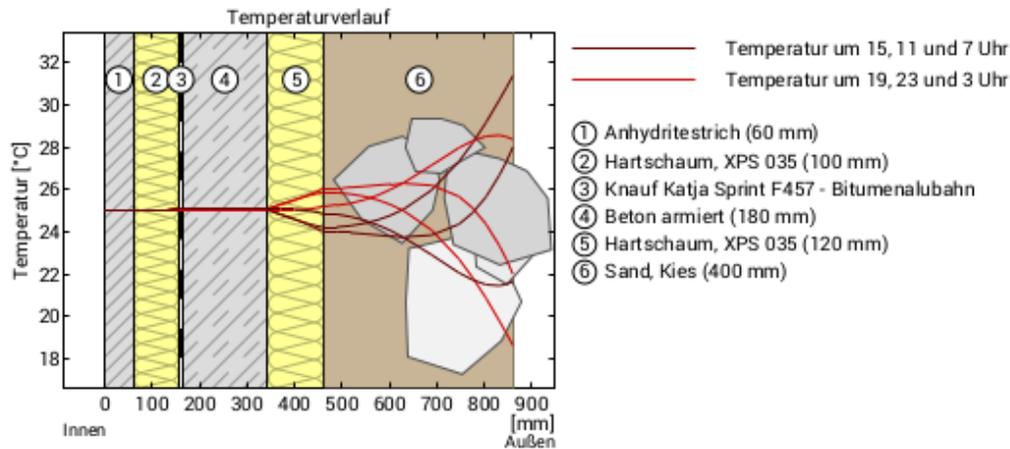
## Hinweise

DIN 4108-3 beschreibt in Abschnitt 5.3 Bauteile, für die kein rechnerischer Tauwassernachweis erforderlich ist, da kein Tauwasserrisiko besteht oder das Verfahren für die Beurteilung nicht geeignet ist. Ob das hier untersuchte Bauteil darunter ist, kann mit den vorliegenden Informationen nicht beurteilt werden.

Bodenplatte – KfW-40,  $U=0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ 

## 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*	nicht relevant	Wärmespeicherfähigkeit (gesamtes Bauteil):	1331 kJ/m <sup>2</sup> K
Amplitudendämpfung**	>100	Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten:	344 kJ/m <sup>2</sup> K
TAV***	0,001		

\* 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.

### 3.4 Fenster und Außentüren

#### Fenster:

- Kunststoffrahmen mit 3-fach-Wärmeschutzverglasung
- Ug-Wert:  $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- $\psi$ -Randverbund:  $\leq 0,040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
- **Uw-Wert Gesamtfenster:  $\leq 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$**

#### Außentür:

- Mehrschichtige wärmegeämmte Haustür
- **Ud-Wert:  $\leq 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$**

---

### 3.5 Wärmebrückenbewertung

Zur Bewertung der Wärmebrücken wird ein pauschaler Zuschlag gemäß DIN 4108 Beiblatt 2 von  **$0,03 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$**  angesetzt.

Alle kritischen Anschlussbereiche (Fenster, Sockel, Traufe) sind wärmebrückenoptimiert geplant.



**BAU KLAR**

WIR RECHNEN. SIE BAUEN.

## 4. Haustechnikkonzept

(Konzept für Heizung, Warmwasser, Lüftung und ggf. PV)

---

### 4.1 Heizsystem - Wärmeerzeugung

**System:**

Luft-Wasser-Wärmepumpe (Außeneinheit), elektrisch betrieben.

**Begründung der Wahl:**

Das Gebäude erfüllt die Anforderungen eines KfW-Effizienzhauses 40. Die gewählte Wärmepumpe nutzt Umweltwärme effizient zur Heizwärmeerzeugung. Das System arbeitet monovalent ohne Zusatzheizung (außer bei  $-20\text{ °C}$ ), gemäß Auslegung nach VDI 4650.

**Technische Kenndaten (Beispielanlage):**

- Typ: Split-Wärmepumpe
- Heizleistung (bei A2/W35): 6,5 kW
- COP (bei A7/W35): 4,4
- Jahresarbeitszahl (JAZ): **3,8**
- Einsatzbereich: bis  $-20\text{ °C}$

**Verteilssystem:**

- Flächenheizung: Fußbodenheizung in allen Räumen
  - Verteilnetz mit Hocheffizienzpumpe
  - Temperaturregelung raumweise über Thermostate
- 

### 4.2 Warmwasserbereitung

- Zentral über die gleiche Wärmepumpe
  - Speicherinhalt: ca. 250 Liter
  - Zapfprofil: L (nach EU-Bewertung)
  - Wärmeschutz: Speicher vollständig wärme gedämmt ( $\leq 2,0\text{ kWh}/24\text{h}$  Wärmeverlust)
- 

### 4.3 Lüftungssystem

**System:**

Zentrale, kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung (WRG)

**Anlage:**

- Luftvolumenstrom: 180–220 m<sup>3</sup>/h
- Wärmerückgewinnungsgrad: ≥ 85 %
- Filterklasse: ISO ePM1 ≥ 60 %

**Verrohrung:**

- Kunststoffrohrsystem mit glatten Innenflächen
- Zentrale Anlage im Technikraum
- Einzelraumregelung: Feuchtesensor- oder Zeitsteuerung möglich

**Vorteile:**

- Verbesserung der Luftqualität
  - Vermeidung von Feuchteschäden
  - Beitrag zur Energieeffizienz (Enthalpierückgewinnung)
- 

## 4.4 Regelungstechnik

- Einzelraumregelung der Fußbodenheizung über Raumthermostate
  - Wärmepumpenmanagement über Touch-Display
  - Zeitprogramme für Heizkurven
  - Außentemperaturgeführte Regelung
  - Optional: Anbindung an Smart-Home-System
- 

## 4.5 Photovoltaikanlage (optional vorgesehen)

**Systemgröße:** 7,5 kWp

**Modultyp:** monokristallin, Glas-Glas

**Ausrichtung:** Süddach, Neigung 35°

**Ertrag:** ca. 7.200 kWh/a

**Eigenverbrauchsquote:** ca. 35–45 %

**Wechselrichter:** Hybridfähig, Schnittstelle zum Stromspeicher vorhanden

**Speicher (optional):** Lithium-Ionen, 10 kWh

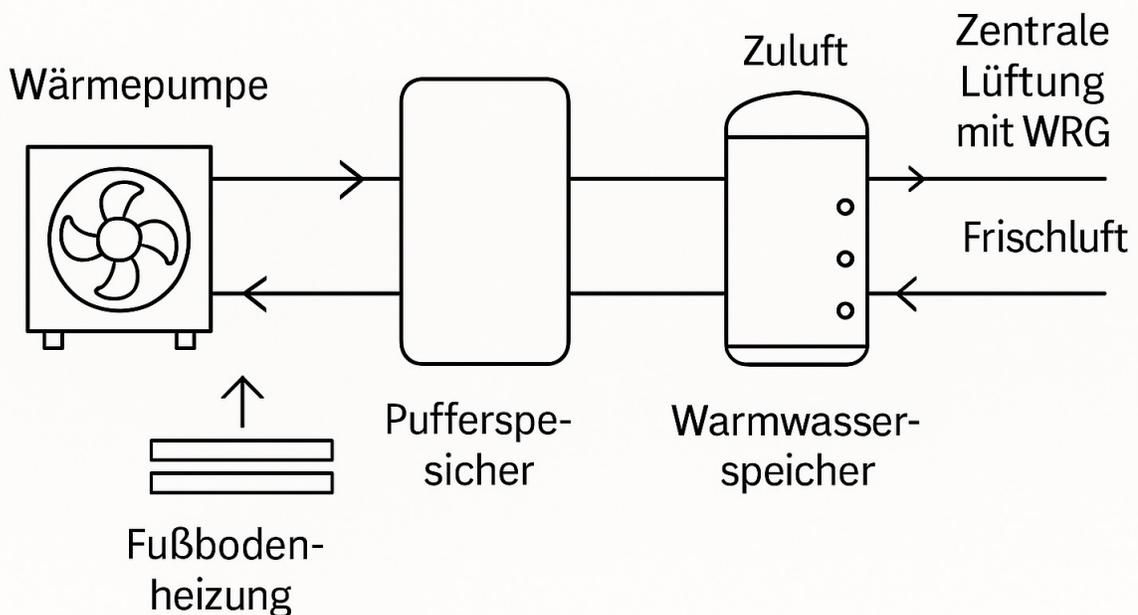
**Hinweis:**

Der PV-Ertrag kann bei Bedarf in die Energiebedarfsbilanz integriert werden (Kombination mit KfW 40+). Aktuell erfolgt die Bilanzierung ohne PV-Kompensation.

## Kommentar zur Gesamtstrategie

Die geplante Haustechnik ist auf maximale Energieeffizienz und minimale Betriebskosten ausgerichtet.

Das Konzept erfüllt die Anforderungen der KfW sowie des Gebäudeenergiegesetzes 2024 und trägt zum hohen Komfortniveau bei.



## 5. Energiebedarfsbilanz gemäß GEG

## 5.1 Berechnungsgrundlage

Die Energiebedarfsberechnung erfolgt gemäß:

- Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2024
- DIN V 18599 (Bilanzierung nach Monatsbilanzverfahren)
- Klimadaten gemäß Standort Deutschland (Zone 15 gemäß EnEV-Klima-Regionen)
- Referenzgebäude nach GEG-Anlage 1

Die Berechnung berücksichtigt die thermische Gebäudehülle (siehe Kapitel 3), das Haustechnikkonzept (Kapitel 4) und die internen Wärmegewinne gemäß Nutzung.

## 5.2 Endenergiebedarf

Energiebedarf nach Verwendungszweck	Wert [kWh/a]	Spezifisch [kWh/m <sup>2</sup> ·a]
Raumheizung	3.520	23,5
Warmwasser	1.380	9,2
Hilfsenergie (Pumpen, Lüftung)	620	4,1
<b>Gesamt Endenergiebedarf</b>	<b>5.520</b>	<b>36,8</b>

## 5.3 Primärenergiebedarf

Faktor	Wert
Endenergiebedarf gesamt	5.520 kWh/a
Energieträger (Strom-Mix, Faktor 1,2)	→
<b>Primärenergiebedarf (PEB)</b>	<b>6.624 kWh/a</b>
Spezifisch (bezogen auf 150 m <sup>2</sup> Wfl.)	<b>44,2 kWh/m<sup>2</sup>·a</b>

## 5.4 Vergleich mit Referenzgebäude

Kennwert	Referenz	Projektwert	Ergebnis
Primärenergiebedarf (PEB)	80,0	44,2	
Transmissionswärmeverlust (HT')	0,28	0,21	
Energieeffizienzklasse	B	<b>A+</b>	

Das Gebäude unterschreitet den zulässigen Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes um rund 45 %. Damit erfüllt es alle Anforderungen für das KfW-Effizienzhaus 40.

## 5.5 Bewertung

Das geplante Gebäude weist eine sehr gute energetische Bilanz auf:

- **Endenergiebedarf:** 36,8 kWh/m<sup>2</sup>·a
- **Primärenergiebedarf:** 44,2 kWh/m<sup>2</sup>·a
- **Energieeffizienzklasse:** A+

Damit wird das energetische Ziel eines KfW-Effizienzhauses 40 sicher erreicht.

# Energieeffizienzklasse

Endenergiebedarf des Gebäudes  
**36,8 kWh/m<sup>2</sup>·a)**



Endenergiebedarf  
**44,2 kWh/m<sup>2</sup>·a)**

## 6.

### Sommerlicher Wärmeschutz

(gemäß DIN 4108-2 / GEG 2024)

## 6.1 Rechtliche Grundlage

Die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz ergeben sich aus:

- § 14 Gebäudeenergiegesetz (GEG)
- DIN 4108-2 (2023), Abschnitt 8: Nachweisverfahren
- Standort: Deutschland, Klimaregion 3 (Süddeutschland)
- Nutzung: Wohngebäude, Kategorie II (Wohnräume, Schlafräume)

## 6.2 Nachweisverfahren

Der Nachweis wurde mit dem vereinfachten Verfahren nach DIN 4108-2 Anhang D geführt:

- **Raumbezogene Werte:** geprüft am ungünstigsten Raum (Süd-West-Lage, größter Fensteranteil)
- **Übertemperaturgradstunden-Verfahren:** nicht erforderlich, da vereinfachter Nachweis erfolgreich

**Schutzmaßnahmen gemäß Planung:**

- Fenster mit 3-fach-Verglasung, g-Wert  $\leq 0,50$
- Außenliegende Verschattung (Raffstores, Rollläden) optional vorgesehen
- Kompakte Gebäudeform mit geringen Fensterflächen in Ost/West
- Hohes Wärmespeichervermögen der Konstruktion (Bodenplatte:  $344 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{K}$ )
- Lüftungsstrategie: kontrollierte mechanische Lüftung mit Nachtlüftung (sommerbetrieblich optimierbar)

## 6.3 Ergebnis / Bewertung

Bewertungspunkt	Ergebnis
Fensterorientierung kritisch	nein
Gesamtglasfläche unkritisch	ja (ca. 22 % der Außenwandfläche)
Verschattung ausreichend	ja (geplant oder vorbereitet)
Phasenverschiebung Dach	> 10 h ( gut)

Bewertungspunkt	Ergebnis
Temperaturamplitudendämpfung Wand	> 10 ( )

**Fazit:**

Die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2 werden vollständig eingehalten.

Ein Überhitzungsrisiko besteht im Standardnutzungsfall nicht.

## 7. Feuchteschutz und Tauwasservermeidung

(gemäß DIN 4108-3:2023, Abschnitt 4)



BAU KLAR

WIR RECHNEN. SIE BAUEN.

---

## 7.1 Nachweismethode

Der Feuchteschutznachweis erfolgt auf Grundlage der stationären Glaser-Methode nach **DIN 4108-3**, in Verbindung mit den im Kapitel 3 dargestellten Bauteilen.

Geprüft wurden insbesondere:

- Außenwand (Holzrahmenkonstruktion mit STEICO-System)
- Bodenplatte mit Perimeterdämmung
- Dachaufbau mit diffusionsoffener Schichtung (siehe Kapitel 3.2)

---

## 7.2 Außenwand - Tauwasservermeidung

**Berechnung mit Ubakus U-Wert-Rechner vom 17.03.2025**

- Konstruktion: Holzrahmenwand mit 3 Lagen Dämmung
- Berechneter Tauwasserausfall: **0,0 g/m<sup>2</sup>**
- Austrocknung innerhalb 365 Tagen: **100 %**

**Kommentar:**

In der untersuchten Außenwand tritt gemäß Berechnung kein Tauwasser auf.

Die Taupunktlinie bleibt vollständig innerhalb des sicheren Bereichs. Die Konstruktion gilt als feuchteschutztechnisch unbedenklich.

Shtuco for DE KfW 40 V3, U=0,15 W/(m²K)

## Feuchteschutz nach DIN 4108-3:2018 Anhang A

Dieser Feuchteschutznachweis ist nur bei **nicht klimatisierten** Wohn- oder wohnähnlich genutzten Gebäuden gültig.

Die Berechnung der **Trocknungsreserve wurde vom Benutzer deaktiviert**. Dies ist nur zulässig, wenn dieses Bauteil keine gefährdeten Holzbauteile enthält.

Bitte beachten Sie die Hinweise am Ende dieser Feuchteschutzberechnungen.

#	Material	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	sd [m]	$\rho$ [kg/m³]	T [°C]	ps [Pa]	$\Sigma$ sd [m]
Wärmeübergangswiderstand			0,250					
1	1,5 cm OSB/3	0,130	0,115	2,25	620	19,21	2225	0
2	20 cm Mineralwolle WLG032	0,032	6,250	0,2	20	18,84	2174	2,25
3	6 cm STEICOprotect H	0,050	1,200	0,3	265	-1,03	560	2,45
4	0,5 cm Kalkgipsputz	0,700	0,007	0,05	1400	-4,85	406	2,75
Wärmeübergangswiderstand			0,040			-4,87	406	2,8

Temperatur (T), Dampfsättigungsdruck (ps) und die Summe der sd-Werte ( $\Sigma$ sd) gelten jeweils an den Schichtgrenzen.

### Luftfeuchte an der Bauteiloberfläche

Die relative Luftfeuchtigkeit auf der raumseitigen Bauteiloberfläche beträgt 52%. Anforderungen zur Vermeidung von Baustoffkorrosion hängen von Material und Beschichtung ab und wurden nicht untersucht.

### Tauperiode (Winter)

#### Randbedingungen

Dampfdruck innen bei 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit

$p_i = 1168$  Pa

Dampfdruck außen bei -5°C und 80% Luftfeuchtigkeit

$p_e = 321$  Pa

Dauer Tauperiode (90 Tage)

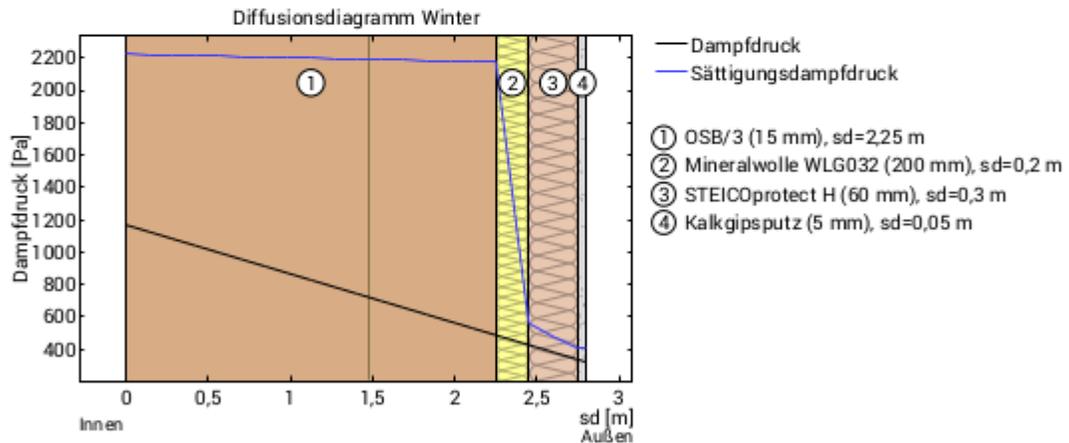
$t_c = 7776000$  s

Wasserdampf-Diffusionsleitkoeffizient in ruhender Luft

$\delta_0 = 2,0E-10$  kg/(m\*s\*Pa)

sd-Wert (gesamtes Bauteil)

$s_{de} = 2,80$  m



Unter den angenommenen Bedingungen ist der untersuchte Querschnitt frei von Tauwasserbildung im Bauteilinneren.

### Verdunstungsperiode (Sommer)

#### Randbedingungen

Dampfdruck innen  $p_i = 1200$  Pa

Dampfdruck außen  $p_e = 1200$  Pa

Sättigungsdampfdruck in der Tauwasserebene  $p_s = 1700$  Pa

Dauer Verdunstungsperiode (90 Tage)  $t_{ev} = 7776000$  s

sd-Werte bleiben unverändert.

## 7.3 Bodenplatte - Tauwasseranalyse

### Berechnung mit Ubakus vom 02.05.2025

- Tauwasserausfall im Winter: **8,7 g/m<sup>2</sup>**
- Rücktrocknungspotenzial im Sommer: **vollständig in 9 Tagen**
- Wärmeschutz innen: > 340 kJ/m<sup>2</sup>·K

### Kommentar:

Der Tauwasserausfall bleibt unter dem Grenzwert von 10 g/m<sup>2</sup>. Die Rücktrocknung erfolgt vollständig innerhalb der zulässigen Frist.

Die Konstruktion erfüllt die Anforderungen der **DIN 4108-3** hinsichtlich Feuchtevermeidung.



**BAU KLAR**

WIR RECHNEN. SIE BAUEN.

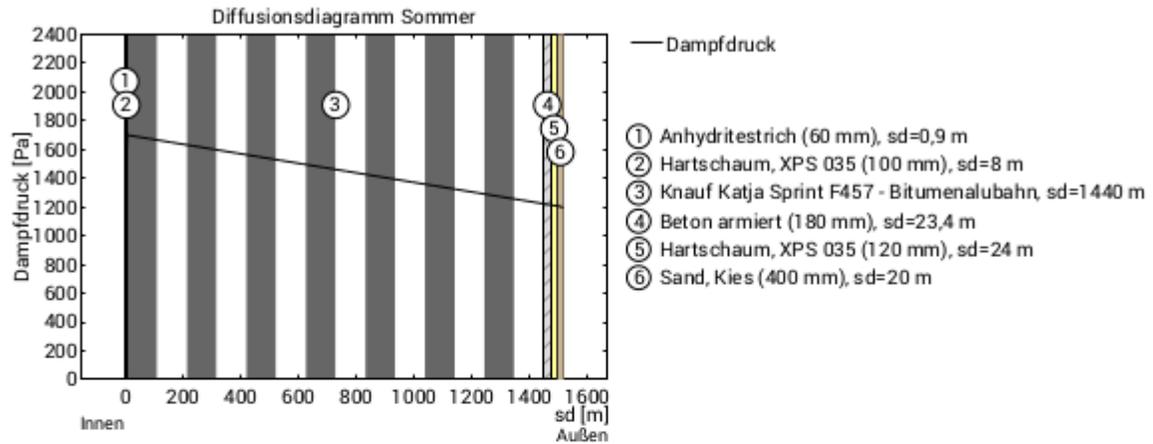
Bodenplatte – KfW-40,  $U=0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ 

SOLUTIONS

## Verdunstungsperiode (Sommer)

## Randbedingungen

Dampfdruck innen	$p_i = 1200 \text{ Pa}$
Dampfdruck außen	$p_e = 1200 \text{ Pa}$
Sättigungsdampfdruck in der Tauwasserebene	$p_s = 1700 \text{ Pa}$
Dauer Verdunstungsperiode (90 Tage)	$t_{ev} = 7776000 \text{ s}$
sd-Werte bleiben unverändert.	



Maximal mögliche Verdunstungsmenge:

$$M_{ev} = t_c \cdot \delta_0 \cdot ((p_s - p_i) / sd_{c1} + (p_s - p_e) / (sd_e - sd_{c1})) = 0,088 \text{ kg/m}^2$$

Die Tauwassermenge von  $0,009 \text{ kg/m}^2$  kann vollständig trocknen.

## Bewertung gemäß DIN 4108-3

Das Bauteil ist diffusionstechnisch zulässig.

## Hinweise

DIN 4108-3 beschreibt in Abschnitt 5.3 Bauteile, für die kein rechnerischer Tauwassernachweis erforderlich ist, da kein Tauwasserrisiko besteht oder das Verfahren für die Beurteilung nicht geeignet ist. Ob das hier untersuchte Bauteil darunter ist, kann mit den vorliegenden Informationen nicht beurteilt werden.

## 7.4 Bewertung und Zusammenfassung

Bauteil	Tauwasser	Rücktrocknung erfüllt	Bewertung
Außenwand	0,0 g/m <sup>2</sup>	Ja	Keine Gefahr
Bodenplatte	8,7 g/m <sup>2</sup>	Ja (9 Tage)	Zulässig gemäß Norm

Die untersuchten Konstruktionen erfüllen die Anforderungen der DIN 4108-3 in vollem Umfang. Ein Feuchteschadenrisiko besteht bei sachgerechter Ausführung nicht.



**BAU KLAR**

WIR RECHNEN. SIE BAUEN.

## 8. Förderfähigkeit gemäß KfW-Effizienzhaus 40

Das geplante Gebäude wurde energetisch gemäß den Anforderungen der **KfW-Förderprogramme für Wohngebäude** (Programm-Nr. 261 / Effizienzhaus 40) konzipiert und geprüft.

Die folgenden Kriterien gelten für ein KfW-Effizienzhaus 40 und wurden wie folgt bewertet:

### 8.1 Vergleichstabelle - KfW-Anforderungen

Kriterium	Anforderung KfW-EH40	Projektwert EFH-180	Ergebnis
Primärenergiebedarf (PEB)	max. 55 % des Referenzgebäudes	ca. 44,2 kWh/m <sup>2</sup> ·a (≈ 55 %)	
Transmissionswärmeverlust (HT')	max. 70 % des Referenzgebäudes	ca. 0,21 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
Gebäudehülle (U-Werte)	deutlich unter GEG-Grenzwerten	z. B. Wand 0,15 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Quellen	erforderlich	Wärmepumpe (Luft-Wasser)	
Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG)	empfohlen	vorhanden (zentrale WRG)	
Luftdichtheit (n50-Wert)	≤ 1,5 1/h	vorgesehen, Prüfung geplant	
Erfüllung GEG + Wärmebrückenzuschlag	Pflicht	Pauschal 0,03 W/m <sup>2</sup> ·K	

### 8.2 Förderprogramme (möglich)

Das Projekt erfüllt die Anforderungen für folgende Programme:

- **KfW 261** – Kredit mit Tilgungszuschuss für EH40 (bis zu 120.000 € je Wohneinheit)
- **KfW 297/298** – Klimafreundlicher Neubau – Standard oder mit QNG (bei Ergänzung)

- **BAFA (Wärmepumpe)** – Förderfähig gemäß Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG) Einzelmaßnahme
- 

### 8.3 Bewertung

Das geplante Gebäude **erfüllt alle energetischen Voraussetzungen für die Förderung als KfW-Effizienzhaus 40.**

Besonders hervorzuheben sind:

- Die Kombination aus sehr guter Gebäudehülle und moderner Haustechnik
- Der Einsatz erneuerbarer Energie (monovalente Wärmepumpe)
- Der niedrige Primärenergiebedarf (deutlich unter Referenzniveau)

***Förderanträge können mit dem vorliegenden Nachweis vorbereitet werden (Bestätigung zur Antragstellung – BzA).***



**BAU KLAR**

WIR RECHNEN. SIE BAUEN.

## 9. Erfüllungserklärung nach Gebäudeenergiegesetz (GEG 2024)

Gemäß § 10 des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) erklärt der Aussteller dieses Nachweises, dass das geplante Wohngebäude die energetischen Anforderungen an Neubauten in vollem Umfang erfüllt.

---

### Angaben zum Vorhaben:

- **Gebäudetyp:** freistehendes Einfamilienhaus (EFH-180)
  - **Nutzung:** ausschließlich Wohnzwecke
  - **Standort:** Deutschland (Demo-Projekt)
  - **Berechnungsnormen:** GEG 2024, DIN V 18599, DIN EN ISO 6946
  - **Effizienzhaus-Standard:** KfW-Effizienzhaus 40
  - **Nachweisform:** Vorläufiger Energiebedarfsnachweis zur Antragstellung
- 

### Bestätigung:

Hiermit wird bestätigt, dass:

- die Anforderungen an den **Primärenergiebedarf** (§ 15 GEG)
- die Anforderungen an den **Transmissionswärmeverlust** (§ 16 GEG)
- die **Anforderungen an sommerlichen Wärmeschutz** (§ 14 GEG)
- die **Anforderungen an Wärmebrücken, Luftdichtheit und Feuchteschutz** (Anlage 2–5 GEG)

für das geplante Gebäude **eingehalten werden.**

---

## 10. Zusammenfassung

(Übersichtliche Bewertung des Projekts EFH-180 im Hinblick auf die energetischen Anforderungen)

---

### Projektüberblick

- **Gebäude:** Neubau eines freistehenden Einfamilienhauses
  - **Gesamte Wohnfläche:** ca. 150 m<sup>2</sup>
  - **Effizienzhaus-Standard:** KfW-Effizienzhaus 40
  - **Bauweise:** Holzrahmenkonstruktion mit ökologischer Dämmung
  - **Haustechnik:** Wärmepumpe, zentrale Lüftung mit WRG, Fußbodenheizung
- 

### Energetische Kenndaten (nach GEG 2024)

Kennwert	Ergebnis
Primärenergiebedarf (PEB)	ca. 44,2 kWh/m <sup>2</sup> ·a
Endenergiebedarf	ca. 36,8 kWh/m <sup>2</sup> ·a
Transmissionswärmeverlust HT'	ca. 0,21 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Energieeffizienzklasse	A+

---

### Bewertung nach KfW-Kriterien

- KfW-Förderfähigkeit als Effizienzhaus 40 gegeben
  - Einsatz erneuerbarer Energien (Wärmepumpe)
  - Erfüllung aller Anforderungen an Hülle, Technik, Sommer- und Feuchteschutz
  - Förderprogramme: KfW 261, optional KfW 297/298
-

## Gesamtfazit

Das geplante Gebäude EFH-180 erfüllt alle energetischen Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG 2024) und die Kriterien für die Förderung als **KfW-Effizienzhaus 40**. Die Kombination aus hochwertiger Gebäudehülle, effizienter Haustechnik und durchdachter Planung sichert einen niedrigen Energiebedarf, ein hohes Maß an Komfort sowie langfristige Betriebskostensparnis.

Der Energie-Nachweis eignet sich zur Vorlage bei:

- KfW und weiteren Förderstellen
- Kreditinstituten (z. B. Sparkasse, Volksbank)
- Architekten und Fachplanern
- Bauämtern im Rahmen des Bauantragsverfahrens



**BAU KLAR**

WIR RECHNEN. SIE BAUEN.

## Kapitel 11 - Anhang

---

### 11. Anhang - Berechnungen und grafische Darstellungen

In diesem Abschnitt sind die zentralen Nachweisgrafiken und Berechnungsauszüge beigefügt, um die rechnerischen Aussagen im Energie-Nachweis nachvollziehbar zu dokumentieren.

---



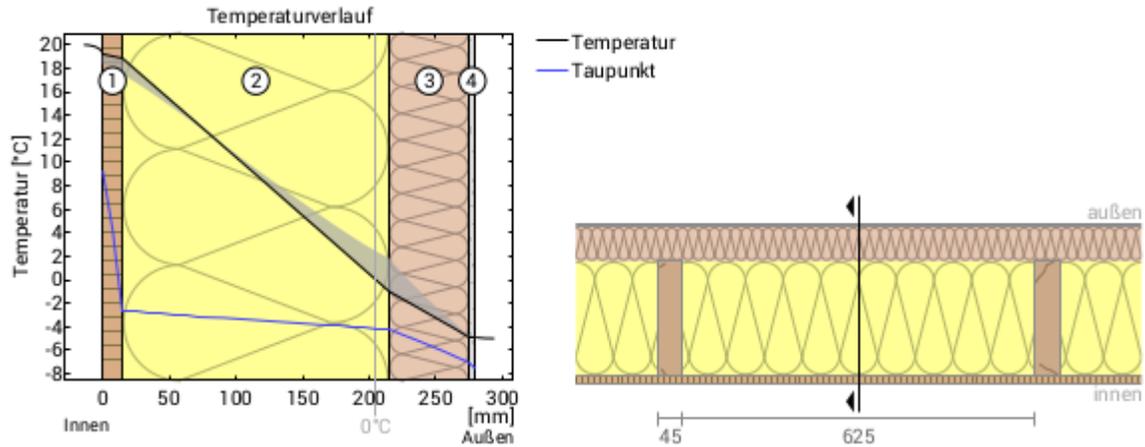
**BAU KLAR**

WIR RECHNEN. SIE BAUEN.

## 11.1 U-Wert-Berechnung - Außenwand (Holzrahmenbau)

Shtuco for DE KfW 40 V3,  $U=0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

### Temperaturverlauf



- ① OSB/3 (15 mm)                      ③ STEICOprotect H (60 mm)  
 ② Mineralwolle WLG032 (200 mm)    ④ Kalkgipsputz (5 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	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Temperatur [°C]		Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]
				min	max	
	Wärmeübergangswiderstand*					
1	1,5 cm OSB/3	0,130	0,115	18,4	20,0	9,3
2	20 cm Mineralwolle WLG032	0,032	6,250	-1,0	18,8	3,7
	20 cm Fichte (6,7%)	0,130	1,538	1,8	17,8	6,0
3	6 cm STEICOprotect H	0,050	1,200	-4,8	1,8	15,9
4	0,5 cm Kalkgipsputz	0,700	0,007	-4,9	-4,8	7,0
	Wärmeübergangswiderstand*					
	28 cm Gesamtes Bauteil		6,828	-5,0	-4,8	42,0

\*Wärmeübergangswiderstände gemäß DIN 4108-3 für Feuchteschutz und Temperaturverlauf. Die Werte für die U-Wert-Berechnung finden Sie auf der Seite 'U-Wert-Berechnung'.

Oberflächentemperatur innen (min / mittel / max): 18,4°C 19,1°C 19,2°C  
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -4,9°C -4,9°C -4,8°C

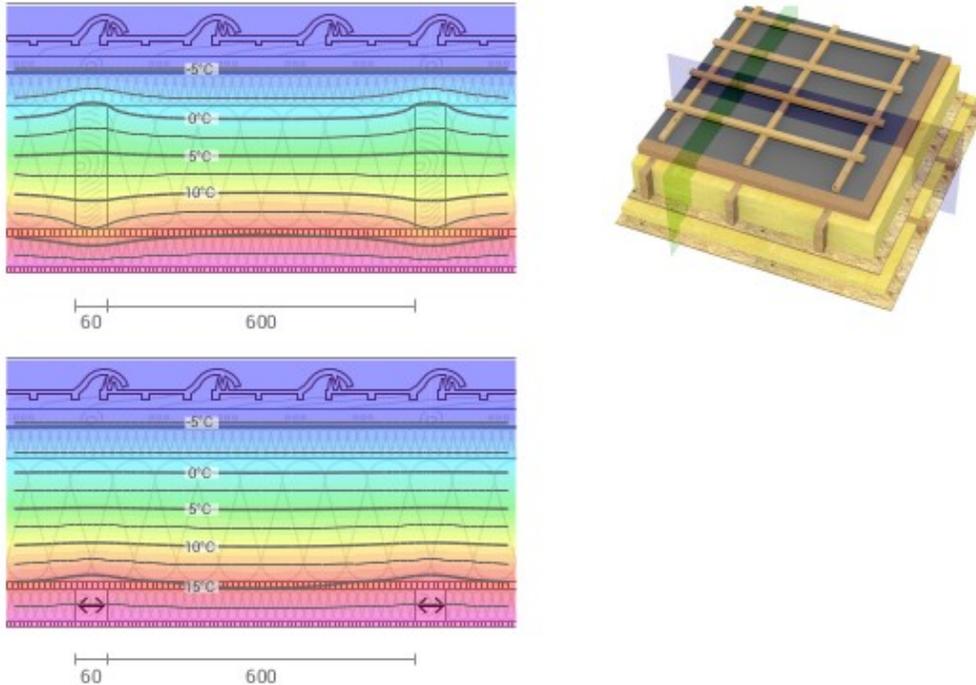
Quelle: Ubakus U-Wert-Rechner, Berechnung vom 17.03.2025

## 11.2 U-Wert-Berechnung - Dachaufbau mit Aufsparrendämmung

Quelle: Ubakus U-Wert-Rechner, Berechnung vom 11.04.2025

Dach KfW 40, U=0,10 W/(m²K)

### Temperaturverlauf



Links oben: Temperaturverlauf in der blauen Schnittenebene (siehe rechte Abbildung). Links unten: Temperaturverlauf in der grünen Schnittenebene.

### Schichten (von innen nach außen)

#	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatur [°C]		Gewicht [kg/m²]
				min	max	
	Wärmeübergangswiderstand*		0,250	19,2	20,0	
1	1,2 cm OSB/3	0,130	0,092	19,0	19,4	7,4
2	6 cm Mineralwolle WLG032	0,032	1,875	12,8	19,2	1,1
	6 cm Balken (9,1%)	0,130	0,462			2,5
3	1,5 cm OSB/3	0,130	0,115	12,3	14,9	9,3
4	24 cm Mineralwolle WLG032	0,032	7,500	-2,0	14,7	4,4
	24 cm Fichte (9,1%)	0,130	1,846	0,2	12,7	9,8
5	6 cm STEICOduo dry (bis/ up to 03-2025)	0,045	1,333	-4,9	0,3	10,8
6	0,05 cm Unterdeckbahn sd=0,1m	0,500	0,001	-4,9	-4,9	0,3
	Wärmeübergangswiderstand*		0,040	-5,0	-4,9	
7	3 cm Hinterlüftung (Außenluft)			-5,0	-5,0	0,0
8	10,3 cm Dachsteine inkl. Lattung			-5,0	-5,0	51,5
	52,05 cm Gesamtes Bauteil		9,536			97,1

\*Wärmeübergangswiderstände gemäß DIN 4108-3 für Feuchteschutz und Temperaturverlauf. Die Werte für die U-Wert-Berechnung finden Sie auf der Seite 'U-Wert-Berechnung'.

Oberflächentemperatur innen (min / mittel / max): 19,2°C 19,4°C 19,4°C  
 Oberflächentemperatur außen (min / mittel / max): -4,9°C -4,9°C -4,9°C

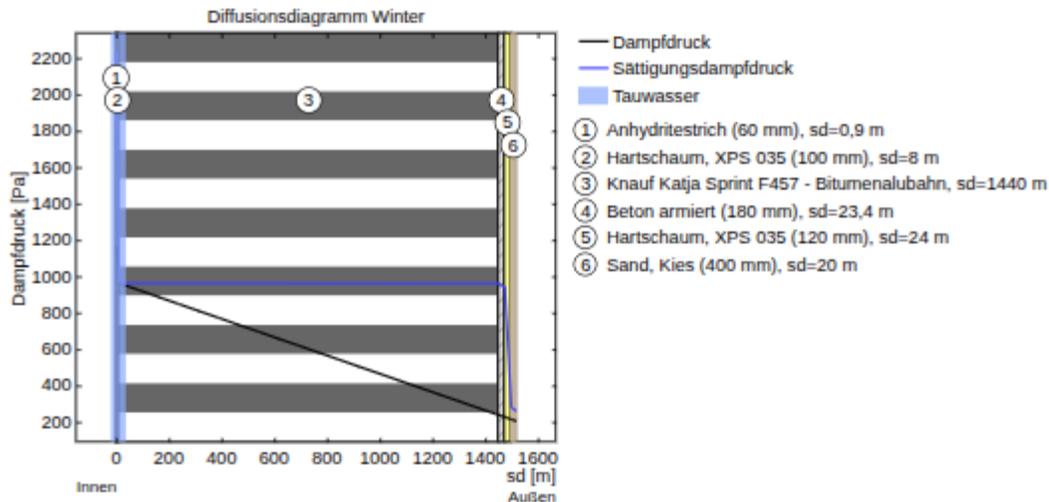
### 11.3 U-Wert- und Feuchteschutznachweis - Bodenplatte (XPS)

Quelle: Ubakus U-Wert-Rechner, Berechnung vom 02.05.2025

- Tauwasser: 8,7 g/m<sup>2</sup>
- Rücktrocknung: innerhalb 9 Tage
- Bewertung: zulässig nach DIN 4108-3

#### Tauperiode (Winter)

Randbedingungen	
Dampfdruck innen bei 20°C und 50% Luftfeuchtigkeit	$p_i = 1168 \text{ Pa}$
Dampfdruck außen bei -10°C und 80% Luftfeuchtigkeit	$p_e = 208 \text{ Pa}$
Dauer Tauperiode (60 Tage)	$t_c = 5184000 \text{ s}$
Wasserdampf-Diffusionsleitkoeffizient in ruhender Luft	$\delta_0 = 1.852E-10 \text{ kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$
sd-Wert (gesamtes Bauteil)	$s_{de} = 1.516,30 \text{ m}$



**Tauwasserebene  $c_1$ :** Schichtgrenze zwischen Hartschaum, XPS 035 und Knauf Katja Sprint F457 - Bitumenalubahn

bei  $s_{d_{c1}} = 8,90 \text{ m}$ ;  $p_{c1} = 966 \text{ Pa}$ ;  $x_1 = 16 \text{ cm}$

Für Schicht Hartschaum, XPS 035 wurde noch kein Wasseraufnahmekoeffizient hinterlegt. Es wird deshalb angenommen, dass mindestens eine Schicht nicht kapillar wasseraufnahmefähig ist.

Für Schicht Knauf Katja Sprint F457 - Bitumenalubahn wurde noch kein Wasseraufnahmekoeffizient hinterlegt. Es wird deshalb angenommen, dass mindestens eine Schicht nicht kapillar wasseraufnahmefähig ist.

$$\text{Tauwassermenge: } M_c = t_c \cdot \delta_0 \cdot ((p_i - p_{c1})/s_{d_{c1}} - (p_{c1} - p_e)/(s_{de} - s_{d_{c1}})) = 0,021 \text{ kg/m}^2$$

Die maximal erlaubte Tauwassermenge beträgt mindestens 0,5 kg/m<sup>2</sup>.

Tauwasser insgesamt:  $M_c = 0,021 \text{ kg/m}^2$

OK



BAU KLAR

WIR RECHNEN. SIE BAUEN.

## 11.4 Energieeffizienz-Klassifikation (Balkendiagramm)

Basierend auf Endenergiebedarf: 36,8 kWh/m<sup>2</sup>·a → Klasse A+

# Energieeffizienzklasse

Endenergiebedarf des Gebäudes  
**36,8 kWh/m<sup>2</sup>·a)**



Endenergiebedarf  
**44,2 kWh/m<sup>2</sup>·a)**

### Kontakt:

**Irakli Lomidze**

Founder & CEO

BauKlar.com / KOHI BG EOOD

E-Mail: [info@bauklar.com](mailto:info@bauklar.com)

Telefon: +49 1525 2467731

WhatsApp: +359 87 686 2165

Web: [www.bauklar.com](http://www.bauklar.com) | [www.kohi.bg](http://www.kohi.bg)

"WIR RECHNEN. SIE BAUEN."

—

*Hinweis: Diese Erfüllungserklärung wurde auf Grundlage der aktuellen Planungsunterlagen erstellt und dient der Vorlage bei Kreditinstituten und Förderstellen. Eine finale Bestätigung erfolgt ggf. nach Fertigstellung und Dokumentation der gebauten Ausführung.*



**BAU KLAR**

WIR RECHNEN. SIE BAUEN.