

**ENOTHERM**  
BAUPHYSIK

# BERICHT

## **Nachweis gemäß GEG 2024 (Erweiterung/Ausbau eines bestehenden Gebäudes) Index A**

<b>PROJEKT</b>	<b>E23-022</b> Sanierung und Erweiterung Karl-Brauckmann-Schule Karl-Brauckmann-Straße 5 59439 Holzwickede
<b>BAUHERR</b>	Kreis Unna Friedrich-Ebert-Platz 17 59425 Unna
<b>AUFTRAGGEBER</b>	Kreis Unna Friedrich-Ebert-Platz 17 59425 Unna
<b>BEARBEITUNG</b>	ENOTHERM GmbH – Niederlassung Dortmund Hauert 12 44227 Dortmund  Tel. 0231 / 725464 - 22  Mail: <a href="mailto:e.kahlke@enotherm.de">e.kahlke@enotherm.de</a> Projektleiter: Eva Kahlke, M.Sc. Arch.



## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Verwendete Software</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Nachweisergebnis</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Baukontrollen und Bescheinigungen</b>	<b>3</b>
4.1	Hinweis zu landesrechtlichen Regelungen	3
4.2	Umfang und Zeitpunkt	4
4.3	Beauftragung, Erfüllungserklärung und Konsequenz versäumter Baukontrollen	4
<b>5</b>	<b>Sommerlicher Wärmeschutznachweis</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Anlagentechnik (nachrichtlich)</b>	<b>5</b>
<b>7</b>	<b>Weitere Hinweise und Erläuterungen</b>	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>Zusatzanforderungen</b>	<b>8</b>

## **Anlage**

- Dokumentation der Bauteilaufbauten / des sommerlichen Wärmeschutznachweises
- Positionsplan / Zonenplan

## 1 Allgemeines

Auf den folgenden Seiten erfolgt ein Nachweis für die Erweiterung eines Nichtwohngebäudes gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG 2024).

Für Nichtwohngebäude ist gemäß GEG, § 51 bei der Erweiterung/dem Ausbau eines Gebäudes um beheizte oder gekühlte Räume nachzuweisen, dass die mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche der Außenbauteile der neu hinzukommenden beheizten oder gekühlten Räume das auf eine Nachkommastelle gerundete 1,25-fache der entsprechenden Werte gemäß GEG, Anlage 3 nicht überschreiten.

Index A: Anpassung Bauteilbezeichnungen

## 2 Verwendete Software

- ZUB Helena Ultra Version 7.150

## 3 Nachweisergebnis

Das vorliegende Bauvorhaben erfüllt die Anforderungen des GEG 2024 an die mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche wie folgt.

**Tabelle 3.1** Nachweis der Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten für Nichtwohngebäuden

Kennwert	Gebäude ( $U_{m,IST}$ )	Anforderungen GEG ( $1,25 \cdot U_{m,Ref}$ )
Mittlerer U-Wert der Außenbauteile, Raumsolltemperatur $\geq 19^\circ\text{C}$		
- opake Außenbauteile	0,14 W/(m <sup>2</sup> K)	0,4 W/(m <sup>2</sup> K)
- transparente Außenbauteile	1,00 W/(m <sup>2</sup> K)	1,9 W/(m <sup>2</sup> K)
- Vorhangfassaden	n.v.	1,9 W/(m <sup>2</sup> K)
- Glasdächer/Lichtbänder und Lichtkuppeln	0,99 W/(m <sup>2</sup> K)	3,1 W/(m <sup>2</sup> K)
Mittlerer U-Wert der Außenbauteile, Raumsolltemperatur $12^\circ\text{C}$ bis $< 19^\circ\text{C}$		
- opake Außenbauteile	n.v.	0,6 W/(m <sup>2</sup> K)
- transparente Außenbauteile	n.v.	3,5 W/(m <sup>2</sup> K)
- Vorhangfassaden	n.v.	3,8 W/(m <sup>2</sup> K)
- Glasdächer/Lichtbänder und Lichtkuppeln	n.v.	3,9 W/(m <sup>2</sup> K)

## 4 Baukontrollen und Bescheinigungen

### 4.1 Hinweis zu landesrechtlichen Regelungen

Für die Umsetzung des GEG sind die jeweiligen Durchführungsbestimmungen der einzelnen Bundesländer zu beachten.

Einige Bundesländer, wie z.B. Nordrhein-Westfalen und Hessen, fordern während der Bauausführung stichprobenhafte Kontrollen, dass die baulichen Anlagen und deren energietechnische Ausrüstungen entsprechend des GEG-Nachweises errichtet werden.

In NRW müssen diese Baukontrollen durch den staatlich anerkannten Sachverständigen, der die Nachweise aufgestellt oder geprüft hat, durchgeführt werden. Bei Gebäuden gemäß BauO NRW §68, Absatz 2 führt gemäß GEG UVO NRW §2, Absatz 3 der Ausstellungsberechtigte für Energieausweise gemäß GEG §88 die Baukontrollen durch.

#### **4.2 Umfang und Zeitpunkt**

In §2, GEG-UVO NRW ist die Rede von „stichprobenhaften Baukontrollen“. Der Plural impliziert, dass hierbei mehr als ein bzw. mindestens zwei Baustellentermine durchzuführen sind. Bei komplexen Gebäuden und je nach Baufortschritt können mehr Kontrolltermine notwendig werden. Ferner werden nicht alle energetisch relevanten Bestandteile von Gebäudehülle und Gebäudetechnik kontrolliert, sondern – im Sinne einer Stichprobe – die wichtigsten Aspekte. In diesem Sinne werden normalerweise z.B. die folgenden Dämmqualitäten in Augenschein genommen:

- Bodenplatte resp. Kellerdecke
- Außenwand
- Fenster
- Dach resp. oberste Geschossdecke

Ferner wird überprüft, ob der vorgesehene Sonnenschutz vorhanden ist.

Der verantwortliche Bauleiter trägt dafür Sorge, frühzeitig eine Terminabstimmung vorzunehmen, so dass die vorgenannten Aspekte vor Ort in Augenschein genommen werden können.

#### **4.3 Beauftragung, Erfüllungserklärung und Konsequenz versäumter Baukontrollen**

Wir bitten darauf zu achten, dass wir bei Forderung von Baukontrollen durch die landesspezifische Durchführungsbestimmung zum GEG zusätzlich für diese Baukontrollen beauftragt werden.

Gemäß GEG, §92 ist nach Fertigstellung des Gebäudes durch eine Erfüllungserklärung zu bescheinigen, dass die Anforderungen des GEG eingehalten werden.

Wurden Baukontrollen nicht oder nicht in dem erforderlichen Umfang vorgenommen, darf der Sachverständige keine Bescheinigung gemäß GEG-UVO NRW ausstellen. Die Ingenieurkammer NRW hat im Mai 2015 in einem Rundschreiben an die staatlich anerkannten Sachverständigen ausdrücklich darauf hingewiesen, dass ansonsten ein Pflichtverstoß nach §6, Absatz (1) SV-VO vorliegt. Haben stichprobenhafte Kontrollen nicht stattgefunden, ist vom Bauherrn in Abstimmung mit der Bauaufsicht festzulegen, welche Ersatzmaßnahmen erforderlich sind, um die Freigabe der Nutzung zu erreichen.

## 5 Sommerlicher Wärmeschutznachweis

Gemäß GEG, §51 sind bei Erweiterungen mit einer hinzukommenden zusammenhängenden Nutzfläche größer als 50 m<sup>2</sup> die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz gemäß GEG, § 14 einzuhalten. Die Nachweisführung erfolgt gemäß DIN 4108-2.

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes wurde teilweise mit dem Sonneneintragskennwerte-Verfahren gemäß DIN 4108-2 geführt und ist in der Anlage 1, Seiten 8 bis 13 dokumentiert. Hierbei wurde eine außenliegende Sonnenschutzvorrichtung mit einem Abminderungsfaktor  $F_c = 0,15$  angesetzt.

Ebenso wurde für bestimmte Raumtypen der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes durch eine thermische Gebäudesimulation geführt. Die Hinweise des Berichtes vom 19.11.2024 sind zu beachten.

Im Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes wurde für sämtliche Räume eine erhöhte Nachtlüftung mit  $n=2 \text{ h}^{-1}$  angesetzt. Die Lüftungsanlage ist hinsichtlich Ventilatorleistung und Verteilnetz so auszulegen, dass dieser Luftwechsel gewährleistet ist. Zu beachten ist, dass bei Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung eine Bypass-Schaltung vorhanden sein muss, da ansonsten durch die abgeführte warme Raumluft die Zuluft im Sommer vorerwärmt wird.

Im Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes wurde für das Gebäude eine passive Kühlung durch die vorgesehene Erdwärmepumpe angesetzt, welche hierfür mit einer entsprechenden Bypass-Schaltung ausgestattet sein muss.

## 6 Anlagentechnik (nachrichtlich)

Gemäß GEG, §51 ist bei der Erweiterung eines Gebäudes keine Darstellung der Anlagentechnik erforderlich. Da diese allerdings verändert wird und für die Erstellung des Energieausweises benötigt wird ist die geplante Anlagentechnik im Folgenden nachrichtlich beschrieben. Die energetische Bewertung dieser Anlagentechnik erfolgt innerhalb der Gesamtbilanzierung.

### Heizung

Bezeichnung	Erläuterung
Erzeugung	Geothermie (45%), Luft-Wasser-WP (40%), Gasbrennwertkessel (Spitzenlast, 15%)
Speicherung	Pufferspeicher
Verteilung	indirektes System mit Zweirohrnetz
Übergabe	Fußbodenheizung

### **Trinkwarmwasser**

Bezeichnung	Erläuterung
Erzeugung	Geothermie (45%), Luft-Wasser-WP (40%), Gasbrennwertkessel (Spitzenlast, 15%)
Speicherung	indirekt beheizter Trinkwasserspeicher
Verteilung	zentral, mit Zirkulation

### **Raumluftechnik – RLT-Anlage 1**

Bezeichnung	Erläuterung
Anlagentyp	RLT-Anlage für Zu- und Abluft
Technische Ausstattung	Wärmerückgewinner (WRG = 73%), Heizregister, Kühlregister
Übergabe	Klassenräume Neu, Besprechungsräume Neu, Büro Neu, sonst. Aufenthaltsräume Neu

### **Raumluftechnik – RLT-Anlage 2**

Bezeichnung	Erläuterung
Anlagentyp	RLT-Anlage für Zu- und Abluft
Technische Ausstattung	Wärmerückgewinner (WRG = 73%), Heizregister
Übergabe	Kantine Neu, WC/Sanitär Neu, Verkehrsfläche Neu, Lager/Technik Neu

### **Klima**

Bezeichnung	Erläuterung
Erzeugung	Passive Kühlung
Speicherung	Geothermie
Übergabe	Bauteilkühlung über FBH-System

### **Beleuchtung**

Bezeichnung	Erläuterung
Beleuchtungsart	direkt
Lampen	LED-Lampen
Präsenzerfassung	manuell

### **Photovoltaik-Anlagen**

Bezeichnung	Erläuterung
Aperturfläche	644,4 m <sup>2</sup>
Peakleistung	117,3 kW
Neigung und Ausrichtung	9 - 15°, mäßig belüftet; Orientierung Richtung Osten, Süden, Westen
Zelltyp	monokristallin

Hinweis: Strom aus Erneuerbaren Energien darf gemäß den Regelungen gemäß GEG, §23 auf den berechneten Endenergiebedarf angerechnet werden, sofern er im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang zu dem Gebäude erzeugt wird.

## **7 Weitere Hinweise und Erläuterungen**

Die Bauausführung ist gemäß des hiermit vorgelegten GEG-Nachweises vorzunehmen.

Etwaige nicht aufgeführte Details bzw. Bauteile sind entsprechend den anerkannten Regeln der Bautechnik zu erstellen.

Bei Unstimmigkeiten ist sofort Rücksprache mit dem Aufsteller der bauphysikalischen Nachweise zu halten.

Sollen im Rahmen der Bauausführung einzelne wärmeschutzrelevante Komponenten anders als im Rahmen des hiermit vorgelegten Nachweises beschrieben ausgeführt werden, so ist dies dem Aufsteller des GEG-Nachweises rechtzeitig anzuzeigen, damit die daraus resultierenden Konsequenzen im Vorfeld besprochen und berücksichtigt werden können.

In der Bauphase ist darauf zu achten, dass bei nur partieller Fertigstellung einzelner Bauteilaufbauten keine bauphysikalisch induzierten Schäden auftreten können. Insbesondere ist auf die Abdichtung feuchtebeanspruchter Flächen zu achten. Ferner sind Luftdichtheitsschichten und Dampfbremsen

möglichst zügig auszuführen. Beispiel: In eine Dachkonstruktion ohne raumseitige Dampfbremse kann bei erhöhter Baufeuchte im Winter während der Bauphase eine erhebliche Menge Feuchte eindringen.

Beim Einbau von Dämmstoffen ist zu beachten, dass diese neben der obligatorischen CE-Kennzeichnung auch eine Kennzeichnung hinsichtlich des Einsatzgebiets aufweisen müssen. In der Regel ist diese eine Codierung gemäß DIN 4108-10. Im Rahmen von Baukontrollen sind oftmals die CE-Kennzeichnung und die Kennzeichnung des Einsatzgebietes nicht mehr zu prüfen, da die Aufkleber der Dämmstoffpakete nicht (mehr) verfügbar sind. Es liegt in der Verantwortung des zuständigen Bauleiters, beide Kennzeichnungen vor Einbau zu überprüfen. Hinsichtlich des Einsatzgebiets und eventueller Anwendungseinschränkungen sind darüber hinaus die Inhalte einer eventuell vorhandenen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zu beachten.

Für Bauprodukte (Wärmedämmstoffe etc.) wird im Rahmen der Produktkennzeichnung häufig ein Nennwert der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_D$  angegeben. Für die Berechnung des Wärmeschutzes und der Energie-Einsparung in Gebäuden sind jedoch Bemessungswerte (siehe auch DIN 4108-4) zu verwenden. Diese berücksichtigen unter anderem Einflüsse der Temperatur, des Ausgleichsfeuchtegehalts sowie Schwankungen der Stoffeigenschaften und Alterung der Produkte. Diese werden im Allgemeinen mit  $\lambda$  oder  $\lambda_B$  bezeichnet. Die bei den im Anhang dokumentierten Bauteilaufbauten genannten Wärmeleitfähigkeiten sind in diesem Sinne als Bemessungswerte zu verstehen. Bei Ausschreibung, Vergabe und Ausführung ist auf eine mindestens gleichwertige Qualität zu achten.

Bauteil DA\_f\_01, DA\_f\_02, DA\_s\_03 sowie DA\_f\_05 (Gründach) - Um eine Tauwasserbildung sowohl im Winter als auch im Sommer zu vermeiden, ist darauf zu achten, dass eine Dampfsperre mit einem Dampfdiffusionswert  $s_d$ -Wert von 1.500 m zwischen der raumseitigen Holzschalung bzw. unterhalb der Wärmedämmung vorgesehen wird und als Dachabdichtung Material mit einem  $s_d$ -Wert  $\geq 100$  m vorgesehen wird. Andernfalls wird der Nachweis über eine Simulation notwendig.

Bauteil DA\_s\_03 Kalzip-Dach: Der  $s_d$ -Wert der Bedachung wird seitens des Herstellers nachgewiesen und gewährleistet.

Aus bauphysikalischer Sicht ist ein hinterlüfteter Dachaufbau aufgrund kontinuierlicher Feuchteabfuhr robuster und vorzuziehen.

## 8 Zusatzanforderungen

Gemäß GEG, §§ 61-62 müssen Zentralheizungen beim Einbau in Gebäude mit zentralen selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur Verringerung und Abschaltung der Wärmezufuhr sowie zur Ein- und Ausschaltung elektrischer Antriebe in Abhängigkeit von der Außentemperatur oder einer anderen geeigneten Führungsgröße und der Zeit ausgestattet werden. Soweit die in Satz 1 geforderten Ausstattungen bei bestehenden Gebäuden nicht vorhanden sind, muss der Eigentümer sie bis zum 30.09.2021 nachrüsten. Bei Wasserheizungen, die ohne Wärmeüberträger an eine Nah- oder Fernwärmeversorgung angeschlossen sind, gilt Satz 1 hinsichtlich der Verringerung und Abschaltung der Wärmezufuhr auch ohne entsprechende Einrichtungen in den Haus- und Kundenanlagen als eingehalten,



wenn die Vorlauftemperatur des Nah- oder Fernwärmenetzes in Abhängigkeit von der Außentemperatur und der Zeit durch entsprechende Einrichtungen in der zentralen Erzeugungsanlage geregelt wird.

Gemäß GEG, § 63 müssen heizungstechnische Anlagen mit Wasser als Wärmeträger beim Einbau in Gebäude mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur raumweisen Regelung der Raumtemperatur ausgestattet werden. Von dieser Pflicht ausgenommen sind Fußbodenheizungen in Räumen mit weniger als sechs Quadratmetern Nutzfläche. Satz 1 gilt nicht für Einzelheizgeräte, die zum Betrieb mit festen oder flüssigen Brennstoffen eingerichtet sind. Mit Ausnahme von Wohngebäuden ist für Gruppen von Räumen gleicher Art und Nutzung eine Gruppenregelung zulässig. Fußbodenheizungen in Gebäuden, die vor dem 1. Februar 2002 errichtet worden sind, dürfen abweichend von Satz 1 mit Einrichtungen zur raumweisen Anpassung der Wärmeleistung an die Heizlast ausgestattet werden. Soweit die in Satz 1 geforderte Ausstattung bei bestehenden Gebäuden nicht vorhanden ist, muss der Eigentümer sie nachrüsten.

Gemäß GEG, § 64 ist eine Umwälzpumpe in einem Heizkreis mit mehr als 25 kW Nennleistung so auszustatten, dass die elektrische Leistungsaufnahme dem betriebsbedingten Förderbedarf selbstständig in mindestens drei Stufen angepasst wird, soweit die Betriebssicherheit des Heizkessels dem nicht entgegensteht.

Gemäß GEG, § 64 muss eine Zirkulationspumpe beim Einbau in eine Warmwasseranlage mit einer selbsttätig wirkenden Einrichtung zur Ein- und Ausschaltung ausgestattet werden. Die Trinkwasserverordnung bleibt unberührt.

Gemäß GEG, § 69 ist beim erstmaligen Einbau und bei der Ersetzung von Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen deren Wärmeabgabe gemäß GEG, Anlage 8 zu begrenzen.

Gemäß GEG, § 70 ist beim erstmaligen Einbau und bei der Ersetzung von Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen, die zu Klimaanlage oder sonstigen Anlagen der Raumlufttechnik im Sinne von GEG § 65 Satz 1 gehören, deren Wärmeaufnahme gemäß GEG, Anlage 8 zu begrenzen.

Wird in Rahmen der Erweiterung/des Ausbaus eine Heizungsanlage neu eingebaut oder eine bestehende Heizungsanlage ersetzt, sind die Pflichten zur Nutzung erneuerbarer Energien gemäß GEG § 71ff zu beachten.

Wird in einem Gebäude eine Klimaanlage mit mehr als 12 kW Nennleistung eingebaut, so sind GEG §§ 74-78 bezüglich der erforderlichen energetischen Inspektion zu beachten.



**ENOTHERM**  
BAUPHYSIK

Nachweis gemäß GEG 2024 (Erweiterung/Ausbau)

---

## Aufgestellt

### Eva Kahlke

M. Sc. Arch. // Projektleiterin  
Telefon 0231 725464-22  
Mobil 0160 96242288  
E-Mail e.kahlke@enotherm.de



### Kai Schild

Prof. Dr.-Ing. habil. // Geschäftsführer-Gesellschafter

Staatlich anerkannter Sachverständiger für Schall- und Wärmeschutz  
Energieeffizienzexperte für die Förderprogramme der KfW-Bankengruppe

# ANLAGE

- Dokumentation der Bauteilaufbauten / des sommerlichen Wärmeschutznachweises
- Positionsplan / Zonenplan



## Inhaltsverzeichnis

Allgemein	2
Nachweisergebnisse	2
Gebäudedaten	3
Bautechnik	4
Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2	4
Sommerlicher Wärmeschutz	8
Übersicht der verwendeten Konstruktionen	14
Verwendete Konstruktionen	15
Fenstertypen	35
Türen	36

# Allgemein

## Nachweisergebnisse

**Projekt:** Anlage 1 Erweiterung, Karl-Brauckmann-Straße 5, 59439 Holzwickede

**Berechnung:** Nichtwohngebäude nach GEG 2024, Verfahren nach DIN V 18599:2018, Ausbau oder Erweiterung

**Die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes 2024 sind erfüllt.**

Mittlere U-Werte [W/(m²K)]	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert
Opake Außenbauteile ( $\geq 19\text{ °C}$ )	0,14	0,4	35,0 %
Transparente Außenbauteile ( $\geq 19\text{ °C}$ )	1,0	1,9	52,6 %
Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln ( $\geq 19\text{ °C}$ )	0,99	3,1	31,9 %

Die jährlichen Treibhausgasemissionen (äquivalente CO<sub>2</sub>-Emissionen) nach GEG Anlage 9 betragen:  
 0,0 kg/(m²a).

**Die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2 werden eingehalten.**  
**Nachgewiesene Räume:**

Raum (Nachweis: vereinfachtes Verfahren)	Vorhandener Sonneneintragskennwert	Zulässiger Sonneneintragskennwert
Marktplatz - Wintergarten	<b>0,038 (zulässig)</b>	0,056
Klassenraum 01 Süd	<b>0,031 (zulässig)</b>	0,074
Förderraum 01 + 02	<b>0,031 (zulässig)</b>	0,069
Therapie	<b>0,034 (zulässig)</b>	0,045
Musikraum	<b>0,035 (zulässig)</b>	0,044

## Gebäudedaten

### Geometrie

Nettovolumen V	4.476,9 m <sup>3</sup>
Nettogrundfläche A <sub>NGF</sub>	1.422,3 m <sup>2</sup>
Thermische Hüllfläche	4.692,4 m <sup>2</sup>
Geschosshöhe [m]	4,10
vereinfachte Ermittlung der charakteristischen Maße:	
Heizung (Gebäudegruppe 2)	
charakteristische Breite	17,86 m
charakteristische Länge	66,15 m
Trinkwarmwasser (Gebäudegruppe 3)	
charakteristische Breite	23,31 m
charakteristische Länge	54,21 m

Anmerkung: Flächen- und Volumenangaben beziehen sich lediglich auf thermisch konditionierte Zonen.

### Unterer Gebäudeabschluss

Bodenbeschaffenheit	Sand oder Kies
Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ [W/(m·K)]	2,0 (Standardwert)
Wärmekapazität $\rho_c$ [J/m <sup>3</sup> ·K]	2.000.000 (Standardwert)
mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe [m/s]	3,0
Lage Windabschirmung	mittel
Windabschirmfaktor $f_w$ [-]	0,05 (Standardwert)
Einfluss von fließendem Grundwasser berücksichtigen	nein

# Bautechnik

## Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2

### Bauteile

#### 1 - Klassenraum Neu

Bezeichnung	Anforderung erfüllt	Wärmedurchlasswiderstand [m²K/W]		Bauteilart
		Ist-Wert	Mindestwert	
BO1_sog Bodenplatte	ja	6,76	0,90	gegen Erdreich
DE01 Decke an Keller	ja	6,77	0,90	Luftraum über Erdreich
AW2 Außenwand 16 N im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW1 Außenwand 20 N im Gefach:	ja	10,30 11,65	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 N im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 O im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 O im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 O im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW1 Außenwand 20 S im Gefach:	ja	10,30 11,65	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW1 Außenwand 20 S im Gefach:	ja	10,30 11,65	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW1 Außenwand 20 W im Gefach:	ja	10,30 11,65	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 W im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 W im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
DA3_s Pultdach Neu S	ja	7,80	1,20	
DA3_s Pultdach Neu W	ja	7,80	1,20	
DA5_f Flachdach Neu B+C	ja	9,10	1,20	

#### 2 - Besprechung Neu

Bezeichnung	Anforderung erfüllt	Wärmedurchlasswiderstand [m²K/W]		Bauteilart
		Ist-Wert	Mindestwert	
BO1_sog Bodenplatte	ja	6,76	0,90	gegen Erdreich
AW2 Außenwand 16 O im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 W im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil



Bezeichnung	Anforderung erfüllt	Wärmedurchlasswiderstand [m²K/W]		Bauteilart
		Ist-Wert	Mindestwert	
DA3_s Pulldach Neu W	ja	7,80	1,20	

### 3 - Büro Neu

Bezeichnung	Anforderung erfüllt	Wärmedurchlasswiderstand [m²K/W]		Bauteilart
		Ist-Wert	Mindestwert	
BO1_sog Bodenplatte	ja	6,76	0,90	gegen Erdreich
AW2 Außenwand 16 O im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 N im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 W im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
DA3_s Pulldach Neu W	ja	7,80	1,20	

### 4 - Kantine Neu

Bezeichnung	Anforderung erfüllt	Wärmedurchlasswiderstand [m²K/W]		Bauteilart
		Ist-Wert	Mindestwert	
BO1_sog Bodenplatte	ja	6,76	0,90	gegen Erdreich
AW2 Außenwand 16 N im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 O im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 S im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 W im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
DA3_s Pulldach Neu S	ja	7,80	1,20	
DA2_f Flachdach Neu A	ja	7,80	1,20	

### 5 - WC / Sanitär Neu

Bezeichnung	Anforderung erfüllt	Wärmedurchlasswiderstand [m²K/W]		Bauteilart
		Ist-Wert	Mindestwert	
BO1_sog Bodenplatte	ja	6,76	0,90	gegen Erdreich
AW2 Außenwand 16 O im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 W im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
DA2_f Flachdach Neu A	ja	7,80	1,20	

## 6 - Verkehrsfläche Neu

Bezeichnung	Anforderung erfüllt	Wärmedurchlasswiderstand [m²K/W]		Bauteilart
		Ist-Wert	Mindestwert	
BO1_sog Bodenplatte	ja	6,76	0,90	gegen Erdreich
AW2 Außenwand 16 N im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 N im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 S im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 W im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 N (Wintergarten) im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 O (Wintergarten) im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 W im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
DA2_f Flachdach Neu A	ja	7,80	1,20	
DA4_s Wintergarten (opak)	ja	2,30	1,75	leichtes Bauteil
DA5_f Flachdach Neu B+C	ja	9,10	1,20	

## 7 - sonst. Aufenthaltsräume Neu

Bezeichnung	Anforderung erfüllt	Wärmedurchlasswiderstand [m²K/W]		Bauteilart
		Ist-Wert	Mindestwert	
BO1_sog Bodenplatte	ja	6,76	0,90	gegen Erdreich
AW2 Außenwand 16 O im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 O im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW1 Außenwand 20 S im Gefach:	ja	10,30 11,65	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 S im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 W im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 W im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 W im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
DA1_f Flachdach Sanierung	ja	7,60	1,20	
DA2_f Flachdach Neu A	ja	7,80	1,20	
DA3_s Pultdach Neu S	ja	7,80	1,20	
BO4_sog Bodenplatte Bestand	ja	1,91	0,90	gegen Erdreich

Bezeichnung	Anforderung erfüllt	Wärmedurchlasswiderstand [m²K/W]		Bauteilart
		Ist-Wert	Mindestwert	
BO7_sog Bodenplatte Bestand rd. WD	nein	0,71	0,90	gegen Erdreich

## 8 - Lager/Technik Neu

Bezeichnung	Anforderung erfüllt	Wärmedurchlasswiderstand [m²K/W]		Bauteilart
		Ist-Wert	Mindestwert	
BO1_sog Bodenplatte	ja	6,76	0,90	gegen Erdreich
DE01 Decke zu Keller	ja	6,77	0,90	Luftraum über Erdreich
AW2 Außenwand 16 N im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 N im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 O im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
AW2 Außenwand 16 W im Gefach:	ja	9,40 10,40	1,75 1,75	leichtes Bauteil
DA2_f Flachdach Neu A	ja	7,80	1,20	
DA5_f Flachdach Neu B+C	ja	9,10	1,20	

## Sommerlicher Wärmeschutz

Nachweis des nach GEG für zu errichtende Gebäude einzuhaltenden sommerlichen Wärmeschutzes.  
 Grundlage des Nachweises ist DIN 4108-2:2013-02, Abschnitt 8.

### Übersicht der Räume

Raum	A <sub>NGF</sub> [m²]	Vorhandener Sonneneintragskennwert	Zulässiger Sonneneintragskennwert
Marktplatz - Wintergarten	95,71	<b>0,038 (zulässig)</b>	0,056
Klassenraum 01 Süd	39,56	<b>0,031 (zulässig)</b>	0,074
Förderraum 01 + 02	77,84	<b>0,031 (zulässig)</b>	0,069
Therapie	26,73	<b>0,034 (zulässig)</b>	0,045
Musikraum	39,95	<b>0,035 (zulässig)</b>	0,044

### Raum: Marktplatz - Wintergarten

Klimaregion	Klimaregion C
Grundfläche A <sub>G</sub>	95,7 m²
Bauweise	leicht - ohne Nachweis von C <sub>wirk</sub> /A <sub>G</sub>
Nachtlüftung	erhöhte Nachtlüftung mit n ≥ 2/h
Einsatz passiver Kühlung	ja

### Fenster

Nr.	Name	Gesamtfläche	Ausrichtung	verschattet	Sonnenschutz	F <sub>c</sub>	g-Wert
1	Fenster Ost	32,6 m²	Ost	nein	Sonnenschutzvorrichtung 1 - Raffstore	0,15	0,50
2	Fenster Nord	8,1 m²	Nord	nein	Sonnenschutzvorrichtung 1 - Raffstore	0,15	0,50
3	Fenster Süd	8,1 m²	Süd	nein	Sonnenschutzvorrichtung 1 - Raffstore	0,15	0,50

Sonneneintragskennwert: **0,038** Zulässig: **0,056**

**Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.**

## Bestimmung des zulässigen Höchstwertes des Sonneneintragskennwertes

Zeile		anteiliger Sonneneintragskennwert $S_x$
S <sub>1</sub>	Nichtwohngebäude in Klimaregion C, erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$ , Bauart: leicht	0,048
S <sub>2</sub>	Nichtwohngebäude: $a = 0,030$ , $b = 0,115$	$a - b \cdot f_{WG} = -0,029$
S <sub>5</sub>	Orientierung: Nord-, Nordost- und Nordwest-orientierte Fenster, soweit die Neigung gegenüber der Horizontalen $> 60^\circ$ ist sowie Fenster, die dauernd vom Gebäude selbst verschattet sind	$0,10 \cdot f_{nord} = 0,017$
S <sub>6</sub>	Einsatz passiver Kühlung bei leichter Bauart	0,02
<b>Summe</b>		$S_{zul} = \sum S_x = \mathbf{0,056}$

Hierbei ist  $f_{WG} = A_W / A_G = 48,8 / 95,7 = 0,51$  und  $f_{nord} = A_{W,nord} / A_{W,gesamt} = 8,1 / 48,8 = 0,17$ .

## Detaillierte Ermittlung des Sonneneintragskennwertes

Fenster	$A_w$ [m <sup>2</sup> ]	g	$F_c$	$A_w \cdot g \cdot F_c$ [m <sup>2</sup> ]
Fenster Ost	32,6	0,50	0,15	2,45
Fenster Nord	8,1	0,50	0,15	0,61
Fenster Süd	8,1	0,50	0,15	0,61
<b>Summe</b>				<b>3,66</b>

Aus  $S_{vorh} = \sum_i (A_{w,i} \cdot g_{total,i}) / A_G$  und  $A_G = 95,7 \text{ m}^2$  ergibt sich:  $S_{vorh} = 3,66 / 95,7 = 0,038$ .

## Raum: Klassenraum 01 Süd

Klimaregion	Klimaregion C
Grundfläche $A_G$	39,6 m <sup>2</sup>
Bauweise	leicht - ohne Nachweis von $C_{wirk}/A_G$
Nachtlüftung	erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$
Einsatz passiver Kühlung	ja

### Fenster

Nr.	Name	Gesamtfläche	Ausrichtung	verschattet	Sonnenschutz	$F_c$	g-Wert
1	Fenster Süd	8,5 m <sup>2</sup>	Süd	nein	Sonnenschutzvorrichtung 1 - Raffstore	0,15	0,50
2	Fenstertür Süd	4,1 m <sup>2</sup>	Süd	nein	Sonnenschutzvorrichtung 1 - Raffstore	0,15	0,50
3	Oberlichter Nord	3,9 m <sup>2</sup>	Nord	nein	Sonnenschutzvorrichtung 1 - Raffstore	0,15	0,50

Sonneneintragskennwert: **0,031** Zulässig: **0,074**

**Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.**

## Bestimmung des zulässigen Höchstwertes des Sonneneintragskennwertes

Zeile		anteiliger Sonneneintragskennwert $S_x$
S <sub>1</sub>	Nichtwohngebäude in Klimaregion C, erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$ , Bauart: leicht	0,048
S <sub>2</sub>	Nichtwohngebäude: $a = 0,030$ , $b = 0,115$	$a - b \cdot f_{WG} = -0,018$
S <sub>5</sub>	Orientierung: Nord-, Nordost- und Nordwest-orientierte Fenster, soweit die Neigung gegenüber der Horizontalen $> 60^\circ$ ist sowie Fenster, die dauernd vom Gebäude selbst verschattet sind	$0,10 \cdot f_{nord} = 0,024$
S <sub>6</sub>	Einsatz passiver Kühlung bei leichter Bauart	0,02
<b>Summe</b>		$S_{zul} = \sum S_x = \mathbf{0,074}$

Hierbei ist  $f_{WG} = A_W / A_G = 16,5 / 39,6 = 0,42$  und  $f_{nord} = A_{W,nord} / A_{W,gesamt} = 3,9 / 16,5 = 0,24$ .

## Detaillierte Ermittlung des Sonneneintragskennwertes

Fenster	$A_w$ [m <sup>2</sup> ]	g	$F_c$	$A_w \cdot g \cdot F_c$ [m <sup>2</sup> ]
Fenster Süd	8,5	0,50	0,15	0,64
Fenstertür Süd	4,1	0,50	0,15	0,30
Oberlichter Nord	3,9	0,50	0,15	0,30
<b>Summe</b>				<b>1,24</b>

Aus  $S_{vorh} = \sum_i (A_{w,i} \cdot g_{total,i}) / A_G$  und  $A_G = 39,6 \text{ m}^2$  ergibt sich:  $S_{vorh} = 1,24 / 39,6 = 0,031$ .

## Raum: Förderraum 01 + 02

Klimaregion	Klimaregion C
Grundfläche $A_G$	77,8 m <sup>2</sup>
Bauweise	leicht - ohne Nachweis von $C_{wirk}/A_G$
Nachtlüftung	erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$
Einsatz passiver Kühlung	ja

### Fenster

Nr.	Name	Gesamtfläche	Ausrichtung	verschattet	Sonnenschutz	$F_c$	g-Wert
1	Fenster West	13,7 m <sup>2</sup>	West	nein	Sonnenschutzvorrichtung 1 - Raffstore	0,15	0,50
2	Fenster Süd	8,6 m <sup>2</sup>	Süd	nein	Sonnenschutzvorrichtung 1 - Raffstore	0,15	0,50
3	Fenstertür	4,1 m <sup>2</sup>	Süd	nein	Sonnenschutzvorrichtung 1 - Raffstore	0,15	0,50
4	Oberlichter Nord	5,9 m <sup>2</sup>	Nord	nein	Sonnenschutzvorrichtung 1 - Raffstore	0,15	0,50

Sonneneintragskennwert: **0,031** Zulässig: **0,069**

**Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.**

## Bestimmung des zulässigen Höchstwertes des Sonneneintragskennwertes

Zeile		anteiliger Sonneneintragskennwert $S_x$
S <sub>1</sub>	Nichtwohngebäude in Klimaregion C, erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$ , Bauart: leicht	0,048
S <sub>2</sub>	Nichtwohngebäude: $a = 0,030$ , $b = 0,115$	$a - b \cdot f_{WG} = -0,018$
S <sub>5</sub>	Orientierung: Nord-, Nordost- und Nordwest-orientierte Fenster, soweit die Neigung gegenüber der Horizontalen $> 60^\circ$ ist sowie Fenster, die dauernd vom Gebäude selbst verschattet sind	$0,10 \cdot f_{nord} = 0,018$
S <sub>6</sub>	Einsatz passiver Kühlung bei leichter Bauart	0,02
<b>Summe</b>		$S_{zul} = \sum S_x = \mathbf{0,069}$

Hierbei ist  $f_{WG} = A_W / A_G = 32,3 / 77,8 = 0,42$  und  $f_{nord} = A_{W,nord} / A_{W,gesamt} = 5,9 / 32,3 = 0,18$ .

## Detaillierte Ermittlung des Sonneneintragskennwertes

Fenster	$A_w$ [m <sup>2</sup> ]	g	$F_c$	$A_w \cdot g \cdot F_c$ [m <sup>2</sup> ]
Fenster West	13,7	0,50	0,15	1,03
Fenster Süd	8,6	0,50	0,15	0,64
Fenstertür	4,1	0,50	0,15	0,31
Oberlichter Nord	5,9	0,50	0,15	0,44
<b>Summe</b>				<b>2,42</b>

Aus  $S_{vorh} = \sum_i (A_{w,i} \cdot g_{total,i}) / A_G$  und  $A_G = 77,8 \text{ m}^2$  ergibt sich:  $S_{vorh} = 2,42 / 77,8 = 0,031$ .

## Raum: Therapie

Klimaregion	Klimaregion C
Grundfläche $A_G$	26,7 m <sup>2</sup>
Bauweise	leicht - ohne Nachweis von $C_{wirk}/A_G$
Nachtlüftung	erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$
Einsatz passiver Kühlung	ja

### Fenster

Nr.	Name	Gesamt- fläche	Aus- richtung	ver- schattet	Sonnenschutz	$F_c$	g- Wert
1	Fenster Süd	12,2 m <sup>2</sup>	Süd	nein	Sonnenschutzvorrichtung 1 - Raffstore	0,15	0,50

Sonneneintragskennwert: **0,034** Zulässig: **0,045**

Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.

## Bestimmung des zulässigen Höchstwertes des Sonneneintragskennwertes

Zeile		anteiliger Sonneneintragskennwert $S_x$
$S_1$	Nichtwohngebäude in Klimaregion C, erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$ , Bauart: leicht	0,048
$S_2$	Nichtwohngebäude: $a = 0,030$ , $b = 0,115$	$a - b \cdot f_{WG} = -0,023$
$S_6$	Einsatz passiver Kühlung bei leichter Bauart	0,02
<b>Summe</b>		$S_{zul} = \sum S_x = \mathbf{0,045}$

Hierbei ist  $f_{WG} = A_W / A_G = 12,2 / 26,7 = 0,46$ .

## Detaillierte Ermittlung des Sonneneintragskennwertes

Fenster	$A_w$ [m <sup>2</sup> ]	g	$F_c$	$A_w \cdot g \cdot F_c$ [m <sup>2</sup> ]
Fenster Süd	12,2	0,50	0,15	0,92
<b>Summe</b>				<b>0,92</b>

Aus  $S_{vorh} = \sum_i (A_{w,i} \cdot g_{total,i}) / A_G$  und  $A_G = 26,7 \text{ m}^2$  ergibt sich:  $S_{vorh} = 0,92 / 26,7 = 0,034$ .

## Raum: Musikraum

Klimaregion	Klimaregion C
Grundfläche $A_G$	40,0 m <sup>2</sup>
Bauweise	leicht - ohne Nachweis von $C_{wirk}/A_G$
Nachtlüftung	erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$
Einsatz passiver Kühlung	ja

### Fenster

Nr.	Name	Gesamt- fläche	Aus- richtung	ver- schattet	Sonnenschutz	$F_c$	g- Wert
1	Fenster Süd	18,7 m <sup>2</sup>	Süd	nein	Sonnenschutzvorrichtung 1 - Raffstore	0,15	0,50

Sonneneintragskennwert: **0,035** Zulässig: **0,044**

Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.

## Bestimmung des zulässigen Höchstwertes des Sonneneintragskennwertes

Zeile		anteiliger Sonneneintragskennwert $S_x$
$S_1$	Nichtwohngebäude in Klimaregion C, erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$ , Bauart: leicht	0,048
$S_2$	Nichtwohngebäude: $a = 0,030$ , $b = 0,115$	$a - b \cdot f_{WG} = -0,024$
$S_6$	Einsatz passiver Kühlung bei leichter Bauart	0,02
<b>Summe</b>		$S_{zul} = \sum S_x = \mathbf{0,044}$



Hierbei ist  $f_{WG} = A_W / A_G = 18,7 / 40,0 = 0,47$ .

### Detaillierte Ermittlung des Sonneneintragskennwertes

Fenster	$A_w$ [m <sup>2</sup> ]	g	$F_c$	$A_w \cdot g \cdot F_c$ [m <sup>2</sup> ]
Fenster Süd	18,7	0,50	0,15	1,40
<b>Summe</b>				<b>1,40</b>

Aus  $S_{\text{vorh}} = \sum_i (A_{w,i} \cdot g_{\text{total},i}) / A_G$  und  $A_G = 40,0 \text{ m}^2$  ergibt sich:  $S_{\text{vorh}} = 1,40 / 40,0 = 0,035$ .

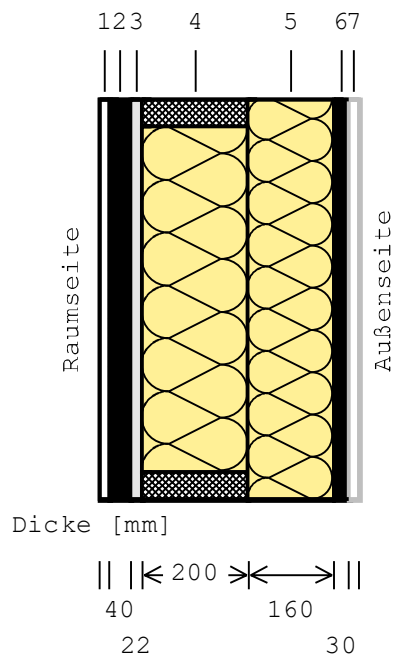
## Übersicht der verwendeten Konstruktionen

Bezeichnung	U-Wert [W/(m²K)]	R <sub>si</sub> / R <sub>se</sub>	Dicke [cm]	Anzahl Bauteile	Fläche [m²]
AW_01 - Außenwand Ständerwerk 200 mm	0,175	0,13 / 0,04	47,3	5	109,7
AW_02 - Außenwand Ständerwerk 160 mm	0,185	0,13 / 0,04	43,3	35	661,0
DA_f_01 Flachdach Bestand massiv Gründach	0,129	0,10 / 0,04	48,2	1	268,0
DA_f_02 Flachdach neu (Gebäude A) Gründach	0,126	0,10 / 0,04	34,2	5	410,2
DA_s_03 Pultdach Neu	0,126	0,10 / 0,04	33,7	6	653,8
DA_f_05 Neu (Gebäude B+C) Gründach	0,109	0,10 / 0,04	50,7	3	260,2
DA_s / F4 opakes Paneel Wintergarten	0,412	0,10 / 0,04	8,1	1	0,0
BO_sop_01 Neu Bodenplatte auf Erdreich	0,144	0,17 / 0,00	49,4	8	1.405,2
BO_sop_04 Bodenplatte Bestand	0,480	0,17 / 0,00	28,8	1	10,0
BO_sop_07 Bodenplatte Bestand (red. WD)	1,133	0,17 / 0,00	25,8	1	82,0
DEu_k_01 Decke Neu zu unbeheiztem Keller	0,141	0,17 / 0,17	51,4	2	225,1

## Verwendete Konstruktionen

### AW\_01 - Außenwand Ständerwerk 200 mm

**U = 0,18 W/(m²K)** (mit  $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ )  
 (inklusive U-Wert-Zuschlag von  $0,08 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ )



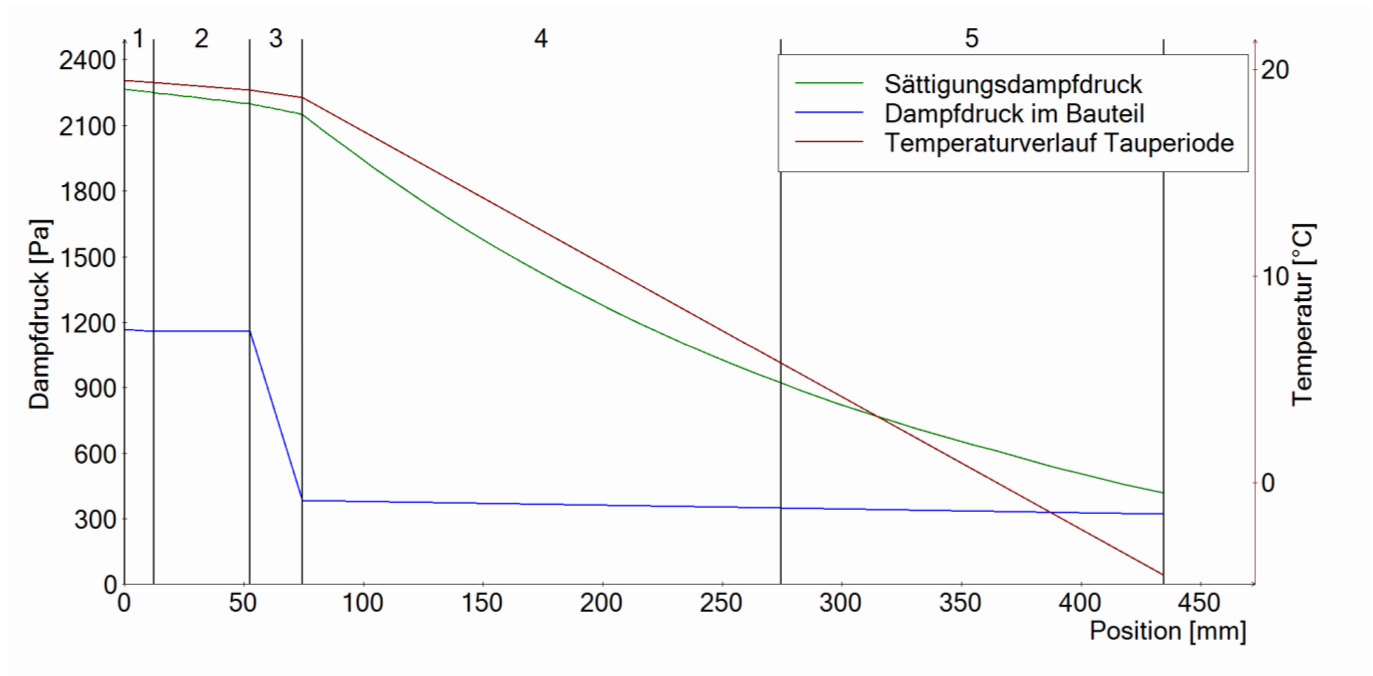
Schicht	Material	Dicke [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	$\mu_{min}/\mu_{max}$	$s_d$ -Wert [m]	Breite [mm]
1	Gipskartonplatte	12,5	0,250	0,050	4 / 10	0,050	
2	Luftschicht - nicht belüftet / UK Vorsatzschale	40		0,202	1 / 1	0,010	
3	OSB/3-Platten	22	0,130	0,169	200 / 300	4,400	
4	Wärmedämmung MiWo 032	200	0,032	6,250	1 / 1	0,200	625 (86,2%)
	Holzbalken	200	0,130	1,538	20 / 50	4,000	100 (13,8%)
5	Wärmedämmung MiWo 032	160	0,032	5,000	1 / 1	0,160	
6	Luftschicht - stark belüftet / UK Fassade	30		0,000	1 / 1	0,010	
7	Faserzementplatte	8	0,407	0,020	120 / 240	1,920	
	<b>gesamt</b>	<b>472,5</b>					

### Beschreibung:

U-Wert-Zuschlag: Annahme: Aluminium-Befestigung

## Feuchteschutz

Es werden die vereinfachten Klimabedingungen gemäß DIN 4108-3 verwendet.



## Auswertung

Der Schichtaufbau erfüllt die Anforderungen an den Feuchteschutz.

Hinweise zur Berechnung:

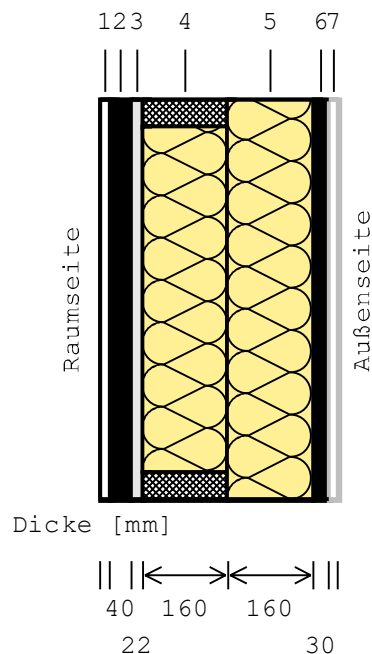
Die Auswertung fand mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$  statt.

Als Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl ( $\mu$ ) wurde für alle innenliegenden Schichten der kleinstmögliche, für die äußerste Schicht hingegen der größtmögliche Wert angesetzt.

Die Berechnung erfolgte nach DIN 4108-3:2018-10.

## AW\_02 - Außenwand Ständerwerk 160 mm

**U = 0,18 W/(m²K)** (mit  $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ )  
 (inklusive U-Wert-Zuschlag von  $0,08 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ )



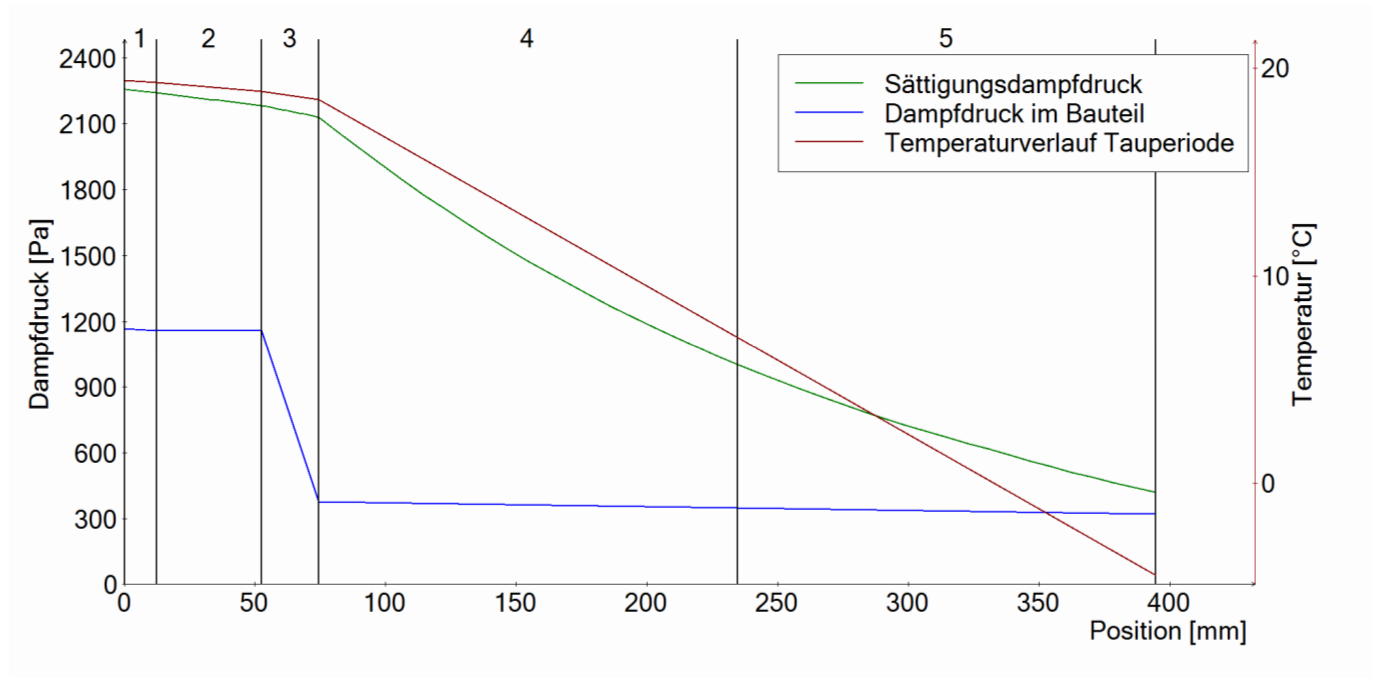
Schicht	Material	Dicke [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	$\mu_{\min}/\mu_{\max}$	s <sub>d</sub> -Wert [m]	Breite [mm]
1	Gipskartonplatte	12,5	0,250	0,050	4 / 10	0,050	
2	Luftschicht - nicht belüftet / UK Vorsatzschale	40		0,202	1 / 1	0,010	
3	OSB/3-Platten	22	0,130	0,169	200 / 300	4,400	
4	Wärmedämmung MiWo 032	160	0,032	5,000	1 / 1	0,160	625 (86,2%)
	Holzbalken	160	0,130	1,231	20 / 50	3,200	100 (13,8%)
5	Wärmedämmung MiWo 032	160	0,032	5,000	1 / 1	0,160	
6	Luftschicht - stark belüftet / UK Fassade	30		0,000	1 / 1	0,010	
7	Faserzementplatte	8	0,407	0,020	120 / 240	1,920	
	<b>gesamt</b>	<b>432,5</b>					

### Beschreibung:

U-Wert-Zuschlag: Annahme: Aluminium-Befestigung

## Feuchteschutz

Es werden die vereinfachten Klimabedingungen gemäß DIN 4108-3 verwendet.



## Auswertung

Der Schichtaufbau erfüllt die Anforderungen an den Feuchteschutz.

Hinweise zur Berechnung:

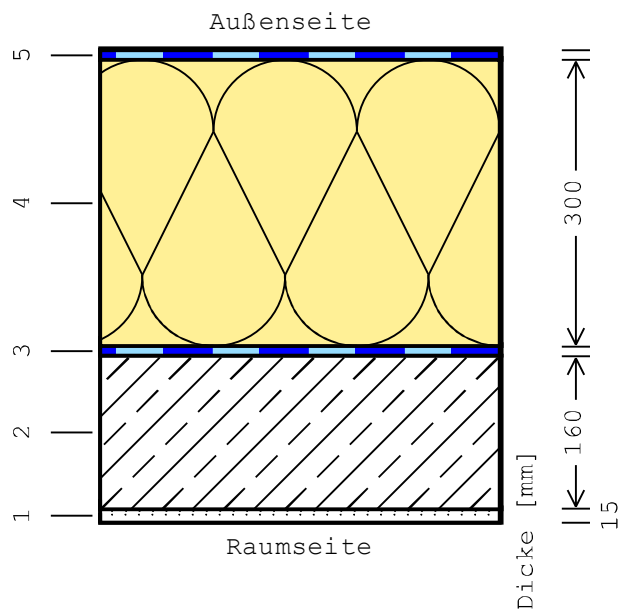
Die Auswertung fand mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$  statt.

Als Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl ( $\mu$ ) wurde für alle innenliegenden Schichten der kleinstmögliche, für die äußerste Schicht hingegen der größtmögliche Wert angesetzt.

Die Berechnung erfolgte nach DIN 4108-3:2018-10.

## DA\_f\_01 Flachdach Bestand massiv Gründach

$U = 0,13 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (mit  $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ )



Schicht	Material	Dicke [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\mu_{\min}/\mu_{\max}$	s <sub>d</sub> -Wert [m]
1	Innenputz	15	0,700	0,021	<b>10</b> / 10	0,150
2	Stahlbeton	160	2,300	0,070	<b>80</b> / 130	12,800
3	Dampfsperre sd = 1.500	1	0,330	0,003	1500000 / 1500000	1500,000
4	Wärmedämmung MiWo 040 (im Mittel)	300	0,040	7,500	<b>1</b> / 1	0,300
5	Abdichtung nach DIN 18531 (sd >= 100 m)	6	0,330	0,018	16666,6666 666667 / 16666,6666 666667	100,000
	<b>gesamt</b>	<b>482</b>				

### Feuchteschutz

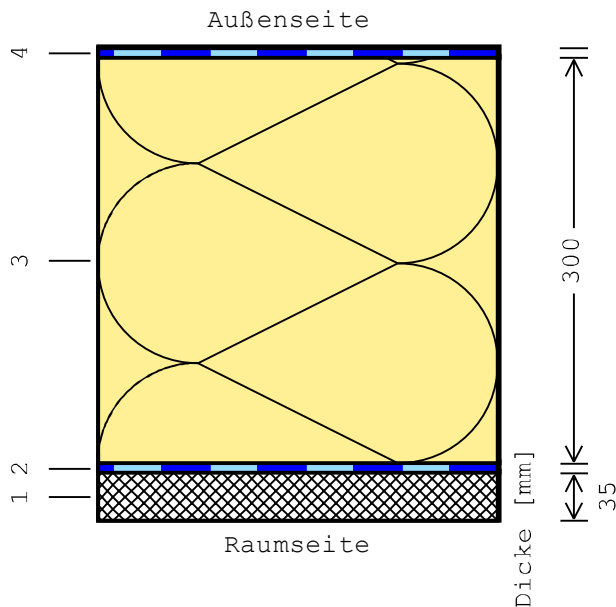
Hinweis:

Ein Nachweis des Feuchteschutzes ist nach DIN 4108-3 Abschnitt 5.3 nicht erforderlich, da folgende Bedingung erfüllt ist:

- Nicht belüftete Dächer nach 5.3.4.2 (Dämmebene oberseitig nicht belüftet)

## DA\_f\_02 Flachdach neu (Gebäude A) Gründach

$U = 0,13 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (mit  $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ )



Schicht	Material	Dicke [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\mu_{\min}/\mu_{\max}$	s <sub>d</sub> -Wert [m]
1	Holz	35	0,130	0,269	<b>20</b> / 50	0,700
2	Dampfsperre sd = 1.500	1	0,330	0,003	1500000 / 1500000	1500,000
3	Wärmedämmung MiWo 040 (im Mittel)	300	0,040	7,500	<b>1</b> / 1	0,300
4	Abdichtung nach DIN 18531 (sd >= 100 m)	6	0,330	0,018	16666,6666 666667 /  16666,6666 666667	100,000
	<b>gesamt</b>	<b>342</b>				

### Feuchteschutz

Hinweis:

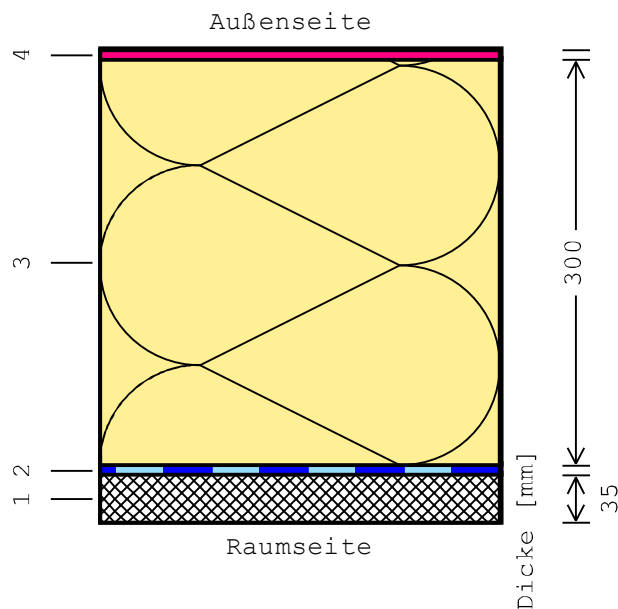
Ein Nachweis des Feuchteschutzes ist nach DIN 4108-3 Abschnitt 5.3 nicht erforderlich, da folgende Bedingung erfüllt ist:

- Nicht belüftete Dächer nach 5.3.4.2 (Dämmebene oberseitig nicht belüftet)



## DA\_s\_03 Pulldach Neu

$U = 0,13 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (mit  $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ )



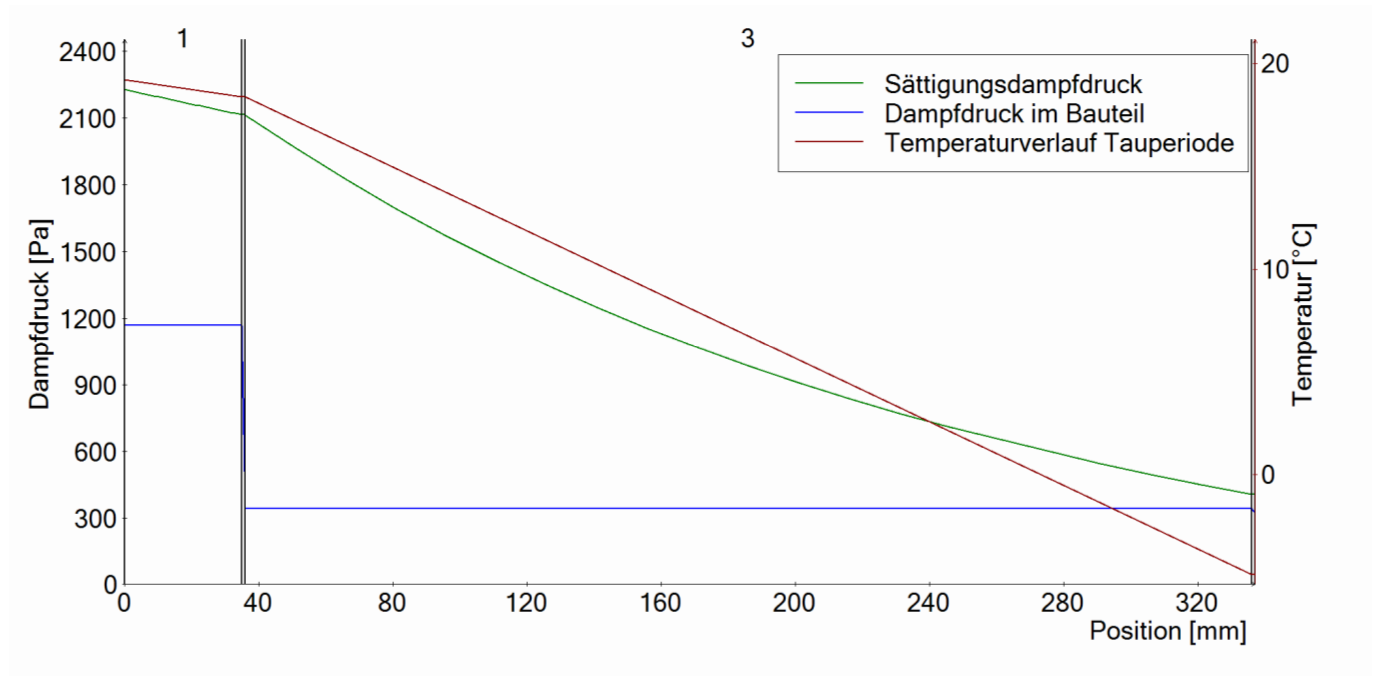
Schicht	Material	Dicke [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\mu_{\min}/\mu_{\max}$	s <sub>d</sub> -Wert [m]
1	Holz	35	0,130	0,269	<b>20</b> / 50	0,700
2	Dampfsperre sd = 1.500 m	1	0,330	0,003	1500000 / 1500000	1500,000
3	Wärmedämmung MiWo 040	300	0,040	7,500	<b>1</b> / 1	0,300
4	Kalzip-Eindeckung (sd-Wert ist nachzuweisen)	1	50,000	0,000	40000 / 40000	40,000
	<b>gesamt</b>	<b>337</b>				

### Beschreibung:

Der sd-Wert = 40 ist seitens des Herstellers Kalzip nachzuweisen.

## Feuchteschutz

Es werden die vereinfachten Klimabedingungen gemäß DIN 4108-3 verwendet.



## Auswertung

Der Schichtaufbau erfüllt die Anforderungen an den Feuchteschutz.

Hinweise zur Berechnung:

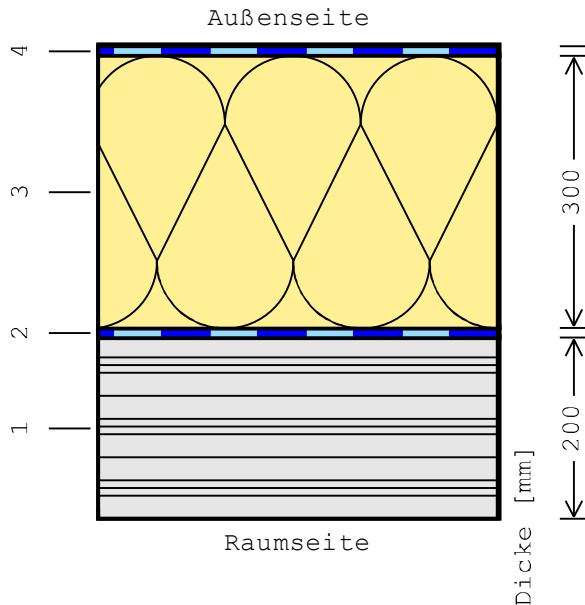
Die Auswertung fand mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$  statt.

Als Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl ( $\mu$ ) wurde für alle innenliegenden Schichten der kleinstmögliche, für die äußerste Schicht hingegen der größtmögliche Wert angesetzt.

Die Berechnung erfolgte nach DIN 4108-3:2018-10.

## DA\_f\_05 Neu (Gebäude B+C) Gründach

$U = 0,11 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (mit  $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ )



Schicht	Material	Dicke [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\mu_{\min}/\mu_{\max}$	s <sub>d</sub> -Wert [m]
1	Brettstapeldecke	200	0,130	1,538	20 / 50	4,000
2	Dampfsperre sd = 1.500	1	0,330	0,003	1500000 / 1500000	1500,000
3	Wärmedämmung MiWo 040 (im Mittel)	300	0,040	7,500	1 / 1	0,300
4	Abdichtung nach DIN 18531 (sd >= 100 m)	6	0,330	0,018	16666,6666 666667 / 16666,6666 666667	100,000
	<b>gesamt</b>	<b>507</b>				

### Feuchteschutz

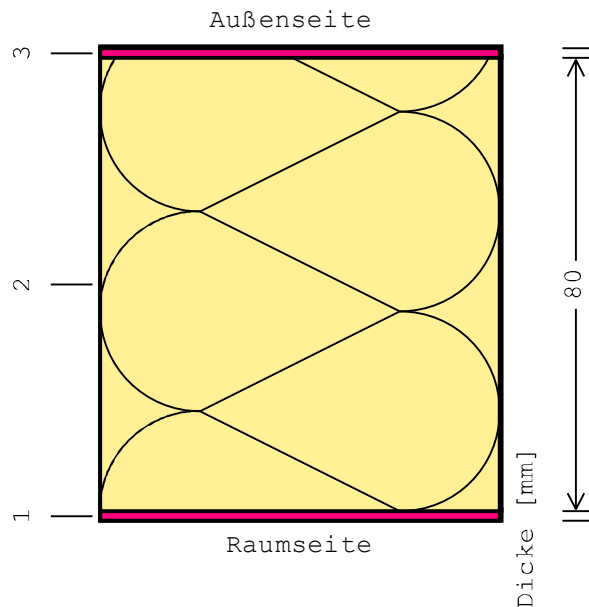
Hinweis:

Ein Nachweis des Feuchteschutzes ist nach DIN 4108-3 Abschnitt 5.3 nicht erforderlich, da folgende Bedingung erfüllt ist:

- Nicht belüftete Dächer nach 5.3.4.2 (Dämmebene oberseitig nicht belüftet)

## DA<sub>s</sub> / F4 opakes Paneel Wintergarten

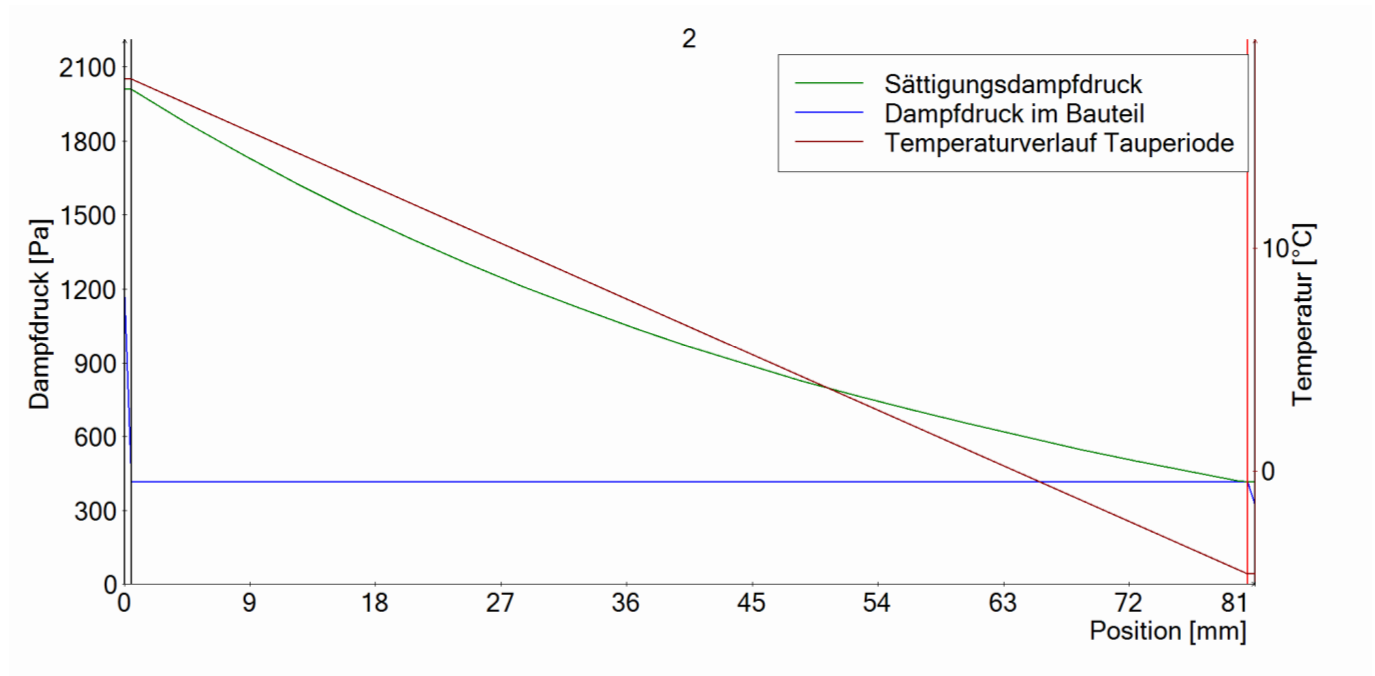
**U = 0,41 W/(m²K)** (mit R<sub>si</sub> = 0,10 m²K/W und R<sub>se</sub> = 0,04 m²K/W)



Schicht	Material	Dicke [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	$\mu_{\min}/\mu_{\max}$	s <sub>d</sub> -Wert [m]
1	Stahl	0,5	50,000	0,000	2000000000 000 / 2000000000 000	1000000000 ,000
2	Wärmedämmung MiWo 035	80	0,035	2,286	1 / 1	0,080
3	Stahl	0,5	50,000	0,000	2000000000 000 / 2000000000 000	1000000000 ,000
	<b>gesamt</b>	<b>81</b>				

## Feuchteschutz

Es werden die vereinfachten Klimabedingungen gemäß DIN 4108-3 verwendet.



## Auswertung

Tauwasserausfall zwischen Schicht 2 und Schicht 3 ( $x = 80,5 \text{ mm}$ )

Tauwassermasse =  $0 \text{ g/m}^2$

Verdunstungsmasse =  $0 \text{ g/m}^2$

Der Schichtaufbau erfüllt die Anforderungen an den Feuchteschutz. Die insgesamt zulässige flächenbezogene Tauwassermasse beträgt  $500 \text{ g/m}^2$ , die berechnete Tauwassermasse beträgt  $0 \text{ g/m}^2$  und ist somit zulässig.

Hinweise zur Berechnung:

Die Auswertung fand mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$  statt.

Als Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl ( $\mu$ ) wurde für alle innenliegenden Schichten der kleinstmögliche, für die äußerste Schicht hingegen der größtmögliche Wert angesetzt.

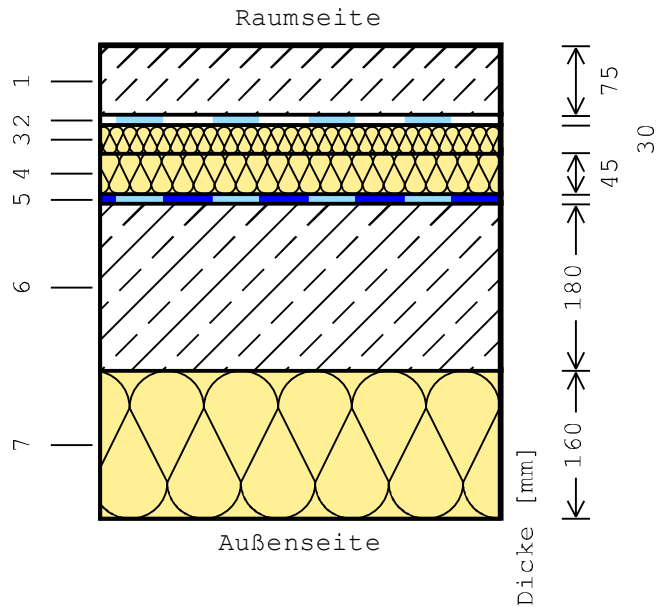
Bei Holz ist eine Erhöhung des massebezogenen Feuchtegehaltes um mehr als 5%, bei Holzwerkstoffen um mehr als 3% nicht zulässig. Ausgenommen sind hierbei Holzwolle-Leichtbauplatten und Mehrschicht-Leichtbauplatten nach DIN 1101. (Siehe DIN 4108-3:2018-10, Abschnitt 5.2.2d.)

Diese Bedingung wurde hier nicht überprüft.

Die Berechnung erfolgte nach DIN 4108-3:2018-10.

## BO\_sog\_01 Neu Bodenplatte auf Erdreich

**$U = 0,14 \text{ W/(m}^2\text{K)}$**  (mit  $R_{\text{si}} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{\text{se}} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ )

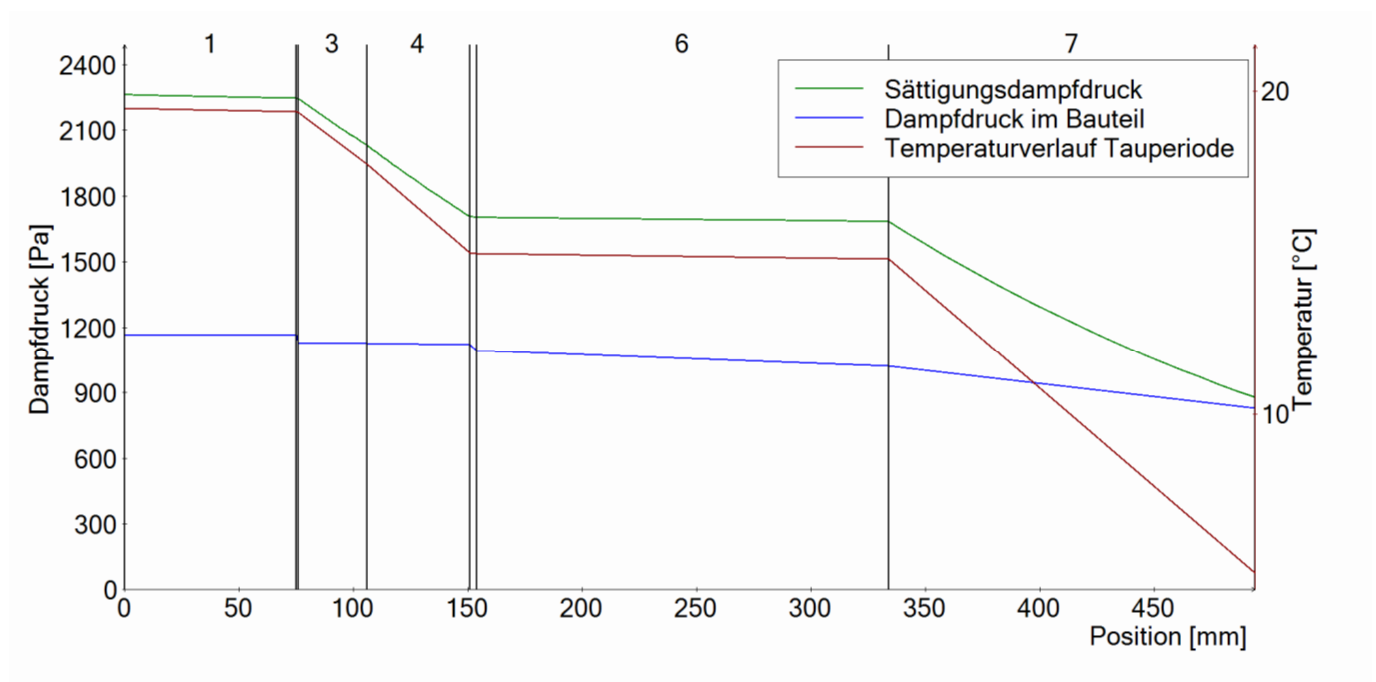


Schicht	Material	Dicke [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\mu_{\text{min}}/\mu_{\text{max}}$	s <sub>d</sub> -Wert [m]
1	Estrich	75	1,400	0,054	<b>15</b> / 35	1,125
2	Schrenzlage	1	0,330	0,003	7000 / 7000	7,000
3	Trittschalldämmung EPS 040 (s' gemäß Schallschutz)	30	0,040	0,750	<b>20</b> / 100	0,600
4	Wärmedämmung EPS 035	45	0,035	1,286	<b>20</b> / 100	0,900
5	Abdichtung nach DIN 18533	3	0,170	0,018	<b>2000</b> / 20000	6,000
6	Stahlbeton	180	2,300	0,078	<b>80</b> / 130	14,400
7	Perimeterdämmung XPS 035	160	0,035	4,571	<b>80</b> / <b>250</b>	40,000
	<b>gesamt</b>	<b>494</b>				

## Feuchteschutz

Tauperiode		
Dauer	Innentemperatur/-feuchte	Außentemperatur/-feuchte
2160 h	20 °C / 50 %	5 °C / 95 %

Verdunstungsperiode			
Dauer	Wasserdampfteildruck		
	innen	außen	Tauwasserbereich
0 h	1200 Pa	1200 Pa	1700 Pa



## Auswertung

Der Schichtaufbau erfüllt die Anforderungen an den Feuchteschutz.

Hinweise zur Berechnung:

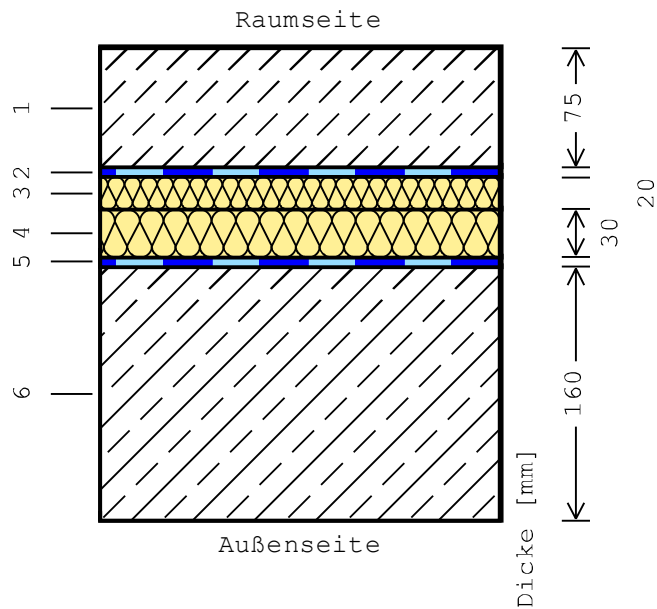
Die Auswertung fand mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$  statt.

Als Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl ( $\mu$ ) wurde für alle innenliegenden Schichten der kleinstmögliche, für die äußerste Schicht hingegen der größtmögliche Wert angesetzt.

Die Berechnung erfolgte nach DIN 4108-3:2018-10.

## BO\_sop\_04 Bodenplatte Bestand

**U = 0,48 W/(m²K)** (mit  $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ )



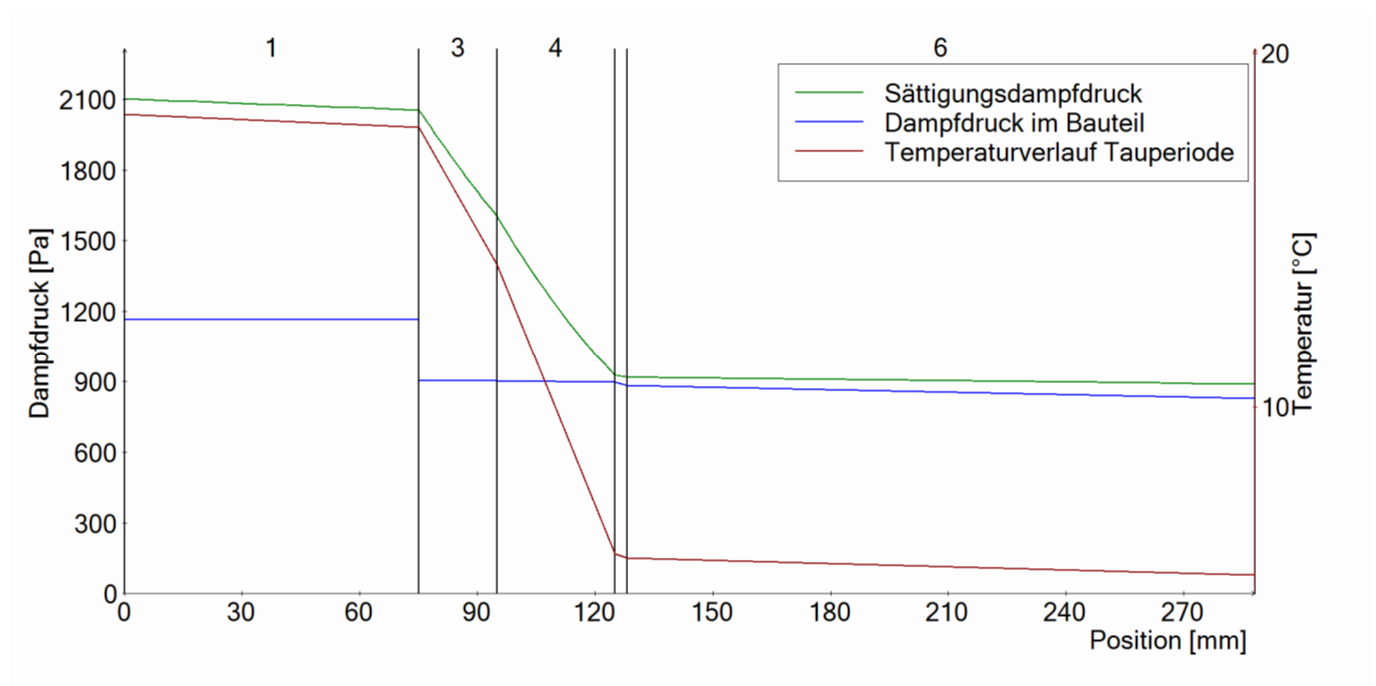
Schicht	Material	Dicke [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	$\mu_{min}/\mu_{max}$	$s_d$ -Wert [m]
1	Estrich	75	1,400	0,054	<b>15 / 35</b>	1,125
2	Dampfsperre sd = 100	0,1	0,330	0,000	1000000 / 1000000	100,000
3	Trittschalldämmung EPS 035 (s' gemäß Schallschutz)	20	0,035	0,571	<b>20 / 100</b>	0,400
4	Wärmedämmung PUR 025	30	0,025	1,200	<b>40 / 200</b>	1,200
5	Abdichtung nach DIN 18533	3	0,170	0,018	<b>2000 / 20000</b>	6,000
6	Stahlbeton	160	2,300	0,070	<b>80 / 130</b>	20,800
	<b>gesamt</b>	<b>288,1</b>				



## Feuchteschutz

Tauperiode		
Dauer	Innentemperatur/-feuchte	Außentemperatur/-feuchte
2160 h	20 °C / 50 %	5 °C / 95 %

Verdunstungsperiode			
Dauer	Wasserdampfdruck		
	innen	außen	Tauwasserbereich
0 h	1200 Pa	1200 Pa	1700 Pa



## Auswertung

Der Schichtaufbau erfüllt die Anforderungen an den Feuchteschutz.

Hinweise zur Berechnung:

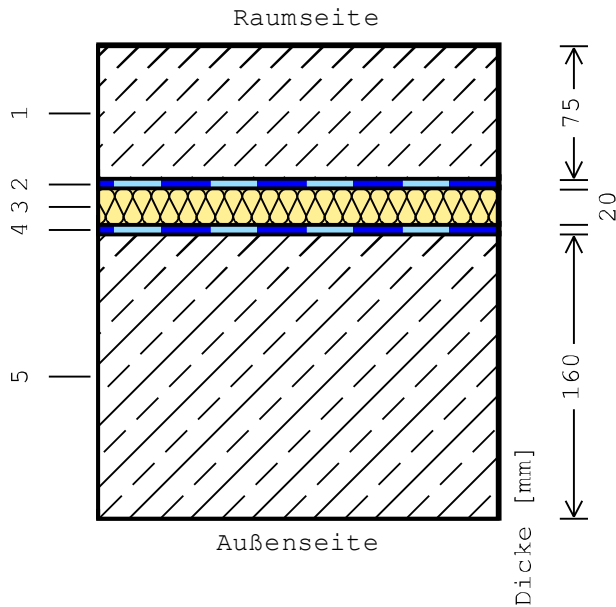
Die Auswertung fand mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$  statt.

Als Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl ( $\mu$ ) wurde für alle innenliegenden Schichten der kleinstmögliche, für die äußerste Schicht hingegen der größtmögliche Wert angesetzt.

Die Berechnung erfolgte nach DIN 4108-3:2018-10.

## BO\_sop\_07 Bodenplatte Bestand (red. WD)

**U = 1,13 W/(m²K)** (mit  $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ )

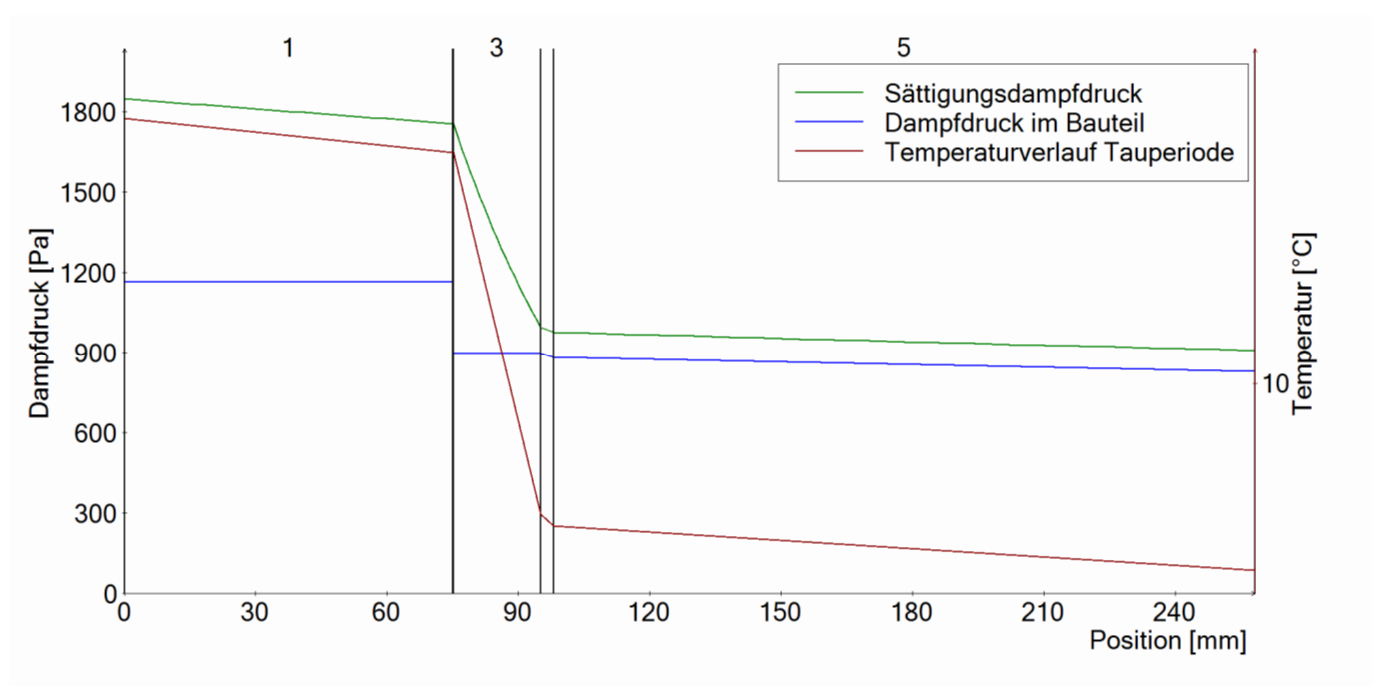


Schicht	Material	Dicke [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	$\mu_{\min}/\mu_{\max}$	$s_d$ -Wert [m]
1	Estrich	75	1,400	0,054	<b>15</b> / 35	1,125
2	Dampfsperre sd = 100	0,1	0,330	0,000	1000000 / 1000000	100,000
3	Trittschalldämmung EPS 035 (s' gemäß Schallschutz)	20	0,035	0,571	<b>20</b> / 100	0,400
4	Abdichtung nach DIN 18533	3	0,170	0,018	<b>2000</b> / 20000	6,000
5	Stahlbeton	160	2,300	0,070	80 / <b>130</b>	20,800
	<b>gesamt</b>	<b>258,1</b>				

## Feuchteschutz

Tauperiode		
Dauer	Innentemperatur/-feuchte	Außentemperatur/-feuchte
2160 h	20 °C / 50 %	5 °C / 95 %

Verdunstungsperiode			
Dauer	Wasserdampfteildruck		
	innen	außen	Tauwasserbereich
0 h	1200 Pa	1200 Pa	1700 Pa



## Auswertung

Der Schichtaufbau erfüllt die Anforderungen an den Feuchteschutz.

Hinweise zur Berechnung:

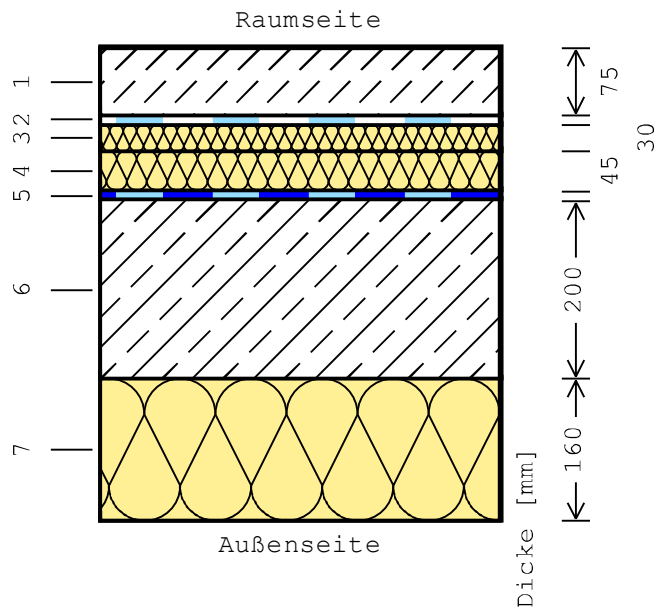
Die Auswertung fand mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$  statt.

Als Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl ( $\mu$ ) wurde für alle innenliegenden Schichten der kleinstmögliche, für die äußerste Schicht hingegen der größtmögliche Wert angesetzt.

Die Berechnung erfolgte nach DIN 4108-3:2018-10.

## DEu\_k\_01 Decke Neu zu unbeheiztem Keller

**U = 0,14 W/(m²K)** (mit  $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{se} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ )

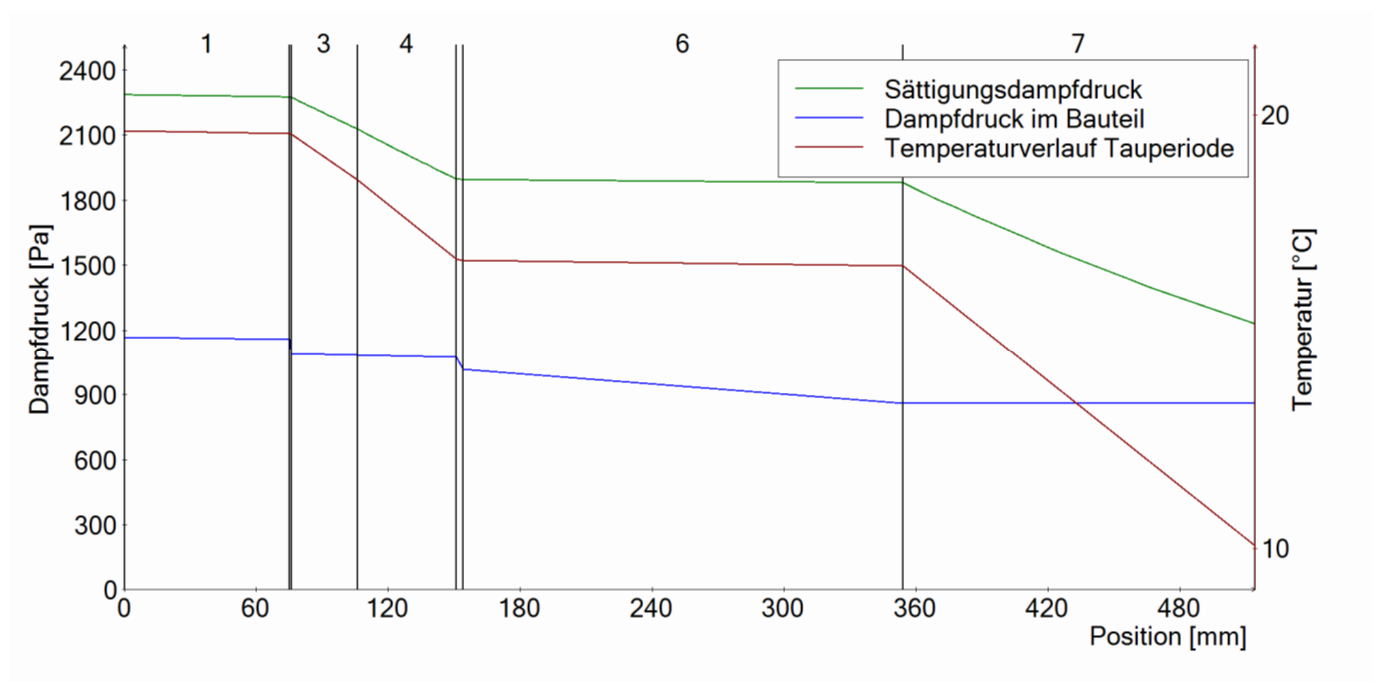


Schicht	Material	Dicke [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	$\mu_{\min}/\mu_{\max}$	$s_d$ -Wert [m]
1	Estrich	75	1,400	0,054	<b>15</b> / 35	1,125
2	Schrenzlage	1	0,330	0,003	7000 / 7000	7,000
3	Trittschalldämmung EPS 040 (s' gemäß Schallschutz)	30	0,040	0,750	<b>20</b> / 100	0,600
4	Wärmedämmung EPS 035	45	0,035	1,286	<b>20</b> / 100	0,900
5	Abdichtung nach DIN 18533	3	0,170	0,018	<b>2000</b> / 20000	6,000
6	Stahlbeton	200	2,300	0,087	<b>80</b> / 130	16,000
7	Wärmedämmung MiWo 035	160	0,035	4,571	<b>1</b> / 1	0,160
	<b>gesamt</b>	<b>514</b>				

## Feuchteschutz

Tauperiode		
Dauer	Innentemperatur/-feuchte	Außentemperatur/-feuchte
2160 h	20 °C / 50 %	10 °C / 70 %

Verdunstungsperiode			
Dauer	Wasserdampfteildruck		
	innen	außen	Tauwasserbereich
2160 h	1200 Pa	1364 Pa	1700 Pa



## Auswertung

Der Schichtaufbau erfüllt die Anforderungen an den Feuchteschutz.

Hinweise zur Berechnung:

Die Auswertung fand mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$  statt.

Als Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl ( $\mu$ ) wurde für alle innenliegenden Schichten der kleinstmögliche, für die äußerste Schicht hingegen der größtmögliche Wert angesetzt.

Die Berechnung erfolgte nach DIN 4108-3:2018-10.

## Fenstertypen

### F1 Fenster 1

U <sub>w</sub> -Wert [W/(m²K)]	1,0
g-Wert [-]	0,50
g-Korrektur [-]	0,90
Lichttransmissionsgrad $\tau_{D65}$ [-]	0,69
U-Verglasung [W/(m²K)]	0,60
Sonderverglasung	nein

### F3 Pfosten-Riegel-Konstruktion

U <sub>w</sub> -Wert [W/(m²K)]	1,1
g-Wert [-]	0,50
g-Korrektur [-]	0,90
Lichttransmissionsgrad $\tau_{D65}$ [-]	0,69
U-Verglasung [W/(m²K)]	0,60
Sonderverglasung	nein

### LK1 Lichtkuppel

U <sub>w</sub> -Wert [W/(m²K)]	1,6
g-Wert [-]	0,50
g-Korrektur [-]	0,90
Lichttransmissionsgrad $\tau_{D65}$ [-]	0,69
U-Verglasung [W/(m²K)]	1,00
Sonderverglasung	nein

### F4 opakes Paneel Dach Wintergarten

U <sub>w</sub> -Wert [W/(m²K)]	0,80
g-Wert [-]	0,10
g-Korrektur [-]	0,00
Lichttransmissionsgrad $\tau_{D65}$ [-]	0,74
U-Verglasung [W/(m²K)]	0,60
Sonderverglasung	nein

## Türen

### AT1 Außentür

U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,6
Gesamtfläche [m <sup>2</sup> ]	34,8





Erdgeschoss  
M 1:100

8

Lager/Technik

1

Klassenraum Neu

2

Besprechung Neu

3

Büro

4

Kantine

5

WC/Sanitär

6

Verkehrsfläche

7

sonstige Aufenthaltsräume

Index

Datum

Änderungen im Plan

Name


Stammsitz

Ittmecker Weg 15, 59872 Meschede

Tel. 0291 - 95 72 08 - 21

Fax 0291 - 95 27 08 - 19

Niederlassung

Huert 12, 44227 Dortmund

Tel. 0231 - 72 54 64 - 0

Fax 0231 - 72 54 64 - 19

e-mail: info@enotherm.de

Internet: www.enotherm.de

Bauvorhaben

Sanierung und Erweiterung  
Karl-Brauckmann-Schule

Karl-Brauckmann-Straße 5

59439 Holzwickede

Bauherr

Kreis Unna

Friedrich-Ebert-Straße 17

59425 Unna

Planinhalt

Erdgeschoss

Maßstab 1:100

Niederlassung	Datum	Zechner	Planformat	Projekt-Nr.
Dortmund	18.04.2024	EK	A1	E23-022
GEG - Zonenplan				Plan-Nr.
				Z 01

ENOTHERM

BAUPHYSIK