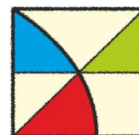


ENOTHERM
BAUPHYSIK

BERICHT

Nachweis gemäß GEG 2024 (Erweiterung/Ausbau eines bestehenden Gebäudes)

PROJEKT	E25-053 Erweiterung der OGS der Johannesschule Grünwaldstraße 13 59846 Sundern
BAUHERR	Stadt Sundern Rathausplatz 1 59846 Sundern
AUFTRAGGEBER	Stadt Sundern Rathausplatz 1 59846 Sundern
BEARBEITUNG	ENOTHERM GmbH – Niederlassung Dortmund Hauert 12 44227 Dortmund Tel. 0231 / 72 54 64 - 12 Mail: c.lang@enotherm.de Projektleiterin: Carolin Lang, M.Eng.



Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	3
2	Verwendete Software	3
3	Nachweisergebnis	3
4	Baukontrollen und Bescheinigungen	3
4.1	Hinweis zu landesrechtlichen Regelungen	3
4.2	Umfang und Zeitpunkt	4
4.3	Beauftragung, Erfüllungserklärung und Konsequenz versäumter Baukontrollen	4
5	Sommerlicher Wärmeschutznachweis	4
6	Weitere Hinweise und Erläuterungen	5
7	Zusatzanforderungen	6

Anlage

- Dokumentation der Bauteilaufbauten / des sommerlichen Wärmeschutznachweises

1 Allgemeines

Auf den folgenden Seiten erfolgt ein Nachweis für die Erweiterung der Offenen-Ganztags-Grundschule in Sundern gemäß 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.

2 Verwendete Software

- ZUB Helena Ultra Version 7.158

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 ($1,25 \cdot U_{m,Ref}$, gerundet auf eine Nachkommastelle)
Mittlerer U-Wert der Außenbauteile, Raumsolltemperatur $\geq 19^\circ\text{C}$ - opake Außenbauteile - transparente Außenbauteile - Vorhangfassaden - Glasdächer/Lichtbänder und Lichtkuppeln	0,2 W/(m ² K) 0,9 W/(m ² K) n.v. n.v.	0,4 W/(m ² K) 1,9 W/(m ² K) 1,9 W/(m ² K) 3,1 W/(m ² K)
Mittlerer U-Wert der Außenbauteile, Raumsolltemperatur 12°C bis $< 19^\circ\text{C}$ - opake Außenbauteile - transparente Außenbauteile - Vorhangfassaden - Glasdächer/Lichtbänder und Lichtkuppeln	n.v. n.v. n.v. n.v.	0,6 W/(m ² K) 3,5 W/(m ² K) 3,8 W/(m ² K) 3,9 W/(m ² 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 m² die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz gemäß GEG, § 14 einzuhalten. Die Nachweisführung erfolgt gemäß DIN 4108-2.

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes wurde für die kritischen Räume Foyer (EG), Gruppenraum OGS (1.OG), Mensa/Aula (1. OG), Klassenraum 2 (2.OG) und Klassenraum 3 (2.OG) mit

dem Sonneneintragskennwerte-Verfahren gemäß DIN 4108-2 geführt und ist in der Anlage 1, Seiten 5 bis 11 dokumentiert.

Bei dem Nachweis wurde eine Sonnenschutzverglasung $g \leq 0,38$ sowie 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.

6 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 λ_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 λ

oder λ_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.

Beim Bauteil BO1 und BO2 wird die Dämmebene ausschließlich oberseitig der Stahlbetonplatte ausgeführt (Innendämmung). Damit das Eindiffundieren von Feuchte in den Bodenaufbau reduziert/vermieden werden kann, ist die Trennlage zwischen Estrich und Dämmung als Dampfsperre mit den Kenndaten gemäß Anlage auszuführen. Sämtliche Bahnenstöße und Durchdringungen sind dampfdicht abzukleben. Die Anschlüsse an einbindende Bauteile sind dauerhaft dampfdicht auszuführen.

7 Zusatzanforderungen

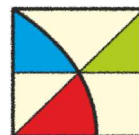
Gemäß GEG, §§ 61-62 müssen Zentralheizungen beim Einbau in Gebäude mit zentralen selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur Verringerung und Abschaltung der Wärmezufuhr sowie zur Ein- und Ausschaltung elektrischer Antriebe in Abhängigkeit von der Außentemperatur oder einer anderen geeigneten Führungsgröße 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.



ENOTHERM
BAUPHYSIK

Nachweis gemäß GEG 2024 (Erweiterung/Ausbau)

Gemäß GEG, § 70 ist beim erstmaligen Einbau und bei der Ersetzung von Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen, die zu Klimaanlage oder sonstigen Anlagen der Raumluftechnik 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.

Aufgestellt

C. Lang

Carolin Lang

M. Eng. // Projektleiterin
Telefon 0231 725464-12
Mobil 0160 91455378
E-Mail c.lang@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

Inhaltsverzeichnis

Allgemein	2
Nachweisergebnisse	2
Gebäudedaten	3
Bautechnik	4
Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2	4
Sommerlicher Wärmeschutz	5
Übersicht der verwendeten Konstruktionen	12
Verwendete Konstruktionen	13
Fenstertypen	19
Türen	20

Allgemein

Nachweisergebnisse

Projekt: E25-053 - LPH 4, Grünewaldstraße 13, 59846 Sundern

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 ($\geq 19\text{ °C}$)	0,20	0,4	50,0 %
Transparente Außenbauteile ($\geq 19\text{ °C}$)	0,90	1,9	47,4 %

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

Nachgewiesene Räume:

Raum (Nachweis: vereinfachtes Verfahren)	Vorhandener Sonneneintragskennwert	Zulässiger Sonneneintragskennwert
Foyer (EG)	0,077 (zulässig)	0,108
Gruppenraum OGS (1OG)	0,047 (zulässig)	0,117
Mensa/Aula (1OG)	0,092 (zulässig)	0,103
Mensa/Aula + Gruppenraum OGS (1OG)	0,082 (zulässig)	0,106
Klassenraum 3 / Cluster 4 (2OG)	0,089 (zulässig)	0,104
Klassenraum 2 / Cluster 4 (2OG)	0,100 (zulässig)	0,101

Gebäudedaten

Geometrie

Nettovolumen V	3.125,6 m ³
Nettogrundfläche A _{NGF}	1.031,0 m ²
Thermische Hüllfläche	1.459,6 m ²
Geschosshöhe [m]	3,80
vereinfachte Ermittlung der charakteristischen Maße:	
Heizung (Gebäudegruppe 2)	
charakteristische Breite	8,78 m
charakteristische Länge	32,52 m
Trinkwarmwasser (Gebäudegruppe 3)	
charakteristische Breite	11,46 m
charakteristische Länge	26,65 m

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

Unterer Gebäudeabschluss

Bodenbeschaffenheit	Sand oder Kies
Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m·K)]	2,0 (Standardwert)
Wärmekapazität ρ_c [J/m ³ ·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

Erweiterung

Bezeichnung	Anforderung erfüllt	Wärmedurchlasswiderstand [$\text{m}^2\text{K/W}$]		Bauteilart
		Ist-Wert	Mindestwert	
BO1	ja	1,13	0,90	gegen Erdreich
BO2	ja	5,25	0,90	gegen Erdreich
AW1 - O	ja	4,70	1,20	
AW1 - W	ja	4,70	1,20	
AW1 - S	ja	4,70	1,20	
DE1	ja	5,75	1,75	
DA1	ja	5,30	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 _{NGF} [m²]	Vorhandener Sonneneintragskennwert	Zulässiger Sonneneintragskennwert
Foyer (EG)	174,08	0,077 (zulässig)	0,108
Gruppenraum OGS (1OG)	59,34	0,047 (zulässig)	0,117
Mensa/Aula (1OG)	217,08	0,092 (zulässig)	0,103
Mensa/Aula + Gruppenraum OGS (1OG)	276,42	0,082 (zulässig)	0,106
Klassenraum 3 / Cluster 4 (2OG)	85,18	0,089 (zulässig)	0,104
Klassenraum 2 / Cluster 4 (2OG)	75,20	0,100 (zulässig)	0,101

Raum: Foyer (EG)

Klimaregion	Klimaregion A
Grundfläche A_G	174,1 m ²
Bauweise	leicht - ohne Nachweis von C_{wirk}/A_G
Nachtlüftung	erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$
Einsatz passiver Kühlung	nein

Fenster

Nr.	Name	Gesamtfläche	Ausrichtung	verschattet	Sonnenschutz	F_c	g-Wert
1	PfR - O	35,4 m ²	Ost	nein	Ohne Sonnenschutzvorrichtung	1,00	0,38

Sonneneintragskennwert: **0,077** Zulässig: **0,108**

Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.

Bestimmung des zulässigen Höchstwertes des Sonneneintragskennwertes

Zeile		anteiliger Sonneneintragskennwert S_x
S_1	Nichtwohngebäude in Klimaregion A, erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$, Bauart: leicht	0,071
S_2	Nichtwohngebäude: $a = 0,030$, $b = 0,115$	$a - b \cdot f_{\text{WG}} = 0,007$
S_3	Fenster mit Sonnenschutzglas mit $g \leq 0,4$	$0,03 \cdot f_{\text{SSV}} = 0,030$
Summe		$S_{\text{zul}} = \sum S_x = \mathbf{0,108}$

Hierbei ist $f_{\text{WG}} = A_w / A_G = 35,4 / 174,1 = 0,20$, und $f_{\text{SSV}} = 35,4 / 35,4 = 1,00$ ist der Fensterflächenanteil mit Sonnenschutzverglasung mit $g \leq 0,4$.

Detaillierte Ermittlung des Sonneneintragskennwertes

Fenster	A_w [m ²]	g	F_c	$A_w \cdot g \cdot F_c$ [m ²]
PfR - O	35,4	0,38	1,00	13,45
Summe				13,45

Aus $S_{\text{vorh}} = \sum_i (A_{w,i} \cdot g_{\text{total},i}) / A_G$ und $A_G = 174,1 \text{ m}^2$ ergibt sich: $S_{\text{vorh}} = 13,45 / 174,1 = 0,077$.

Raum: Gruppenraum OGS (10G)

Klimaregion	Klimaregion A
Grundfläche A_G	59,3 m ²
Bauweise	leicht - ohne Nachweis von C_{wirk}/A_G
Nachtlüftung	erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$
Einsatz passiver Kühlung	nein

Fenster

Nr.	Name	Gesamtfläche	Ausrichtung	verschattet	Sonnenschutz	F_c	g-Wert
1	PfR - W	7,4 m ²	West	nein	Ohne Sonnenschutzvorrichtung	1,00	0,38

Sonneneintragskennwert: **0,047** Zulässig: **0,117**

Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.

Bestimmung des zulässigen Höchstwertes des Sonneneintragskennwertes

Zeile		anteiliger Sonneneintragskennwert S_x
S_1	Nichtwohngebäude in Klimaregion A, erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$, Bauart: leicht	0,071
S_2	Nichtwohngebäude: $a = 0,030$, $b = 0,115$	$a - b \cdot f_{\text{WG}} = 0,016$
S_3	Fenster mit Sonnenschutzglas mit $g \leq 0,4$	$0,03 \cdot f_{\text{ssv}} = 0,030$
Summe		$S_{\text{zul}} = \sum S_x = \mathbf{0,117}$

Hierbei ist $f_{\text{WG}} = A_w / A_G = 7,4 / 59,3 = 0,12$, und $f_{\text{ssv}} = 7,4 / 7,4 = 1,00$ ist der Fensterflächenanteil mit Sonnenschutzverglasung mit $g \leq 0,4$.

Detaillierte Ermittlung des Sonneneintragskennwertes

Fenster	A_w [m ²]	g	F_c	$A_w \cdot g \cdot F_c$ [m ²]
PfR - W	7,4	0,38	1,00	2,81
Summe				2,81

Aus $S_{\text{vorh}} = \sum_i (A_{w,i} \cdot g_{\text{total},i}) / A_G$ und $A_G = 59,3 \text{ m}^2$ ergibt sich: $S_{\text{vorh}} = 2,81 / 59,3 = 0,047$.

Raum: Mensa/Aula (10G)

Klimaregion	Klimaregion A
Grundfläche A_G	217,1 m ²
Bauweise	leicht - ohne Nachweis von C_{wirk}/A_G
Nachtlüftung	erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$
Einsatz passiver Kühlung	nein

Fenster

Nr.	Name	Gesamtfläche	Ausrichtung	verschattet	Sonnenschutz	F_c	g-Wert
1	PfR - O	23,9 m ²	Ost	nein	Ohne Sonnenschutzvorrichtung	1,00	0,38
2	PfR - W	28,6 m ²	West	nein	Ohne Sonnenschutzvorrichtung	1,00	0,38

Sonneneintragskennwert: **0,092** Zulässig: **0,103**

Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.

Bestimmung des zulässigen Höchstwertes des Sonneneintragskennwertes

Zeile		anteiliger Sonneneintragskennwert S_x
S_1	Nichtwohngebäude in Klimaregion A, erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$, Bauart: leicht	0,071
S_2	Nichtwohngebäude: $a = 0,030$, $b = 0,115$	$a - b \cdot f_{\text{WG}} = 0,002$
S_3	Fenster mit Sonnenschutzglas mit $g \leq 0,4$	$0,03 \cdot f_{\text{SSV}} = 0,030$
Summe		$S_{\text{zul}} = \sum S_x = \mathbf{0,103}$

Hierbei ist $f_{\text{WG}} = A_w / A_G = 52,4 / 217,1 = 0,24$, und $f_{\text{SSV}} = 52,4 / 52,4 = 1,00$ ist der Fensterflächenanteil mit Sonnenschutzverglasung mit $g \leq 0,4$.

Detaillierte Ermittlung des Sonneneintragskennwertes

Fenster	A_w [m ²]	g	F_c	$A_w \cdot g \cdot F_c$ [m ²]
PfR - O	23,9	0,38	1,00	9,07
PfR - W	28,6	0,38	1,00	10,85
Summe				19,92

Aus $S_{\text{vorh}} = \sum_i (A_{w,i} \cdot g_{\text{total},i}) / A_G$ und $A_G = 217,1 \text{ m}^2$ ergibt sich: $S_{\text{vorh}} = 19,92 / 217,1 = 0,092$.

Raum: Mensa/Aula + Gruppenraum OGS (10G)

Klimaregion	Klimaregion A
Grundfläche A_G	276,4 m ²
Bauweise	leicht - ohne Nachweis von C_{wirk}/A_G
Nachtlüftung	erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$
Einsatz passiver Kühlung	nein

Fenster

Nr.	Name	Gesamtfläche	Ausrichtung	verschattet	Sonnenschutz	F_c	g-Wert
1	PfR - O	23,9 m ²	Ost	nein	Ohne Sonnenschutzvorrichtung	1,00	0,38
2	PfR - W	36,0 m ²	West	nein	Ohne Sonnenschutzvorrichtung	1,00	0,38

Sonneneintragskennwert: **0,082** Zulässig: **0,106**

Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.

Bestimmung des zulässigen Höchstwertes des Sonneneintragskennwertes

Zeile		anteiliger Sonneneintragskennwert S_x
S_1	Nichtwohngebäude in Klimaregion A, erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$, Bauart: leicht	0,071
S_2	Nichtwohngebäude: $a = 0,030$, $b = 0,115$	$a - b \cdot f_{\text{WG}} = 0,005$
S_3	Fenster mit Sonnenschutzglas mit $g \leq 0,4$	$0,03 \cdot f_{\text{SSV}} = 0,030$
Summe		$S_{\text{zul}} = \sum S_x = \mathbf{0,106}$

Hierbei ist $f_{\text{WG}} = A_w / A_G = 59,8 / 276,4 = 0,22$, und $f_{\text{SSV}} = 59,8 / 59,8 = 1,00$ ist der Fensterflächenanteil mit Sonnenschutzverglasung mit $g \leq 0,4$.

Detaillierte Ermittlung des Sonneneintragskennwertes

Fenster	A_w [m ²]	g	F_c	$A_w \cdot g \cdot F_c$ [m ²]
PfR - O	23,9	0,38	1,00	9,07
PfR - W	36,0	0,38	1,00	13,66
Summe				22,73

Aus $S_{\text{vorh}} = \sum_i (A_{w,i} \cdot g_{\text{total},i}) / A_G$ und $A_G = 276,4 \text{ m}^2$ ergibt sich: $S_{\text{vorh}} = 22,73 / 276,4 = 0,082$.

Raum: Klassenraum 3 / Cluster 4 (2OG)

Klimaregion	Klimaregion A
Grundfläche A_G	85,2 m ²
Bauweise	leicht - ohne Nachweis von C_{wirk}/A_G
Nachtlüftung	erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$
Einsatz passiver Kühlung	nein

Fenster

Nr.	Name	Gesamtfläche	Ausrichtung	verschattet	Sonnenschutz	F_c	g-Wert
1	PfR - O	19,9 m ²	Ost	nein	Ohne Sonnenschutzvorrichtung	1,00	0,38

Sonneneintragskennwert: **0,089** Zulässig: **0,104**

Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.

Bestimmung des zulässigen Höchstwertes des Sonneneintragskennwertes

Zeile		anteiliger Sonneneintragskennwert S_x
S_1	Nichtwohngebäude in Klimaregion A, erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$, Bauart: leicht	0,071
S_2	Nichtwohngebäude: $a = 0,030$, $b = 0,115$	$a - b \cdot f_{WG} = 0,003$
S_3	Fenster mit Sonnenschutzglas mit $g \leq 0,4$	$0,03 \cdot f_{ssv} = 0,030$
Summe		$S_{zul} = \sum S_x = \mathbf{0,104}$

Hierbei ist $f_{WG} = A_w / A_G = 19,9 / 85,2 = 0,23$, und $f_{ssv} = 19,9 / 19,9 = 1,00$ ist der Fensterflächenanteil mit Sonnenschutzverglasung mit $g \leq 0,4$.

Detaillierte Ermittlung des Sonneneintragskennwertes

Fenster	A_w [m ²]	g	F_c	$A_w \cdot g \cdot F_c$ [m ²]
PfR - O	19,9	0,38	1,00	7,55
Summe				7,55

Aus $S_{\text{vorh}} = \sum_i (A_{w,i} \cdot g_{\text{total},i}) / A_G$ und $A_G = 85,2$ m² ergibt sich: $S_{\text{vorh}} = 7,55 / 85,2 = 0,089$.

Raum: Klassenraum 2 / Cluster 4 (2OG)

Klimaregion	Klimaregion A
Grundfläche A_G	75,2 m ²
Bauweise	leicht - ohne Nachweis von C_{wirk}/A_G
Nachtlüftung	erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$
Einsatz passiver Kühlung	nein

Fenster

Nr.	Name	Gesamtfläche	Ausrichtung	verschattet	Sonnenschutz	F_c	g-Wert
1	PfR - W	19,9 m ²	West	nein	Ohne Sonnenschutzvorrichtung	1,00	0,38

Sonneneintragskennwert: **0,100** Zulässig: **0,101**

Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.

Bestimmung des zulässigen Höchstwertes des Sonneneintragskennwertes

Zeile		anteiliger Sonneneintragskennwert S_x
S_1	Nichtwohngebäude in Klimaregion A, erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$, Bauart: leicht	0,071
S_2	Nichtwohngebäude: $a = 0,030$, $b = 0,115$	$a - b \cdot f_{\text{WG}} = -0,00$
S_3	Fenster mit Sonnenschutzglas mit $g \leq 0,4$	$0,03 \cdot f_{\text{SSV}} = 0,030$
Summe		$S_{\text{zul}} = \sum S_x = \mathbf{0,101}$

Hierbei ist $f_{\text{WG}} = A_w / A_G = 19,9 / 75,2 = 0,26$, und $f_{\text{SSV}} = 19,9 / 19,9 = 1,00$ ist der Fensterflächenanteil mit Sonnenschutzverglasung mit $g \leq 0,4$.

Detaillierte Ermittlung des Sonneneintragskennwertes

Fenster	A_w [m ²]	g	F_c	$A_w \cdot g \cdot F_c$ [m ²]
PfR - W	19,9	0,38	1,00	7,55
Summe				7,55

Aus $S_{\text{vorh}} = \sum_i (A_{w,i} \cdot g_{\text{total},i}) / A_G$ und $A_G = 75,2$ m² ergibt sich: $S_{\text{vorh}} = 7,55 / 75,2 = 0,100$.

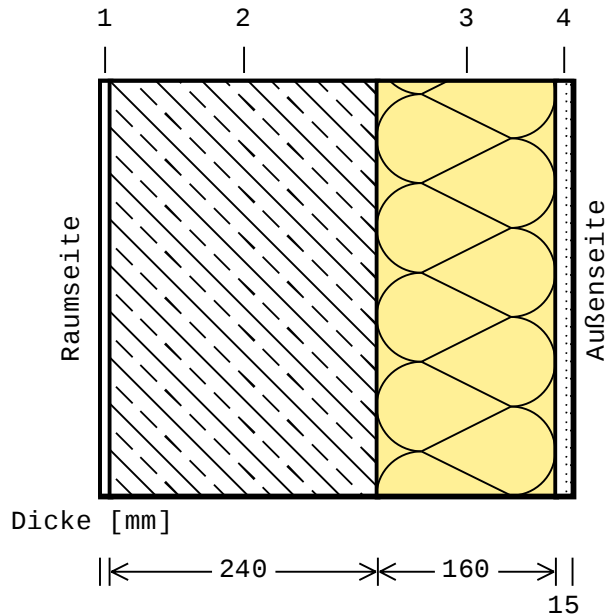
Übersicht der verwendeten Konstruktionen

Bezeichnung	U-Wert [W/(m²K)]	R _{si} / R _{se}	Dicke [cm]	Anzahl Bauteile	Fläche [m²]
AW1 - Stahlbetonaußenwand mit WDVS	0,205	0,13 / 0,04	42,0	3	243,9
DA1 - Flachdach massiv mit Gefälledämmung	0,185	0,10 / 0,04	40,8	1	395,1
DE1 - Decke nach unten gegen Außenluft	0,168	0,17 / 0,04	53,5	1	43,4
BO2 - Bodenplatte Erweiterungsbau	0,185	0,17 / 0,00	49,3	1	353,2
BO1 - Bodenplatte Bestand (Foyer)	0,772	0,17 / 0,00	28,3	1	156,6

Verwendete Konstruktionen

AW1 - Stahlbetonaußenwand mit WDVS

$U = 0,21 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (mit $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	$\mu_{\min}/\mu_{\max}$	s_d -Wert [m]
1	Innenputz	5	0,700	0,007	10 / 10	0,050
2	Stahlbeton (Dicke gemäß Statik)	240	2,300	0,104	80 / 130	19,200
3	Wärmedämmung 035	160	0,035	4,571	1 / 1	0,160
4	Außenputz aus Kalkzement	15	1,000	0,015	15 / 35	0,525
	gesamt	420				

Feuchteschutz

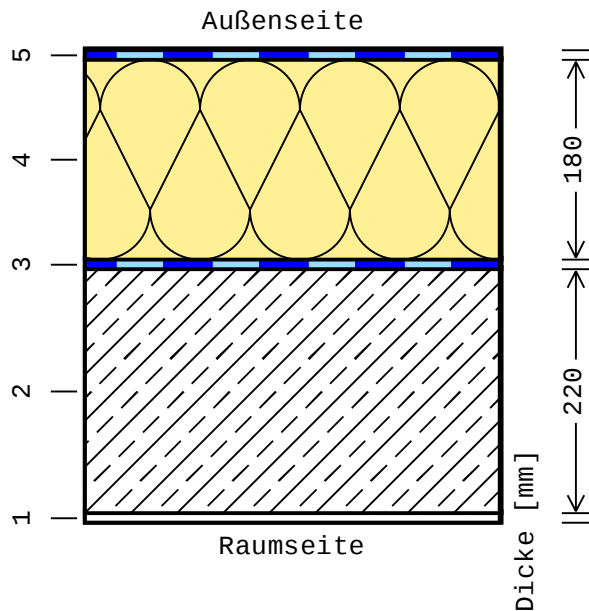
Hinweis:

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

- Wände aus Mauerwerk oder Beton nach 5.3.2.1

DA1 - Flachdach massiv mit Gefälledämmung

$U = 0,19 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (mit $R_{\text{si}} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{\text{se}} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	$\mu_{\text{min}}/\mu_{\text{max}}$	s _d -Wert [m]
1	Innenputz	5	0,700	0,007	10 / 10	0,050
2	Stahlbeton (Dicke gem. Statik)	220	2,300	0,096	80 / 130	17,600
3	Dampfbremse sd = 100	1	0,330	0,003	100000 / 100000	100,000
4	Wärmedämmung 035 (Dicke im Mittel)	180	0,035	5,143	1 / 1	0,180
5	Abdichtung nach DIN 18531 (Kunststoffbahn)	1,8	0,330	0,005	90000 / 90000	162,000
	gesamt	407,8				

Feuchteschutz

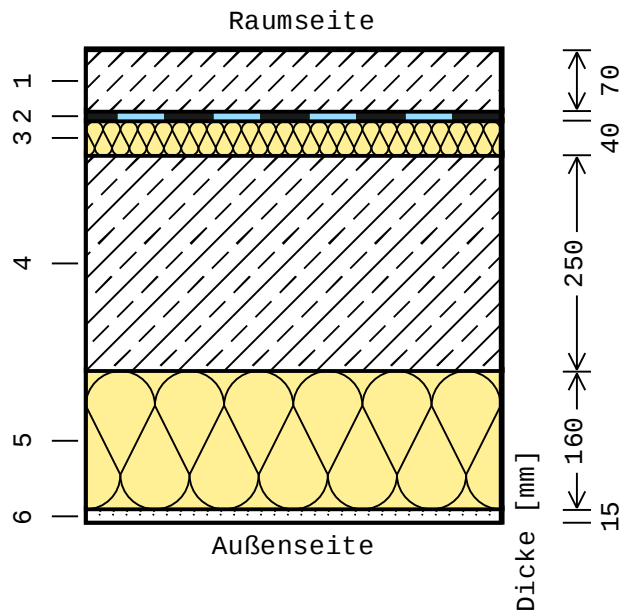
Hinweis:

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)

DE1 - Decke nach unten gegen Außenluft

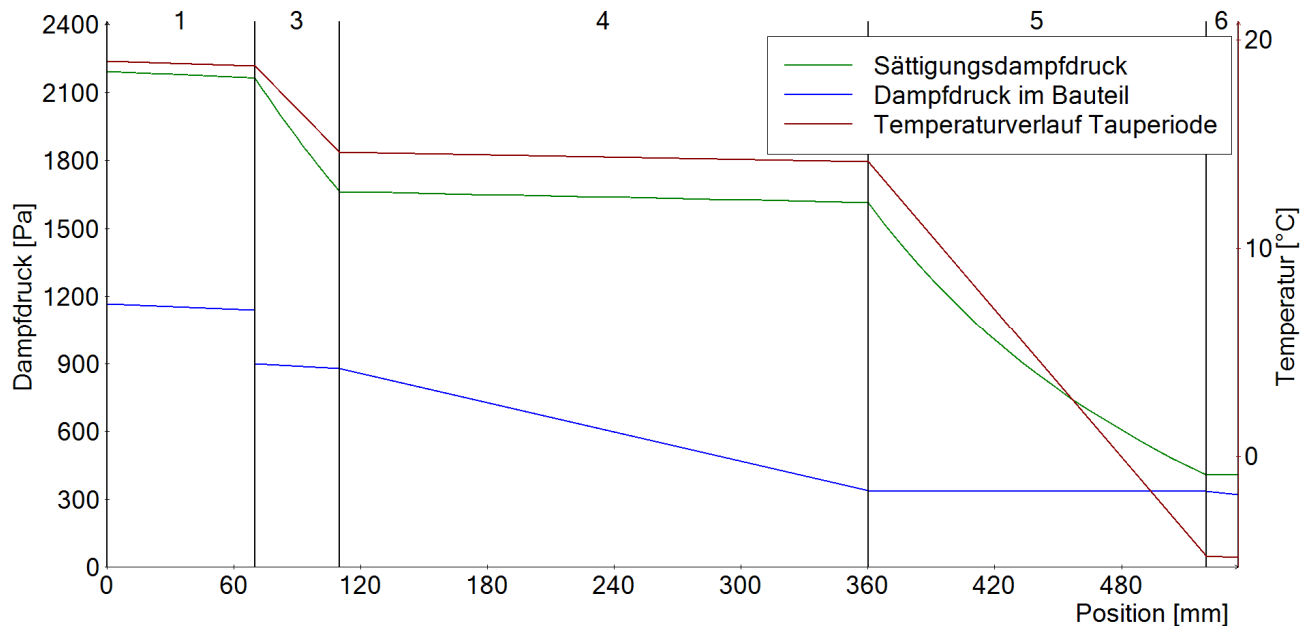
$U = 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (mit $R_{\text{si}} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{\text{se}} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	$\mu_{\text{min}}/\mu_{\text{max}}$	s _d -Wert [m]
1	Zementestrich	70	1,400	0,050	15 / 35	1,050
2	Schrenzlage	0,1	0,500	0,000	90000 / 90000	9,000
3	Trittschalldämmung 040	40	0,040	1,000	20 / 100	0,800
4	Beton (Dicke gemäß Statik)	250	2,300	0,109	80 / 130	20,000
5	Wärmedämmung 035	160	0,035	4,571	1 / 1	0,160
6	Putz aus Kalkzement	15	1,000	0,015	15 / 35	0,525
	gesamt	535,1				

Feuchteschutz

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



Auswertung

Der Schichtaufbau erfüllt die Anforderungen an den Feuchteschutz.

Hinweise zur Berechnung:

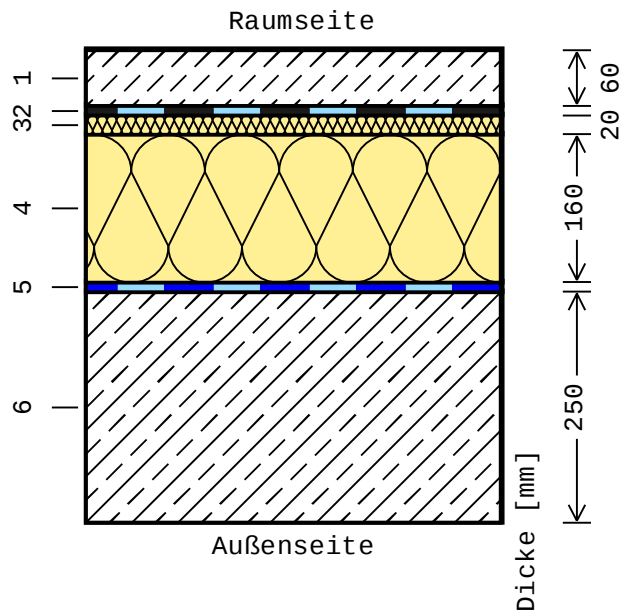
Die Auswertung fand mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ statt.

Als Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl (μ) 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.

BO2 - Bodenplatte Erweiterungsbau

$U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (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]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	$\mu_{\text{min}}/\mu_{\text{max}}$	s _d -Wert [m]
1	Anhydrit-Estrich	60	1,200	0,050	15 / 35	0,900
2	PE-Folie (sd-Wert = 20 m)	0,1	0,200	0,001	200000 / 200000	20,000
3	Trittschalldämmung EPS 040 (s' gemäß Schallschutz)	20	0,040	0,500	20 / 100	0,400
4	Wärmedämmung (MW) 035	160	0,035	4,571	1 / 1	0,160
5	Abdichtung gegen Erdreich nach DIN 18533	3	0,170	0,018	2000 / 20000	6,000
6	Beton (Dicke gemäß Statik)	250	2,300	0,109	80 / 130	32,500
	gesamt	493,1				

Feuchteschutz

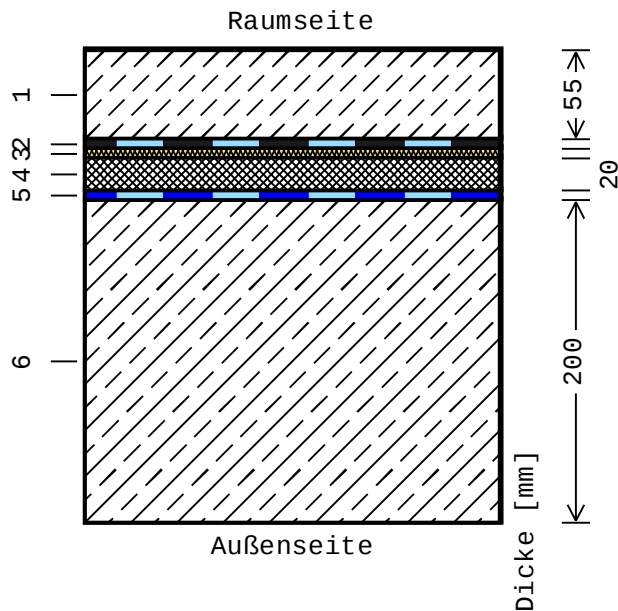
Hinweis:

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

- Bodenplatten mit raumseitiger Dämmung mit Abdichtung nach DIN 18533 nach 5.3.3.3

BO1 - Bodenplatte Bestand (Foyer)

$U = 0,77 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (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]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	$\mu_{\text{min}}/\mu_{\text{max}}$	s _d -Wert [m]
1	Estrich	55	1,400	0,039	15 / 35	0,825
2	PE-Folie (sd-Wert = 20 m)	0,1	0,200	0,001	200000 / 200000	20,000
3	Wärmedämmung 045	5	0,045	0,111	1 / 1	0,005
4	Wärmedämmung PIR 023	20	0,023	0,870	20 / 100	0,400
5	Abdichtung nach DIN 18533	3	0,170	0,018	2000 / 20000	6,000
6	Stahlbeton (Dicke gem. Statik)	200	2,300	0,087	80 / 130	26,000
	gesamt	283,1				

Feuchteschutz

Hinweis:

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

- Bodenplatten mit raumseitiger Dämmung mit Abdichtung nach DIN 18533 nach 5.3.3.3

Fenstertypen

F1

U _w -Wert [W/(m²K)]	1,1
g-Wert [-]	0,50
g-Korrektur [-]	0,90
Lichttransmissionsgrad τ_{D65} [-]	0,69
U-Verglasung [W/(m²K)]	0,50
Sonderverglasung	nein

PfR1

U _w -Wert [W/(m²K)]	0,90
g-Wert [-]	0,38
g-Korrektur [-]	0,90
Lichttransmissionsgrad τ_{D65} [-]	0,69
U-Verglasung [W/(m²K)]	0,50
Sonderverglasung	nein

Türen

T1

U-Wert [W/(m²K)]	1,3
Gesamtfläche [m²]	6,5

T2

U-Wert [W/(m²K)]	1,0
Gesamtfläche [m²]	3,8