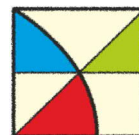


ENOTHERM
BAUPHYSIK

BERICHT

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

PROJEKT	E25-032 – Index a Erweiterung der Fahrzeughalle Steinwiese 3 59872 Meschede
BAUHERR	Hochsauerlandkreis Der Landrat Steinstraße 27 59872 Meschede
AUFTRAGGEBER	Hochsauerlandkreis Der Landrat Steinstraße 27 59872 Meschede
BEARBEITUNG	ENOTHERM GmbH – Niederlassung Dortmund Hauert 12 44227 Dortmund Tel. 0231 / 725464 - 12 Mail: c.lang@enotherm.de Projektleiter: Carolin Lang, M.Eng.



Inhaltverzeichnis

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	5
6	Weitere Hinweise und Erläuterungen	5
7	Zusatzanforderungen	6

Anlage

- Nachweisergebnisse / Dokumentation der Bauteilaufbauten

1 Allgemeines

Auf den folgenden Seiten erfolgt ein Nachweis für die Erweiterung der Fahrzeughalle am Zentrum für Feuerschutz und Rettungswesen des Hochsauerlandkreises in Meschede 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 v7.153

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	n.v.	0,4 W/(m ² K)
- transparente Außenbauteile	n.v.	1,9 W/(m ² K)
- Vorhangfassaden	n.v.	1,9 W/(m ² K)
- Glasdächer/Lichtbänder und Lichtkuppeln	n.v.	3,1 W/(m ² K)
Mittlerer U-Wert der Außenbauteile, Raumsolltemperatur 12°C bis $< 19^\circ\text{C}$		
- opake Außenbauteile	0,32 W/(m ² K)	0,6 W/(m ² K)
- transparente Außenbauteile	n.v.	3,5 W/(m ² K)
- Vorhangfassaden	n.v.	3,8 W/(m ² K)
- Glasdächer/Lichtbänder und Lichtkuppeln	1,8 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.

Gemäß DIN 4108-2 darf der Nachweis entfallen, wenn der auf die Grundfläche bezogene Fensterflächenanteil f_{AG} bei einer Fensterneigung von 0° bis 60° (Neigung gegenüber der Horizontalen) höchstens 7% beträgt sowie bei einer Fensterneigung über 60° bis 90° höchstens 15% (bei Nordorientierungen zwischen Nord-West und Nord-Ost) bzw. höchstens 10% (bei allen anderen Orientierungen). Diese Bedingungen sind bei der vorliegenden Gebäudeerweiterung erfüllt.

6 Weitere Hinweise und Erläuterungen

Die Bauausführung ist gemäß dem hiermit vorgelegten GEG-Nachweis 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.

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.

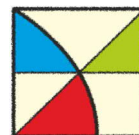
Gemäß GEG, § 63 müssen heizungstechnische Anlagen mit Wasser als Wärmeträger beim Einbau in Gebäude mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur raumweisen Regelung der Raumtemperatur ausgestattet werden. Von dieser Pflicht ausgenommen sind Fußbodenheizungen in Räumen mit weniger als sechs Quadratmetern 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.

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.



ENOTHERM
BAUPHYSIK

Nachweis gemäß GEG 2024 (Erweiterung/Ausbau)

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

Carolyn Lang

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

K. Schild



Kai Schild

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

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

ANLAGE

- Nachweisergebnisse / Dokumentation der Bauteilaufbauten

Inhaltsverzeichnis

Allgemein	2
Nachweisergebnisse	2
Gebäudedaten	3
Bautechnik	4
Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2	4
Übersicht der verwendeten Konstruktionen	5
Verwendete Konstruktionen	6
Fenstertypen	13
Türen	14

Allgemein

Nachweisergebnisse

Projekt: Erweiterung der Fahrzeughalle, Steinwiese 3, 59872 Meschede

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 (12-19 °C)	0,32	0,6	53,3 %
Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln (12-19 °C)	1,8	3,9	46,2 %

Die jährlichen Treibhausgasemissionen (äquivalente CO₂-Emissionen) nach GEG Anlage 9 betragen:
0,0 kg/(m²a).

Gebäudedaten

Geometrie

Nettovolumen V	1.803,7 m ³
Nettogrundfläche A _{NGF}	337,1 m ²
Thermische Hüllfläche	1.110,6 m ²
Geschosshöhe [m]	5,50
vereinfachte Ermittlung der charakteristischen Maße:	
Heizung (Gebäudegruppe 5)	
charakteristische Breite	8,40 m
charakteristische Länge	35,01 m
Trinkwarmwasser (Gebäudegruppe 4)	
charakteristische Breite	8,33 m
charakteristische Länge	37,88 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 Fahrzeughalle

Bezeichnung	Anforderung erfüllt	Wärmedurchlasswiderstand [$\text{m}^2\text{K/W}$]		Bauteilart
		Ist-Wert	Mindestwert	
BO1	ja	1,90	0,90	gegen Erdreich
AW1 - O	ja	4,00	1,75	leichtes Bauteil
AW2 - O	ja	2,96	0,55	
AW1 - W	ja	4,00	1,75	leichtes Bauteil
AW2 - W	ja	2,96	0,55	
AW1 - S	ja	4,00	1,75	leichtes Bauteil
AW2 - S	ja	2,96	0,55	
DA1	ja	5,80	1,20	

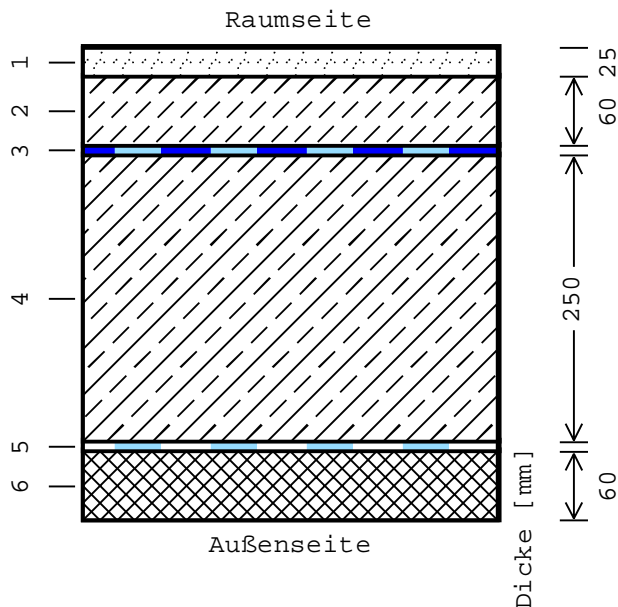
Übersicht der verwendeten Konstruktionen

Bezeichnung	U-Wert [W/(m²K)]	R _{si} / R _{se}	Dicke [cm]	Anzahl Bauteile	Fläche [m²]
BO1 - Bodenplatte mit Rüttelboden	0,483	0,17 / 0,00	39,9	1	396,6
AW1 - Isowand	0,264	0,13 / 0,04	10,1	3	215,8
AW2 - Sockel	0,349	0,13 / 0,04	34,0	3	34,6
DA1 - Trapezblechdach	0,170	0,10 / 0,04	20,9	1	376,6

Verwendete Konstruktionen

BO1 - Bodenplatte mit Rüttelboden

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

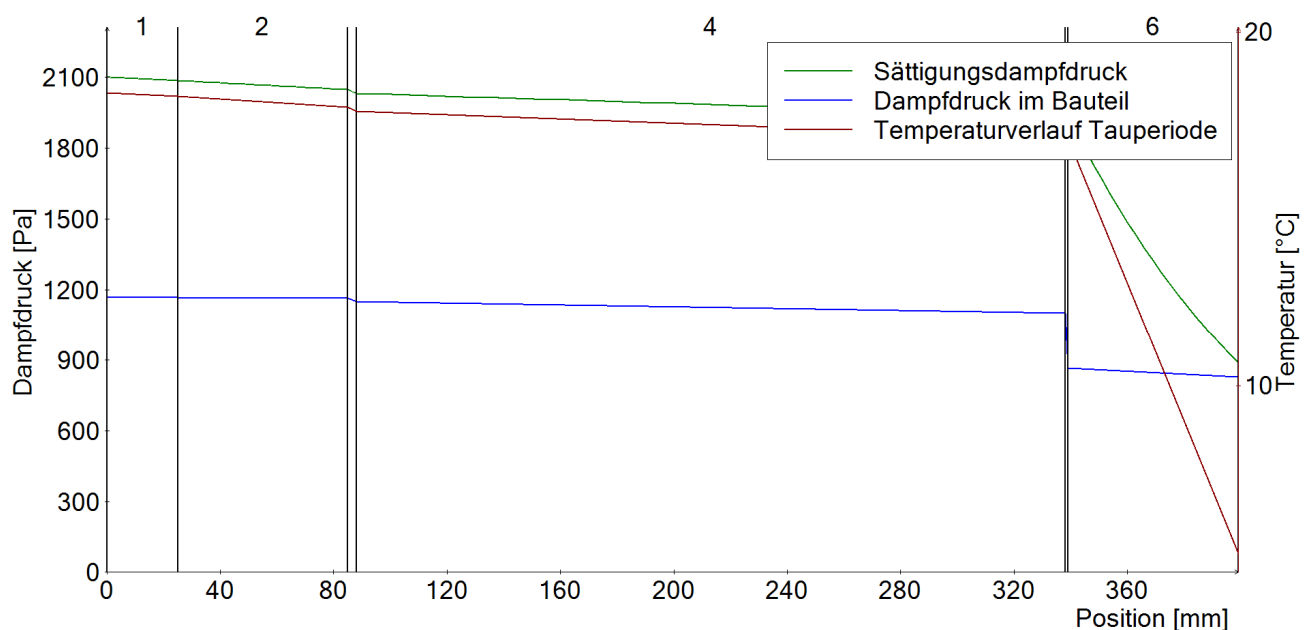


Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	μ_{\min}/μ_{\max}	s_d -Wert [m]
1	Zementmörtel	25	1,600	0,016	15 / 35	0,375
2	Zementestrich	60	1,400	0,043	15 / 35	0,900
3	Abdichtung nach DIN 18533	3	0,170	0,018	2000 / 20000	6,000
4	Stahlbeton (Dicke gemäß Statik)	250	2,300	0,109	80 / 130	20,000
5	Trennfolie (PE-Folie)	1	0,330	0,003	100000 / 100000	100,000
6	Perimeterdämmung XPS 035	60	0,035	1,714	80 / 250	15,000
	gesamt	399				

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:

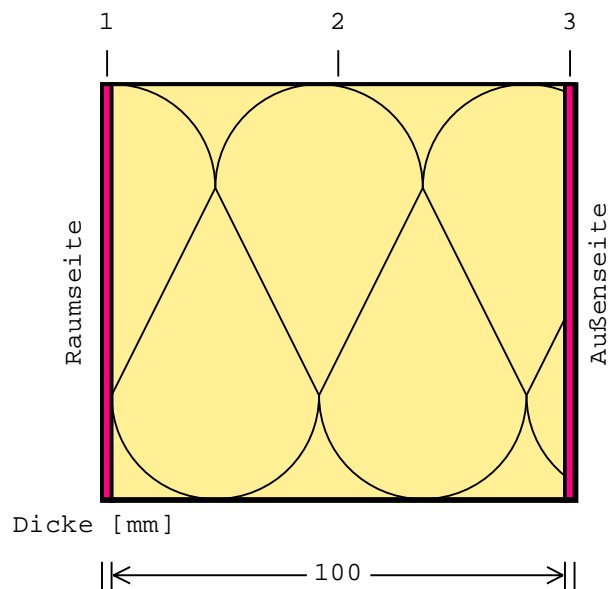
Die Auswertung fand mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ statt.

Als Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl (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.

AW1 - Isowand

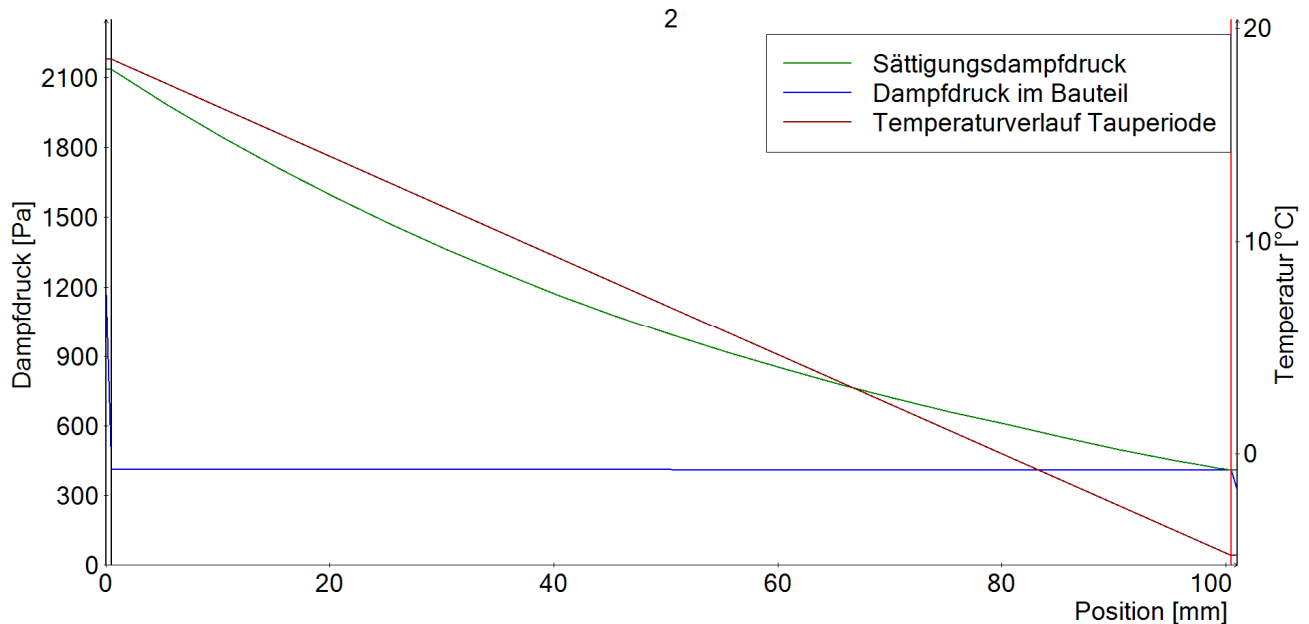
$U = 0,26 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (mit $R_{\text{si}} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{\text{se}} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$)
 (inklusive U-Wert-Zuschlag von $0,02 \text{ W/(m}^2\text{K)}$)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	$\mu_{\text{min}}/\mu_{\text{max}}$	s_d -Wert [m]
1	Stahl	0,5	50,000	0,000	999999 / 999999	499,9995
2	Wärmedämmung PUR 025	100	0,025	4,000	40 / 200	4,000
3	Stahl	0,5	50,000	0,000	999999 / 999999	499,9995
	gesamt	101				

Feuchteschutz

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



Auswertung

Tauwasserausfall zwischen Schicht 2 und Schicht 3 ($x = 100,5 \text{ mm}$)

Tauwassermasse = 2 g/m^2

Verdunstungsmasse = 3 g/m^2

Der Schichtaufbau erfüllt die Anforderungen an den Feuchteschutz. Die insgesamt zulässige flächenbezogene Tauwassermasse beträgt 500 g/m^2 , die berechnete Tauwassermasse beträgt 2 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 (μ) wurde für alle innenliegenden Schichten der kleinstmögliche, für die äußerste Schicht hingegen der größtmögliche Wert angesetzt.

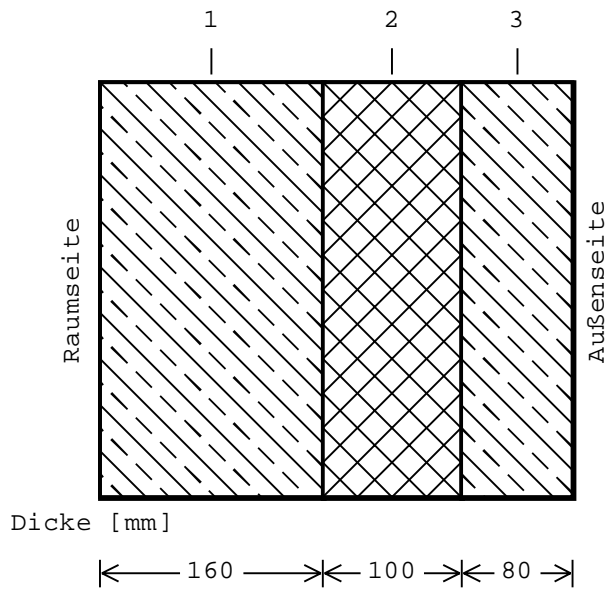
Bei Holz ist eine Erhöhung des massebezogenen Feuchtegehaltes um mehr als 5%, bei Holzwerkstoffen um mehr als 3% nicht zulässig. Ausgenommen sind hierbei Holzwolke-Leichtbauplatten und Mehrschicht-Leichtbauplatten nach DIN 1101. (Siehe DIN 4108-3:2018-10, Abschnitt 5.2.2d.)

Diese Bedingung wurde hier nicht überprüft.

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

AW2 - Sockel

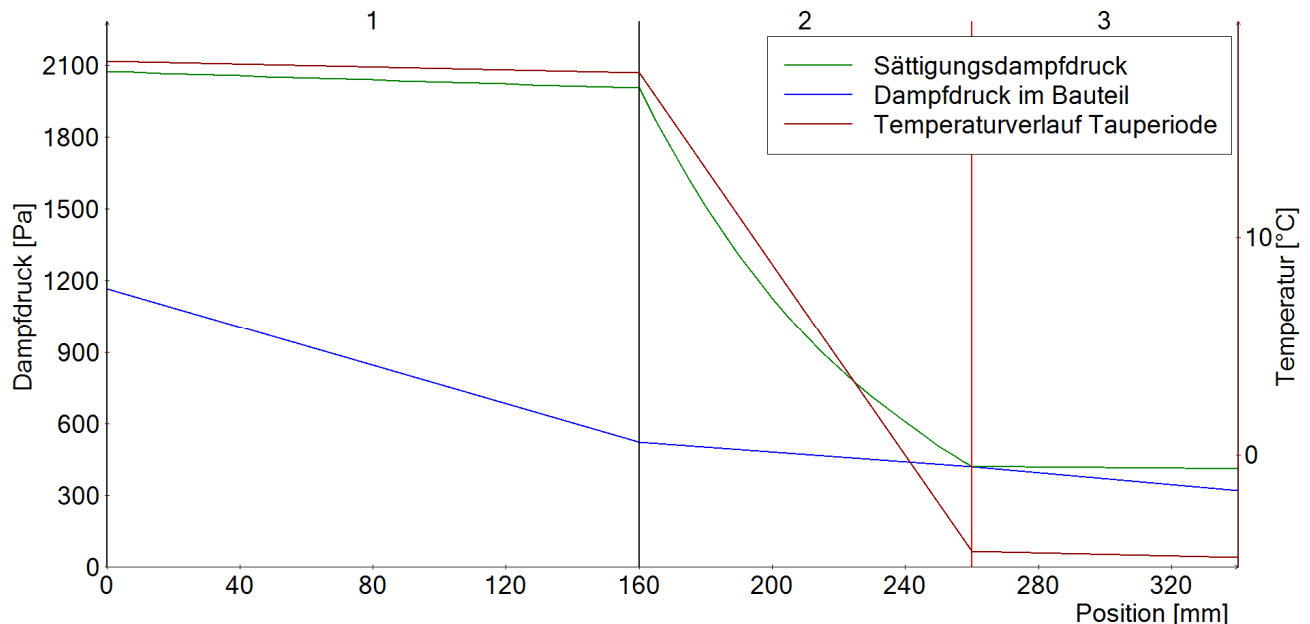
$U = 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (mit $R_{\text{si}} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{\text{se}} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$)
 (inklusive U-Wert-Zuschlag von $0,03 \text{ W/(m}^2\text{K)}$)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	$\mu_{\text{min}}/\mu_{\text{max}}$	s _d -Wert [m]
1	Stahlbeton (Dicke gemäß Statik)	160	2,300	0,070	80 / 130	12,800
2	Wärmedämmung (EPS) 035	100	0,035	2,857	20 / 100	2,000
3	Stahlbeton (Dicke gemäß Statik)	80	2,300	0,035	80 / 130	10,400
	gesamt	340				

Feuchteschutz

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



Auswertung

Tauwasserausfall zwischen Schicht 2 und Schicht 3 ($x = 260 \text{ mm}$)

Tauwassermasse = 63 g/m^2

Verdunstungsmasse = 127 g/m^2

Der Schichtaufbau erfüllt die Anforderungen an den Feuchteschutz. Die insgesamt zulässige flächenbezogene Tauwassermasse beträgt 500 g/m^2 , die berechnete Tauwassermasse beträgt 63 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 (μ) wurde für alle innenliegenden Schichten der kleinstmögliche, für die äußerste Schicht hingegen der größtmögliche Wert angesetzt.

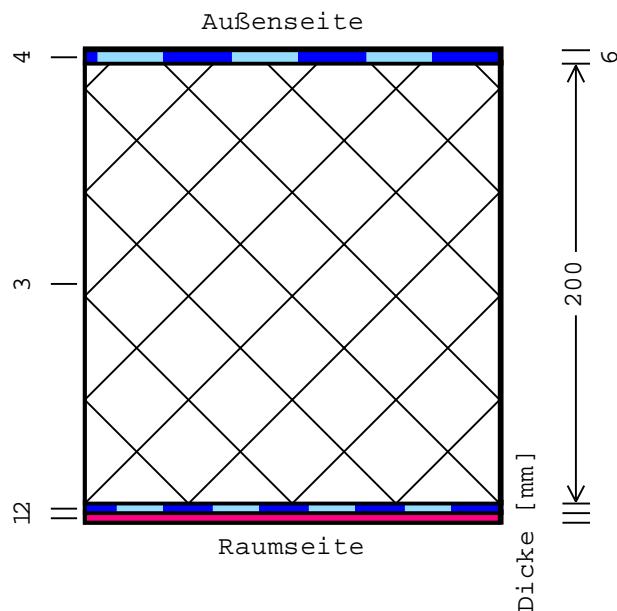
Bei Holz ist eine Erhöhung des massebezogenen Feuchtegehaltes um mehr als 5%, bei Holzwerkstoffen um mehr als 3% nicht zulässig. Ausgenommen sind hierbei Holzwolke-Leichtbauplatten und Mehrschicht-Leichtbauplatten nach DIN 1101. (Siehe DIN 4108-3:2018-10, Abschnitt 5.2.2d.)

Diese Bedingung wurde hier nicht überprüft.

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

DA1 - Trapezblechdach

$U = 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (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]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	μ_{min}/μ_{max}	s _d -Wert [m]
1	Stahl	1,5	50,000	0,000	999999 / 999999	1499,9985
2	Dampfbremse sd = 10 m	1	0,330	0,003	10000 / 10000	10,000
3	Wärmedämmung (EPS) 035	200	0,035	5,714	20 / 100	4,000
4	Abdichtung Dach nach DIN 18531	6	0,170	0,035	20000 / 20000	120,000
	gesamt	208,5				

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)

Fenstertypen

LK1 - Lichtband

U _w -Wert [W/(m²K)]	1,8
g-Wert [-]	0,70
g-Korrektur [-]	0,90
Lichttransmissionsgrad τ_{D65} [-]	0,64
U-Verglasung [W/(m²K)]	2,30
Sonderverglasung	nein

Türen

T1 - Tor

U-Wert [W/(m²K)]	1,8
Gesamtfläche [m²]	64,8

T2 - Tür

U-Wert [W/(m²K)]	2,0
Gesamtfläche [m²]	2,2