

BERICHT

Entwurfsplanung - Wärmeschutz/Energiebilanzierung (Erweiterung/Ausbau eines bestehenden Nichtwohngebäudes)

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

Inhaltverzeichnis

1	Allgemeines	3
2	Grundlagen	3
3	Kenndaten von Bauteilen und Anlagentechnik	3
3.1	Opake Bauteile	3
3.2	Transparente Bauteile	4
3.1	Pflicht zur Nutzung erneuerbarer Energien / unvermeidbarer Abwärme	4
3.2	Gebäudeautomation	4
4	Luftdichtheitsmessung	5
5	Berücksichtigung des Einflusses der Wärmebrücken	5
6	Sommerlicher Wärmeschutz	6

Anlage

- Sommerlicher Wärmeschutz
- Bauteilaufbauten

1 Allgemeines

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

Es ist geplant, den Energiestandard gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG 2024) zu erreichen.

2 Grundlagen

Grundlagen der Entwurfsplanung ist der Vorabzug der Ausführungsplanung

3 Kenndaten von Bauteilen und Anlagentechnik

3.1 Opake Bauteile

Eine ausführliche Beschreibung der Bauteilaufbauten ist in der Anlage enthalten. Tabelle 3.1 enthält eine Zusammenstellung der geplanten Dämmschichtdicken/-qualitäten.

Tabelle 3.1 Dämmschichtdicken/-qualitäten der energetisch relevanten opaken Bauteile

Positionsnummer	Bezeichnung	Dämmschichtdicke und Wärmeleitfähigkeit
AW1	Stahlbetonaußenwand mit WDVS	$d = 16 \text{ cm}$, $\lambda_B = 0,035 \text{ W/(mK)}$
DA1	Flachdach mit Gefälledämmung	$d = 18 \text{ cm i.M.}$, $\lambda_B = 0,035 \text{ W/(mK)}$
DE1	Decke nach unten gegen Außenluft	$d = 16 \text{ cm}$, $\lambda_B = 0,035 \text{ W/(mK)}$ + Trittschalldämmung
BO1	Bodenplatte Bestand (Foyer)	$d = 2 \text{ cm}$, $\lambda_B = 0,023 \text{ W/(mK)}$ + $d = 0,5 \text{ cm}$, $\lambda_B = 0,045 \text{ W/(mK)}$ (Verbundplatte PIR/PE wg. Trittschall)
BO2	Bodenplatte Erweiterungsbau	$d = 16 \text{ cm}$, $\lambda_B = 0,035 \text{ W/(mK)}$ + Trittschalldämmung
T1	2-flg. Tür in Pfosten-Riegel-Konstruktion	$U = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
T2	1-flg. Tür in Pfosten-Riegel-Konstruktion	$U = 1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

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.

Bei den Bauteilen 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.

3.2 Transparente Bauteile

→ siehe Anlage

Tabelle 3.2 Zusammenstellung wichtiger Kenndaten für die transparenten Bauteile

Positions-nr.	Bezeichnung		Wärmedurchgangs-koeffizient U_w in W/m^2K	Gesamtenergie-durchlassgrad		Abminderungsfaktor Sonnenschutz- vorrichtung F_c^{**}	Sonnenschutz- vorrichtung	Einbauort
	Rahmentyp	Verglasungstyp		$g_{\perp}$	g_{total}^*			
PfR1	Pfosten-Riegel	Dreifach-Verglasung	0,9	0,38	0,38	1,00	keine	West- und Ost-Fassade
F1	Fenster	Dreifach-Verglasung	1,1	0,50	0,50	1,00	keine	Sanitärbereich EG

* die Anforderung des sommerlichen Wärmeschutznachweises besteht an g_{total} : $g_{total} = g_{\perp} \cdot F_c$. Sollte wahlweise der g -Wert der Verglasung oder der Abminderungswert F_c des Sonnenschutzes von den Vorgaben abweichen, ist der entsprechend andere Wert ebenfalls anzupassen, sodass g_{total} nicht überschritten wird.

** Der F_c -Wert beschreibt die kombinierte Wirkung von Verglasung und Sonnenschutz. Für das eingebaute Produkt ist seitens des Herstellers nachzuweisen, dass der angesetzte F_c -Wert in Kombination mit der jeweiligen Verglasung erreicht wird.

3.1 Pflicht zur Nutzung erneuerbarer Energien / unvermeidbarer Abwärme

Gemäß GEG §71 darf eine Heizungsanlage in einem Gebäude nur eingebaut werden, wenn sie mindestens 65 Prozent der mit der Anlage bereitgestellten Wärme mit erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme erzeugt.

3.2 Gebäudeautomation

Gemäß GEG §71 a Absatz 3 in Verbindung mit der Drucksache 20/6875 zum Gesetzgebungsverfahren muss ein neu zu errichtendes Nichtwohngebäude mit einer Nennleistung der Heizungs-, Kälte- oder Lüftungsanlagen von mehr als 290 kW mit einem System für die Gebäudeautomation entsprechend dem Automatisierungsgrad B gemäß DIN V 18599-11:2018-09 ausgestattet sein. Es muss sichergestellt werden, dass dieses System die Kommunikation zwischen miteinander verbundenen gebäudetechnischen Systemen und anderen Anwendungen innerhalb des Gebäudes ermöglicht und gemeinsam mit anderen Typen gebäudetechnischer Systeme betrieben werden kann, auch bei unterschiedlichen herstellereigenen Technologien, Geräten und Herstellern.

Der für die Gebäudetechnik verantwortliche Fachplaner muss die Nennleistung der technischen Anlagen ermitteln und, wenn die o.g. Grenze überschritten ist, die GEG-konforme Planung und Umsetzung des Gebäudeautomationssystems begleiten.

Ferner muss das Gebäude ein technisches Inbetriebnahme-Management einschließlich der Einregelung der gebäudetechnischen Anlagen durchlaufen, um einen optimalen Betrieb zu gewährleisten. Das technische Inbetriebnahme-Management muss mindestens den Zeitraum einer Heizperiode für Anlagen zur Wärmeerzeugung und mindestens eine Kühlperiode für Anlagen zur Kälteerzeugung erfassen. Die Ausführung und Dokumentation des Inbetriebnahme-Managements obliegt den jeweils ausführenden Fachfirmen. Orientierung für die Durchführung des Inbetriebnahme-Managements kann das Regelwerk VDI 6039 sowie die AHO-Schriftenreihe Heft 19 bieten.

4 Luftdichtheitsmessung

Nach Rücksprache mit dem Auftraggeber ist keine Luftdichtheitsmessung der Gebäudehülle geplant.

5 Berücksichtigung des Einflusses der Wärmebrücken

Bei dem vorliegenden Gebäude ist ein pauschaler Wärmebrückenzuschlag $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angesetzt worden. Somit bestehen keine speziellen Anforderungen an die Ausführung der Anschlussdetails. Gemäß DIN 4108-2 ist jedoch der Mindestwärmeschutz im Bereich von Wärmebrücken einzuhalten. Unabhängig davon, dass seitens des Energieeinsparnachweises keine speziellen Anforderungen an die Ausführung der Anschlussdetails bestehen, empfehlen wir folgende Punkte bei der Ausführung zur Reduzierung der Wärmeverluste über Wärmebrücken (soweit diese projektspezifisch vorliegen) zu berücksichtigen

- Überdämmung von Fenster- und Türrahmen
- Verwendung thermischer Trennelemente bei auskragenden Bauteilen wie z.B. Balkonplatten
- Einbau einer Kimmsteinlage aus Kimmsteinen oder aus Mauerwerk mit niedriger Wärmeleitfähigkeit bei Außen- und Innenwänden auf Bodenplatte/unbeheiztem Keller/Tiefgarage, wenn ansonsten ein Mauerwerk mit höherer Wärmeleitfähigkeit (z.B. Kalksandstein) eingebaut wird und eine unterseitige Dämmung der Bodenplatte/Decke nicht vorgesehen ist. Die Möglichkeiten des Einbaus einer Kimmsteinlage ist durch den Statiker zu prüfen.
- Außenseitige Dämmung des Sockelbereichs bis ca. 80 cm unter Geländeoberkante, sofern bei den Außenwänden keine Kimmsteinlage wie unter Abs. 5 beschrieben eingebaut wird
- Vollständige Umdämmung der Attika sowie von Unterzügen in Tiefgaragen
- Oberseitige Dämmung des Mauerwerks beim Ortgang

6 Sommerlicher Wärmeschutz

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 1 bis 7 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.

Aufgestellt

ANLAGE

- Sommerlicher Wärmeschutz
- Bauteilaufbauten

Bautechnik

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: $S_{\text{vorh}} = 7,55 / 75,2 = 0,100$.

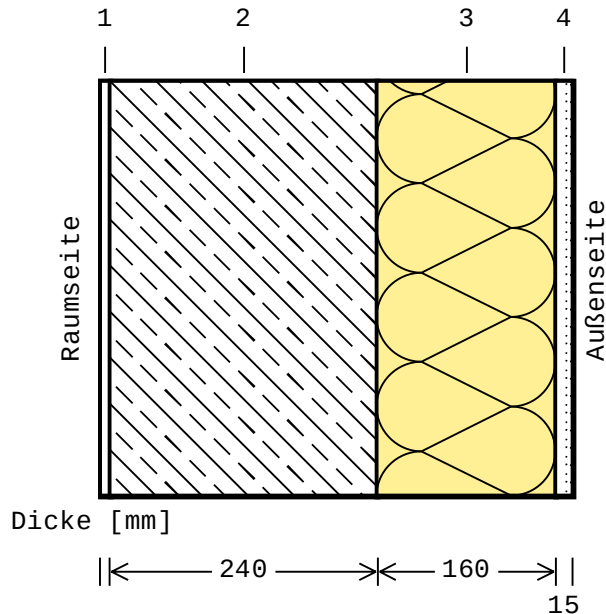
Übersicht der verwendeten Konstruktionen

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

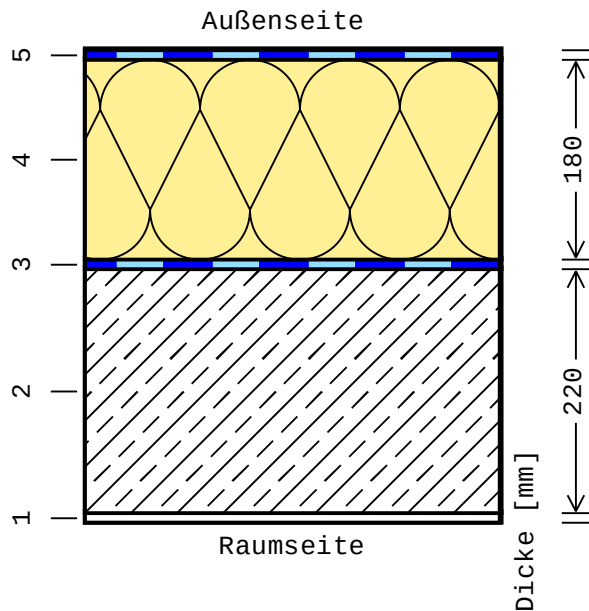
Hinweis:

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

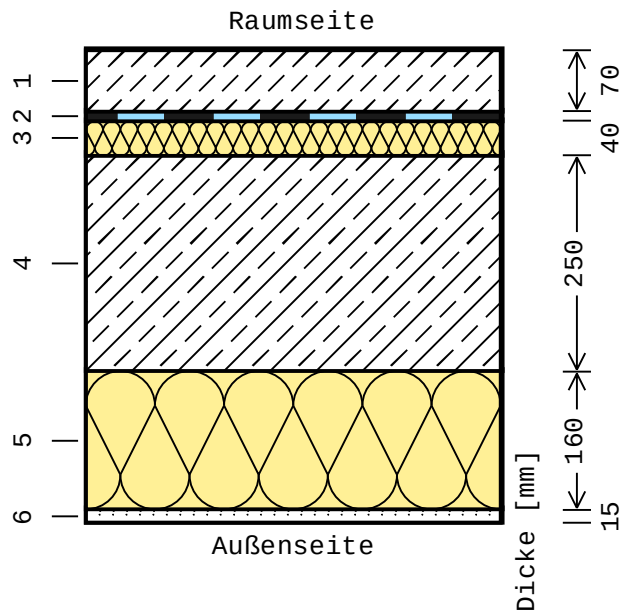
Hinweis:

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

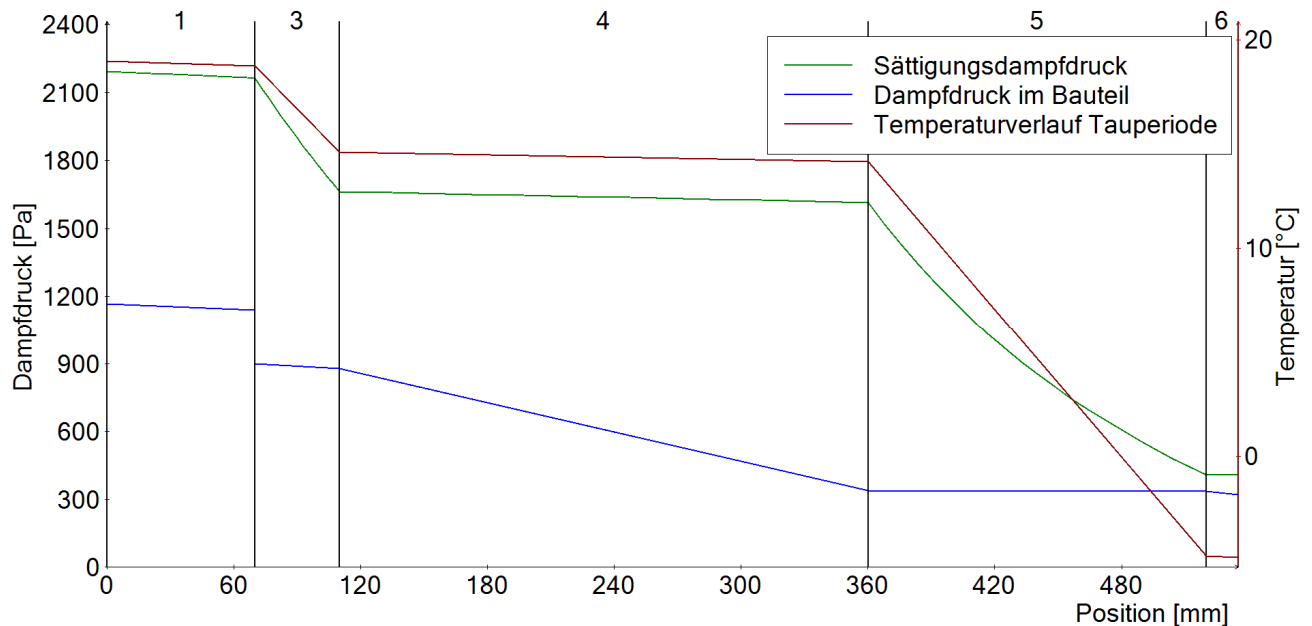
$U = 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (mit $R_{\text{si}} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{\text{se}} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$)



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:

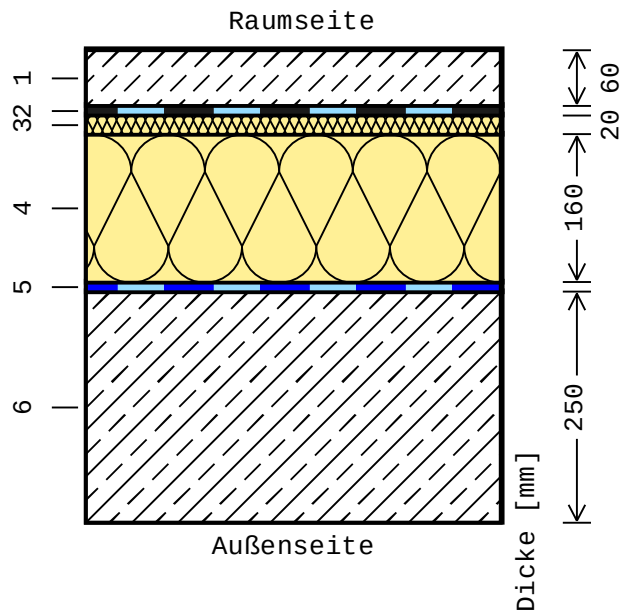
Die Auswertung fand mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ statt.

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 (s _d -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

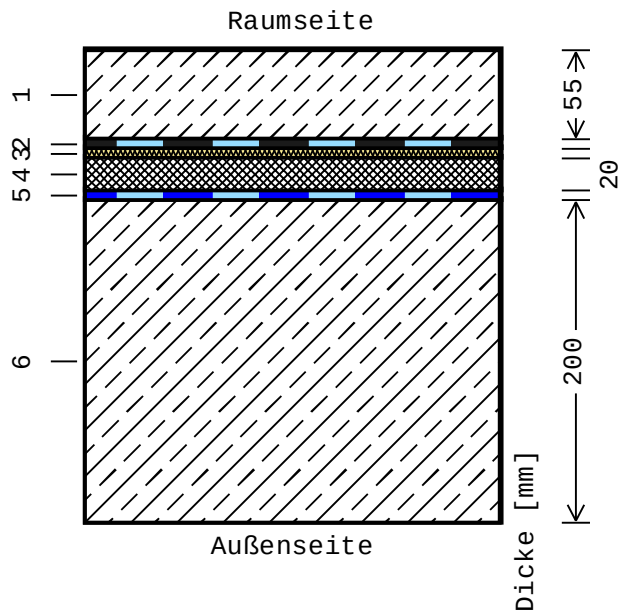
Hinweis:

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 [m²K/W]	$\mu_{\text{min}}/\mu_{\text{max}}$	sd-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