

Building Solutions

building physics
sustainable buildings
acoustics & audiovisual design

Müller-BBM Building Solutions GmbH
Standort Gelsenkirchen
Fritz-Schupp-Straße 4
45899 Gelsenkirchen

Telefon +49(209)389396 0
Telefax +49(89)999507 62

www.mbbm-bso.com

B. Sc. Calvin Sliwanski
Telefon +49(209)389396 16
Calvin.Sliwanski@mbbm-bso.com

24. Oktober 2024
B152948/06 Version 2 SLW/GLK

Grundschule an der Ruhr, Mintarder Weg 43 in Essen-Kettwig

**Fortschreibung des
Gleichwertigkeitsnachweis nach
Beiblatt 2 zur DIN 4108**

Bericht Nr. B152948/06

Auftraggeber:

SSP AG
Lise-Meitner-Allee 30
44801 Bochum

Bearbeitet von:

B. Sc. Calvin Sliwanski

Berichtsumfang:

Insgesamt 43 Seiten, davon
18 Seiten Textteil,
25 Seiten Anhang

Müller-BBM Building Solutions GmbH
Standort Gelsenkirchen
HRB München 278753
USt-IdNr. DE355267779

Geschäftsführer:
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Grundlagen	3
3	Anforderungen	4
4	Rechenmodell und angesetzte Randbedingungen	4
5	Wärmebrückenberechnung	6
5.1	Außenwand an Bodenplatte	6
5.2	Aufzuginnenwand an Bodenplatte	7
5.1	Außenwand an Streifenfundament, Optimierungsvorschlag	8
5.2	Fensteranschluss Bodenplatte	9
5.3	Fensterbrüstung im Sockelbereich mit Dämmklotz	10
5.4	Fensterbrüstung Regelfassade mit Dämmklotz	11
5.5	Fensterlaibung mit Dämmklotz	12
5.6	Fenstersturz mit Lamellenvorrichtung mit Dämmklotz	13
5.7	Pfosten-Riegel-Fassade Laibungsanschluss	14
5.8	Geschossdecke an zurückspringendem Obergeschoss	15
5.9	Einbindende Geschossdecke an Außenwand	16
5.10	Attika	17
6	Zusammenfassung	18

Anhang Detaillierte Wärmebrückenberechnung

1 Aufgabenstellung

Beim vorliegenden Bauvorhaben handelt es sich um den Neubau der Schule an der Ruhr in Essen-Kettwig bestehend aus einer zweizügigen Grundschule und einer Einfach-Sporthalle.

Im Rahmen des energetischen Konzepts wird angestrebt, bei dem geplanten Neubau den Passivhaus-Standard zu erzielen, wobei eine Zertifizierung auf Grundlage des Passivhaus-Projektierungspakets (PHPP) nicht erforderlich ist.

Die konstruktiv bedingten Wärmebrücken sollen in den Berechnungen mit dem pauschalen Ansatz nach GEG § 24 in Verbindung mit DIN V 18599 von $\Delta U_{WB} = 0,03 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ berücksichtigt werden.

Die Gleichwertigkeit der vorhandenen Wärmebrücken zu den Planungsbeispielen nach DIN 4108 Beiblatt 2 wird im vorliegenden Bericht nachgewiesen.

Im nachfolgenden Bericht sind die zum aktuellen Planungsstand der Genehmigungsplanung detailliert vorliegenden Wärmebrücken aufgeführt und berechnet worden. Hierbei handelt es sich um die Fortschreibung des ersten Berichts zum Gleichwertigkeitsnachweis der Wärmebrücken.

2 Grundlagen

- [1] Planunterlagen der Genehmigungsplanung (Grundrisse, Schnitte und Ansichten), Maßstab 1:100, Stand 30.08.2023, erstellt von SSP AG
- [2] Diverse Detailpunkte, Stand 26.08.2024, Maßstab 1:5 sowie 1:20, erstellt von SSP AG
- [3] Müller-BBM Bericht B152948/04 vom 11.05.2023: „Entwurfsplanung Wärmeschutz“
- [4] DIN 4108-2: 2013-02: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
- [5] DIN 4108 Beiblatt 2: 2019-06: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele
- [6] Berechnungsprogramm ZUB-Argos 8 Pro, Fa. ZUB, Kassel

3 Anforderungen

Um beim Nachweis nach Gebäudeenergiegesetz den reduzierten Wärmebrückenzuschlag von $\Delta U_{WB} = 0,03 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ ansetzen zu dürfen, muss die Gleichwertigkeit mit den im Beiblatt 2 der DIN 4108 aufgeführten Planungsbeispiele der Kategorie B gegeben sein. Die Gleichwertigkeit ist gegeben, wenn der vorhandene längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient ψ den jeweils geforderten Wert einhält bzw. unterschreitet.

Entsprechend DIN 4108 Beiblatt 2 werden folgende Details vernachlässigt:

- Anschluss Außenwand/Außenwand (Außen- und Innenecke)
- Anschluss Innenwand an durchlaufende Außenwand und Außenbauteile, die eine durchlaufende Dämmschicht mit einer Dicke $\geq 100 \text{ mm}$ bei einer Wärmeleitfähigkeit von $0,04 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ aufweisen
- einzeln auftretende Türanschlüsse,
- Anschluss Geschossdecke an Außenwand mit $R \geq 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$
- kleinräumige Querschnittsänderungen
- kleinflächige Bauteile (z. B. Unterzüge) mit außenseitiger Wärmedämmung mit einem Wärmedurchlasswiderstand $R \geq 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

4 Rechenmodell und angesetzte Randbedingungen

Die zu betrachtenden Details wurden zur rechnerischen Ermittlung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ in ein 2-dimensionales FE-Rechenprogramm [6] eingegeben.

Für die rechnerische Ermittlung des Wärmestroms im Bereich von Wärmebrücken sind nach DIN 4108-2 [5] folgende Randbedingungen anzusetzen:

- | | |
|--|--|
| - Raumlufthtemperatur (beheizte Räume) | $\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| - unbeheizter Keller | $\theta_e = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| - Erdreich (> 1 m Tiefe) | $\theta_e = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| - Außenlufttemperatur | $\theta_e = -5 \text{ }^\circ\text{C}$ |

Für die Wärmeübergangswiderstände gilt:

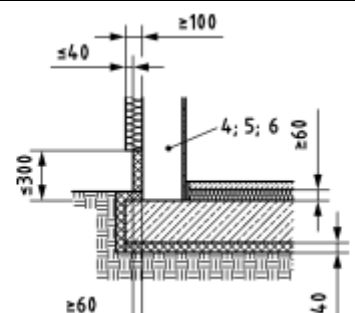
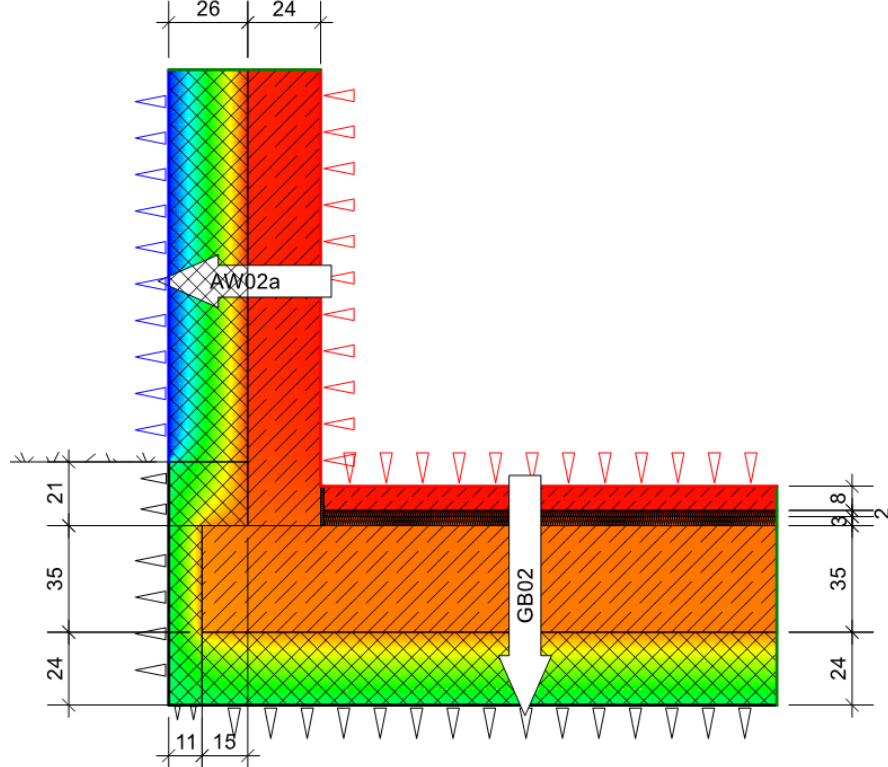
- Innen (Wärmestrom horizontal)	$R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$
- Innen (Wärmestrom nach oben)	$R_{si} = 0,10 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$
- Innen (Wärmestrom nach unten)	$R_{si} = 0,17 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$
- Außen (Außenluft)	$R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$
- Außen (belüftet)	$R_{se} = 0,13 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$
- Außen (Erdreich)	$R_{se} = 0 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$
- Außen (Flachdach)	$R_{se} = 0,13 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

Als Materialdaten wurden folgende Kennwerte der Wärmeleitfähigkeit λ eingesetzt:

- Stahlbeton:	$\lambda = 2,300 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
- Zementestrich	$\lambda = 1,400 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
- Massivholz:	$\lambda = 0,130 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
- Wärmedämmung (Außenwand):	$\lambda = 0,035 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
- Wärmedämmung (Dach, Terrasse):	$\lambda = 0,035 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
- Perimeterdämmung (Bodenplatte, Sockelwand):	$\lambda = 0,038 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
- Trittschalldämmung:	$\lambda = 0,040 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
- Ausgleichsdämmung:	$\lambda = 0,040 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
- Randdämmstreifen:	$\lambda = 0,040 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
- Fenster-Ersatzelement (gemäß DIN 4108 Beiblatt 2):	$\lambda = 0,130 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
- Fenster-Dämmklotz	$\lambda \leq 0,080 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
- Stahllaibungsblech	$\lambda \leq 50,000 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$

Nicht relevante Schichten, wie Abdichtungen etc., wurden im Modell nicht berücksichtigt.

5.1 Außenwand an Bodenplatte

<p>21</p> <p>Bodenplatte auf Erdreich Flachgründung</p> <p>Außenwand außengedämmt</p> <p>Bodenplatte innen- und außengedämmt</p>		<p>$\leq 0,22$</p>
<p>Vorhandener Anschluss:</p>		
		
<p>Bewertung der Gleichwertigkeit nach DIN 4108, Bbl. 2:</p>		
<p>Anforderung</p> <p>$\psi \leq 0,22 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$</p>	<p>Vorhandener Wert</p> <p>$\psi = 0,05 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$</p>	<p>Anforderung erfüllt</p>

Seite 6

5.2 Aufzuginnenwand an Bodenplatte

Hierbei handelt es sich um den Anschluss der Innenwand des Aufzugs an die Bodenplatte des beheizten Erdgeschosses.

Planungsbeispiel nach DIN 4108, Beiblatt 2 für den Anschluss:			
89	<div>Bodenplatte auf Erdreich Flach- gründung Innenwand massiv Bodenplatte innen- und außengedämmt</div>		$\leq 0,13$
Vorhandener Anschluss			
Bewertung der Gleichwertigkeit nach DIN 4108, Bbl. 2:			
Anforderung $\psi \leq 0,13 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	Vorhandener Wert $\psi = 0,00 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	Anforderung erfüllt	

Die detaillierte Berechnung ist in Anhang A abgebildet.

5.1 Außenwand an Streifenfundament, Optimierungsvorschlag

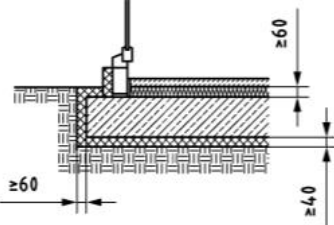
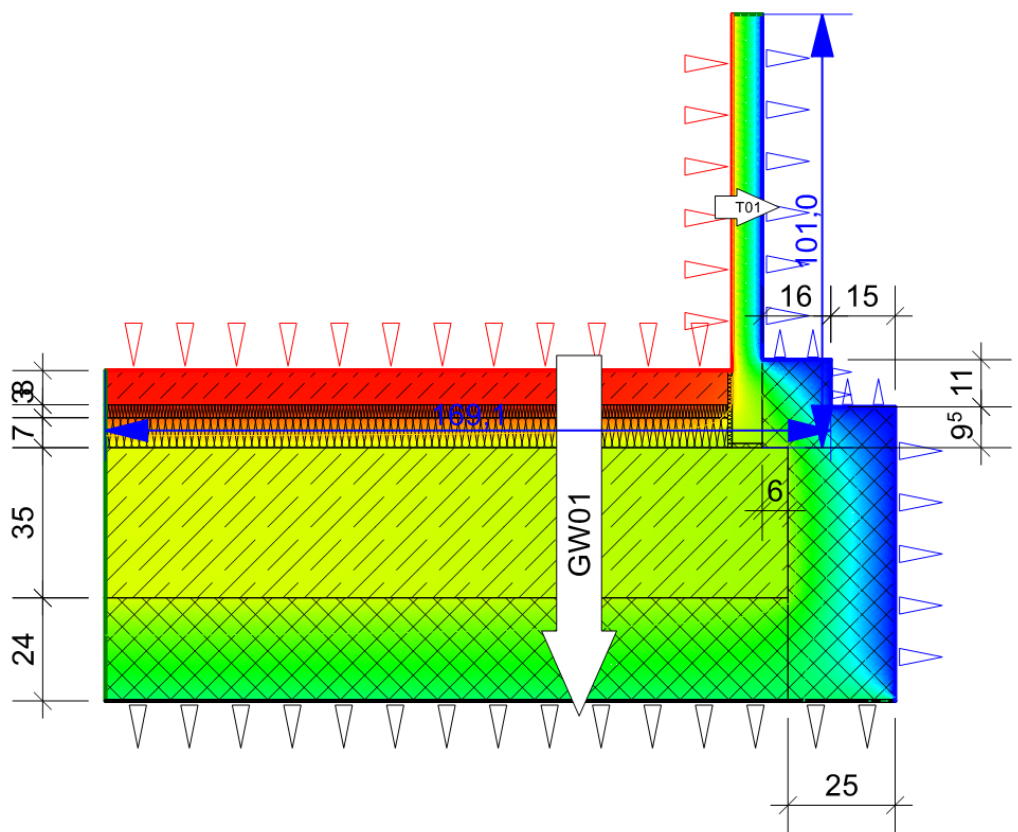
Hierbei handelt es sich um eine optimierte Variante des Anschlusses der Außenwand (AW02) an das Streifenfundament. Das Fundament sowie die umliegende Perimeterdämmung befinden sich nun 1,50 m im Erdreich. Für die Ausgleichsdämmung ist abweichend eine Wärmeleitfähigkeit von $\lambda \leq 0,032 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ erforderlich.

Planungsbeispiel nach DIN 4108, Beiblatt 2 für den Anschluss:			
20	<div>Bodenplatte auf Erdreich Streifenfundament Außenwand außengedämmt mit Wärmedämmstein Bodenplatte innen und außengedämmt</div>		<div>gilt auch für Mauerwerk aus Material 4 ohne Wärmedämmstein $\leq 0,36$</div>
Vorhandener Anschluss:			
Bewertung der Gleichwertigkeit nach DIN 4108, Bbl. 2:			
Anforderung $\psi \leq 0,36 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$	Vorhandener Wert $\psi = 0,36 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$	Anforderung erfüllt	

Die detaillierte Berechnung ist in Anhang A abgebildet.

5.2 Fensteranschluss Bodenplatte

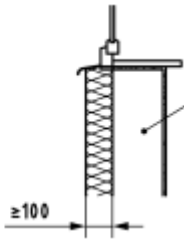
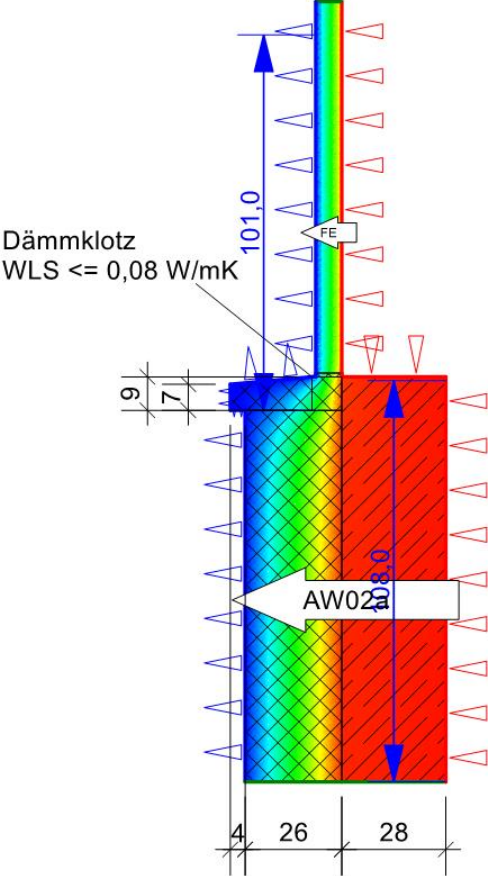
Hierbei handelt es sich um den Anschluss aller Regelfenster oder verglasten Türen im Bereich der Bodenplatte.

Planungsbeispiel nach DIN 4108, Beiblatt 2 für den Anschluss		
24	<div>Bodenplatte auf Erdreich Flachgründung Fenstertür Bodenplatte innen- und außergedämmt</div>	<div></div> <div>die Sockeldämmung ist in mindestens gleicher Dicke auf das Verbreiterungsprofil fortzusetzen</div> <div>$\psi_{ref,Ers} \leq -0,05$ / $\psi_{ref,det} \leq 0,03$</div>
Vorhandener Anschluss:		
		
Bewertung der Gleichwertigkeit nach DIN 4108, Bbl. 2:		
Anforderung $\psi \leq -0,05 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	Vorhandener Wert $\psi = -0,23 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	Anforderung erfüllt

Die detaillierte Berechnung ist in Anhang A abgebildet.

5.3 Fensterbrüstung im Sockelbereich mit Dämmklotz

Hierbei handelt es sich um den Anschluss aller Regelfenster an die Brüstung im Sockelbereich.

Planungsbeispiel nach DIN 4108, Beiblatt 2 für den Anschluss				
221	Fensterbrüstung Außenwand außengedämmt Blendrahmen in Dämmebene		Fensterlage gilt für Blendrahmen vollständig in Dämmebene	$\psi_{\text{ref,Ers}}$ $\leq 0,02$ / $\psi_{\text{ref,det}}$ $\leq 0,10$
Vorhandener Anschluss:				
				
Bewertung der Gleichwertigkeit nach DIN 4108, Bbl. 2:				
Anforderung $\psi \leq 0,02 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	Vorhandener Wert $\psi = 0,02 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	Anforderung erfüllt		

Die detaillierte Berechnung ist in Anhang A abgebildet.

5.4 Fensterbrüstung Regelfassade mit Dämmklotz

Hierbei handelt es sich um den Anschluss aller Regelfenster an die Außenwand.

Planungsbeispiel nach DIN 4108, Beiblatt 2 für den Anschluss				
221	Fensterbrüstung Außenwand außengedämmt Blendrahmen in Dämmebene		Fensterlage gilt für Blendrahmen vollständig in Dämmebene	$\psi_{\text{ref,Ers}}$ $\leq 0,02$ / $\psi_{\text{ref,det}}$ $\leq 0,10$
Vorhandener Anschluss:				
Bewertung der Gleichwertigkeit nach DIN 4108, Bbl. 2:				
Anforderung $\psi \leq 0,02 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$	Vorhandener Wert $\psi = 0,01 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$		Anforderung erfüllt	

Die detaillierte Berechnung ist in Anhang A abgebildet.

5.5 Fensterlaibung mit Dämmklotz

Hierbei handelt es sich um den Anschluss aller Regelfenster an die Außenwand.

Planungsbeispiel nach DIN 4108, Beiblatt 2 für den Anschluss					
227	Fensterlaibung Außenwand außengedämmt Blendrahmen in Dämmebene		Überdämmung ≥ 3 cm (inklusive 1 cm Fuge) gilt auch für Fenster mit Führungsschienen (direkt auf dem Blend- rahmen befestigte Führungsschienen dürfen die Außenkante des Blendrahmens nicht überschreiten) Fensterlage gilt für Blendrahmen vollständig in der Dämmebene	$\psi_{\text{ref,Ers}}$ $\leq 0,02$ / $\psi_{\text{ref,det}}$ $\leq 0,07$	B
Vorhandener Anschluss:					
Bewertung der Gleichwertigkeit nach DIN 4108, Bbl. 2:					
Anforderung $\psi \leq 0,07 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	Vorhandener Wert $\psi = 0,05 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$		Anforderung erfüllt		

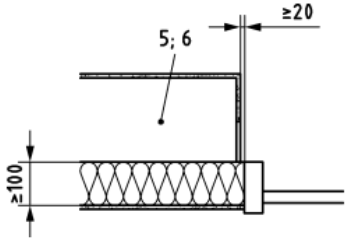
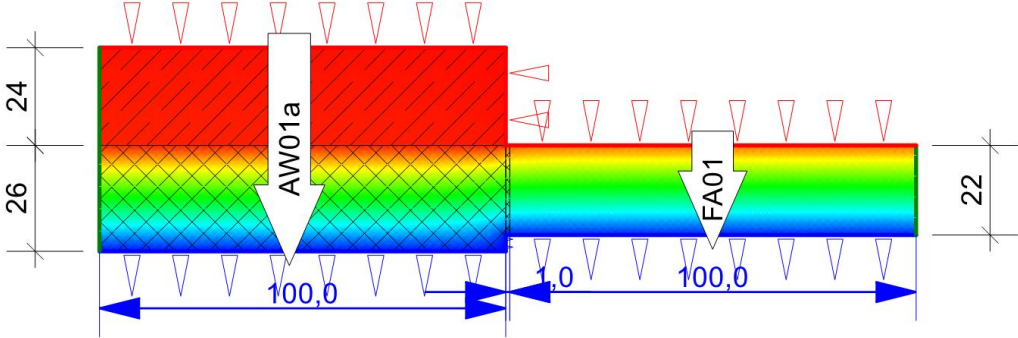
Die detaillierte Berechnung ist in Anhang A abgebildet.

Hierbei handelt es sich um den Anschluss des Fenstersturzes aller Regelfenster.

Die detaillierte Berechnung ist in Anhang A abgebildet.

5.7 Pfosten-Riegel-Fassade Laibungsanschluss

Hierbei handelt es sich um den Laibungsanschluss der Pfosten-Riegel-Fassade. Der Anschluss an den Baukörper erfolgt über die Dämmebene.

Planungsbeispiel nach DIN 4108, Beiblatt 2 für den Anschluss				
397	Pfosten-Riegel-Konstruktionen Laibung Außenwand außengedämmt		gilt auch für monolithische Außenwand	$\leq 0,03 /$ $\leq 0,04$
Vorhandener Anschluss:				
				
Bewertung der Gleichwertigkeit nach DIN 4108, Bbl. 2:				
Anforderung $\psi \leq 0,02 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	Vorhandener Wert $\psi = -0,03 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	Anforderung erfüllt		

Die detaillierte Berechnung ist in Anhang A abgebildet.

5.8 Geschossdecke an zurückspringendem Obergeschoss

Hierbei handelt es sich um den Anschluss der Geschossdecken an den darüber liegenden Abschnitt

Planungsbeispiel nach DIN 4108, Beiblatt 2 für den Anschluss			
197	auskragende Geschossdecke zurückspringen- des Geschoss oben Außenwand außengedämmt		gilt auch für zusätzliche Innen- wand unter der Geschossdecke $\leq 0,03$
Vorhandener Anschluss:			
Bewertung der Gleichwertigkeit nach DIN 4108, Bbl. 2:			
Anforderung $\psi \leq 0,03 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	Vorhandener Wert $\psi = 0,02 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	Anforderung erfüllt	

Die detaillierte Berechnung ist in Anhang A abgebildet.

5.9 Einbindende Geschossdecke an Außenwand

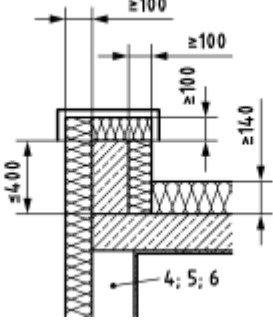
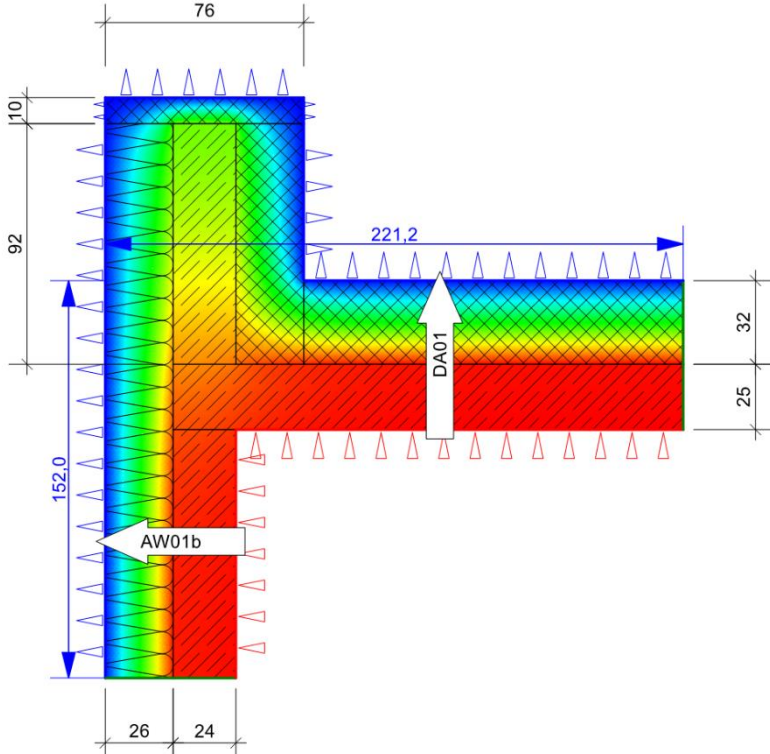
Hierbei handelt es sich um den Anschluss der Geschossdecken an den Außenwänden.

Planungsbeispiel nach DIN 4108, Beiblatt 2 für den Anschluss			
185	<div>Geschossdecke</div> <div>Außenwand außengedämmt</div>		≤ 0,04
Vorhandener Anschluss			
Bewertung der Gleichwertigkeit nach DIN 4108, Bbl. 2:			
Anforderung $\psi \leq 0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	Vorhandener Wert $\psi = 0,00 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	Anforderung erfüllt	

Die detaillierte Berechnung ist in Anhang A abgebildet.

5.10 Attika

Hierbei handelt es sich um den Anschluss der Attika.

Planungsbeispiel nach DIN 4108, Beiblatt 2 für den Anschluss				
327	Flachdach Massivdach mit Attika Außenwand außengedämmt Überdämmung der Attika ≥ 100 mm		gilt alternativ auch mit thermischer Trennung analog Nr. 326; ohne Höhenbegrenzung der Attika	≤ 0,12
Vorhandener Anschluss				
				
Bewertung der Gleichwertigkeit nach DIN 4108, Bbl. 2:				
Anforderung	Vorhandener Wert		Anforderung	
$\psi \leq 0,12 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	$\psi = 0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$		erfüllt	

Die detaillierte Berechnung ist in Anhang A abgebildet.

6 Zusammenfassung

Für die aufgeführten Bauteilanschlüsse konnte unter Berücksichtigung der Optimierungsvorschläge die bauliche Gleichwertigkeit der Wärmebrücken mit den Planungsbeispielen aus Beiblatt 2 der DIN 4108 die Kategorie B nachgewiesen werden.



B. Sc. Calvin Sliwanski

Anhang

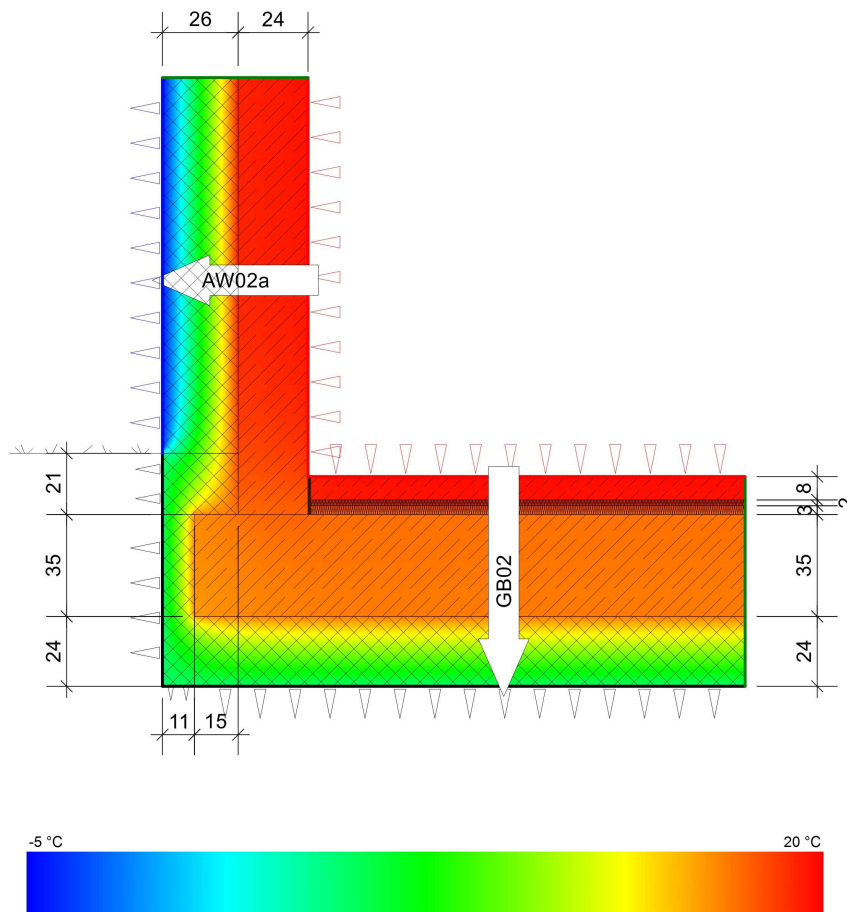
Detaillierte Wärmebrückenberechnung

S:\B\PROJ\152\B152948\B152948_06_BER_2D.DOCX:24. 10. 2024

Wärmebrückendetail: SADR_01_Bodenplatte-Außenwand

Beschreibung:

Ansicht

**Ungestörte U-Werte**

Bezeichnung	U-Wert [W/(m²·K)]	Länge [m]	Temperatur-Korrekturfaktor Fx	
AW02a	0,14	1,500	Standard	1,000
GB02	0,13	2,001	frei	0,600

Ergebnis der Psi-Wert-Berechnung

Nachweis nach DIN EN ISO 10211 (zweidimensionales Verfahren)

Psi-Wert: 0,048 W/m K

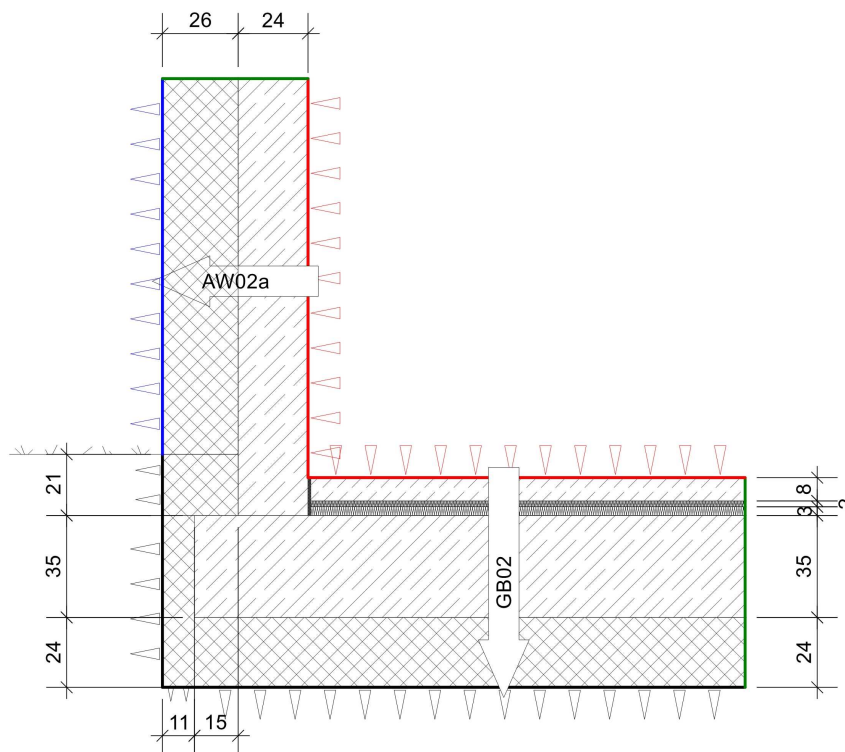
$$\text{Psi} = L(2D) - \sum (U_1 \times L_1 \times F) \quad \text{W/(m·K)}$$

$$0,0482 = 0,4074 - 0,3593 \quad \text{W/(m·K)}$$

$$\text{Konvergenz} = 0,0242\%$$

Referenzdetail nach DIN 4108 Bbl 2:2019-06 Tabelle 7:

Aufbau der Wärmebrücke



Materiallegende

	Nr. *	Bezeichnung	λ [W/(m·K)]
	2	Ausgleichsdämmung	0,0400
	4	Estrich	1,4000
	6	Perimeterdämmung	0,0380
	5	Randdämmstreifen	0,0400
	1	Stahlbeton	2,3000
	3	Wärmedämmung Trittschall	0,0400

* Projektweite Nummerierung

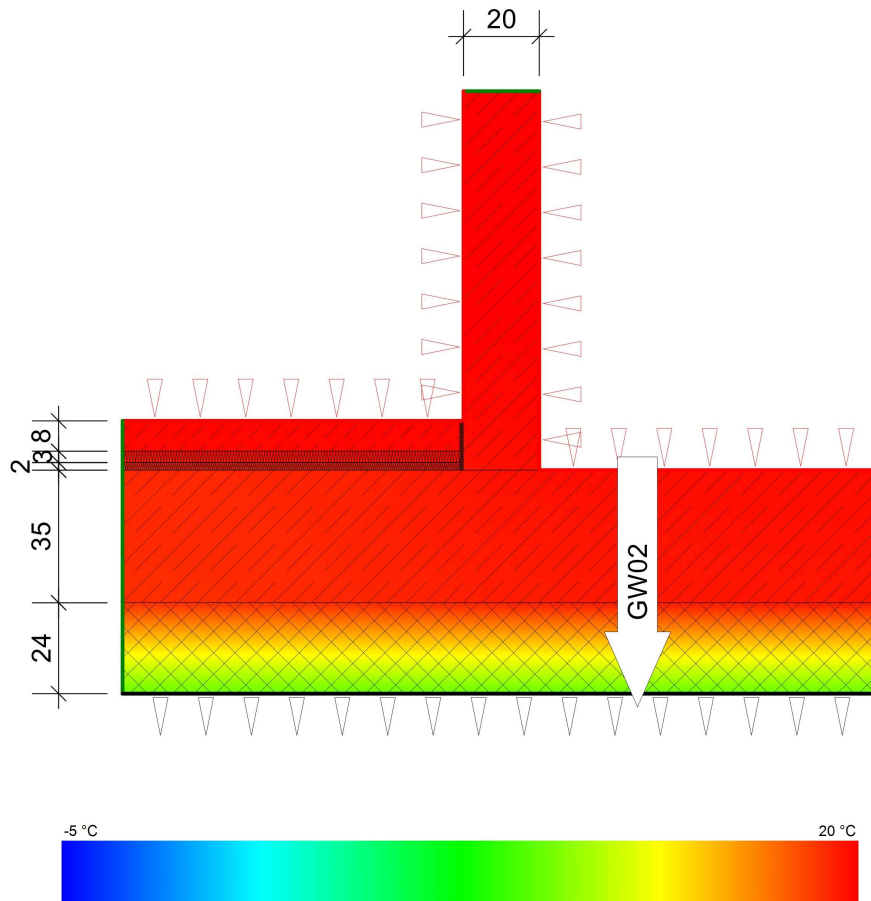
Randbedingungen Psi-Wert Berechnung

Bezeichnung	Temp. [°C]	R_s [(m²·K)/W]	Länge [m]	Wärmestrom [W/m]
23: außen (Außenwand belüftet)	-5,00	0,130	1,2900	5,27
26: erdberührt - Bodenplatte oder über 1m Erdrichentiefe	5,00	0,000	2,8012	4,91
1: adiabat			1,2200	0,00
5: innen beheizt - Wärmestrom nach unten	20,00	0,170	1,5012	-3,16
2: innen beheizt - Wärmestrom horizontal	20,00	0,130	1,3700	-7,03

Wärmebrückendetail: SADR_02_Bodenplatte-Innenwand

Beschreibung:

Ansicht

**Ungestörte U-Werte**

Bezeichnung	U-Wert [W/(m²·K)]	Länge [m]	Temperatur-Korrekturfaktor Fx	
GW02	0,15	2,000	frei	0,400

Ergebnis der Psi-Wert-Berechnung

Nachweis nach DIN EN ISO 10211 (zweidimensionales Verfahren)

Psi-Wert: -0,004 W/m K

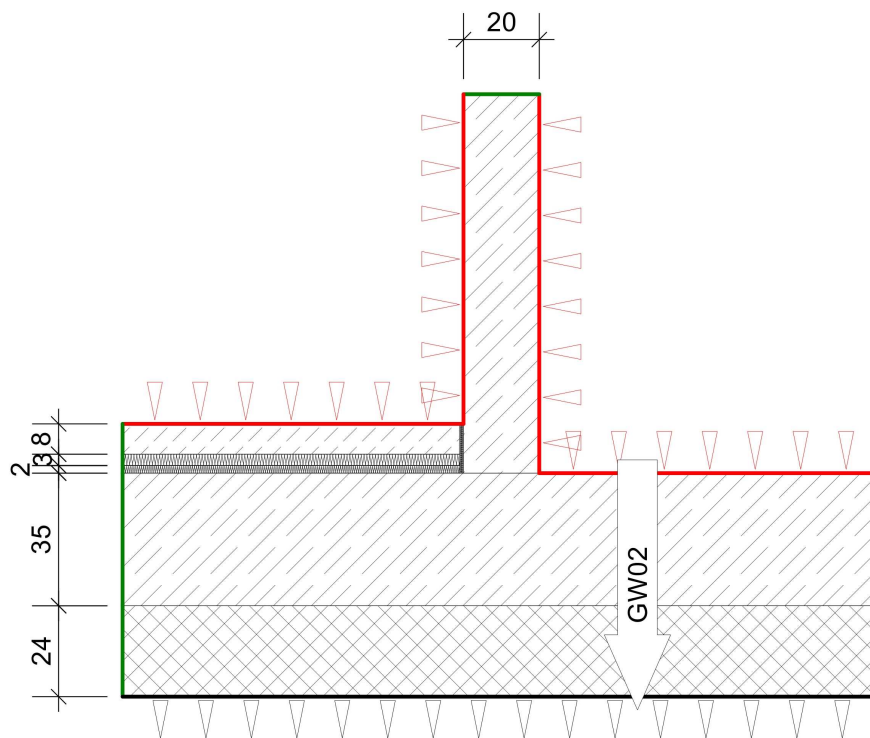
$$\text{Psi} = L(2D) - \sum (U_1 \times L_1 \times F) \quad \text{W/(m} \cdot \text{K)}$$

$$-0,0037 = 0,1168 - 0,1205 \quad \text{W/(m} \cdot \text{K)}$$

$$\text{Konvergenz} = 0,0054\%$$

Referenzdetail nach DIN 4108 Bbl 2:2019-06 Tabelle 7:

Aufbau der Wärmebrücke



Materiallegende

	Nr. *	Bezeichnung	λ [W/(m·K)]
	2	Ausgleichsdämmung	0,0400
	4	Estrich	1,4000
	6	Perimeterdämmung	0,0380
	5	Randdämmstreifen	0,0400
	1	Stahlbeton	2,3000
	3	Wärmegedämmung Trittschall	0,0400

* Projektweite Nummerierung

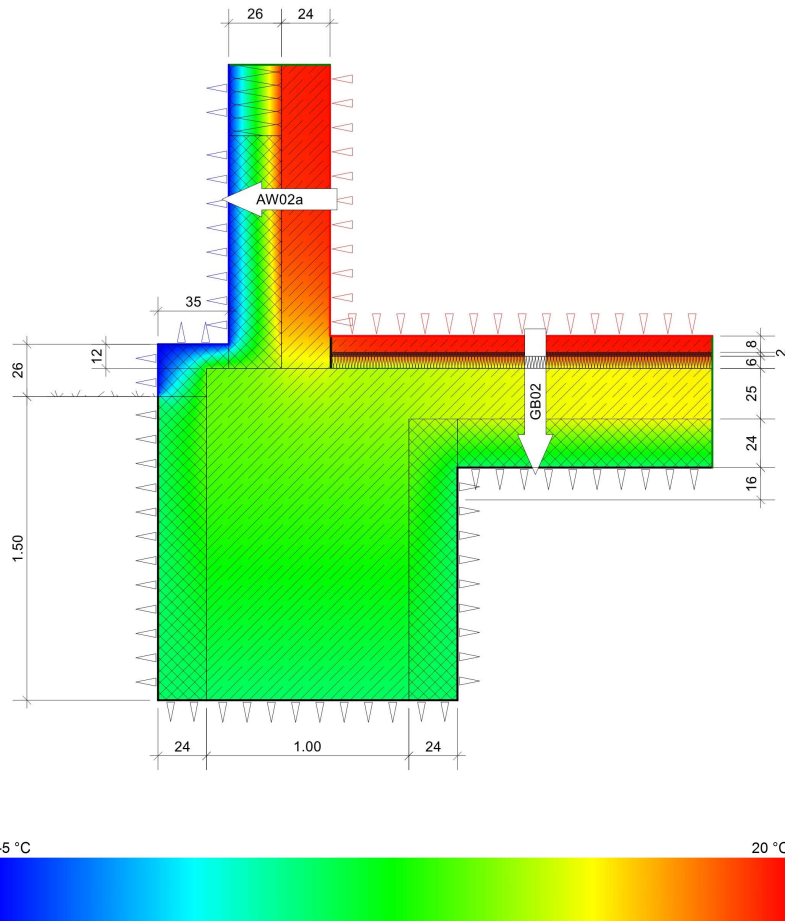
Randbedingungen Psi-Wert Berechnung

Bezeichnung	Temp. [°C]	R_s [(m²·K)/W]	Länge [m]	Wärmestrom [W/m]
1: adiabat			1,5100	0,00
5: innen beheizt - Wärmestrom nach unten	20,00	0,170	1,8000	-2,17
2: innen beheizt - Wärmestrom horizontal	20,00	0,130	1,8700	-0,75
27: erdberührt - Innenwand auf Bodenplatte	10,00	0,000	2,0000	2,92

Wärmebrückendetail: SADR_03_Bodenplatte-Streifenfundament

Beschreibung:

Ansicht

**Ungestörte U-Werte**

Bezeichnung	U-Wert [W/(m²·K)]	Länge [m]	Temperatur-Korrekturfaktor Fx	
AW02a	0,14	1,500	Standard	1,000
GB02	0,11	2,390	frei	0,600

Ergebnis der Psi-Wert-Berechnung

Nachweis nach DIN EN ISO 10211 (zweidimensionales Verfahren)

Psi-Wert: 0,356 W/m K

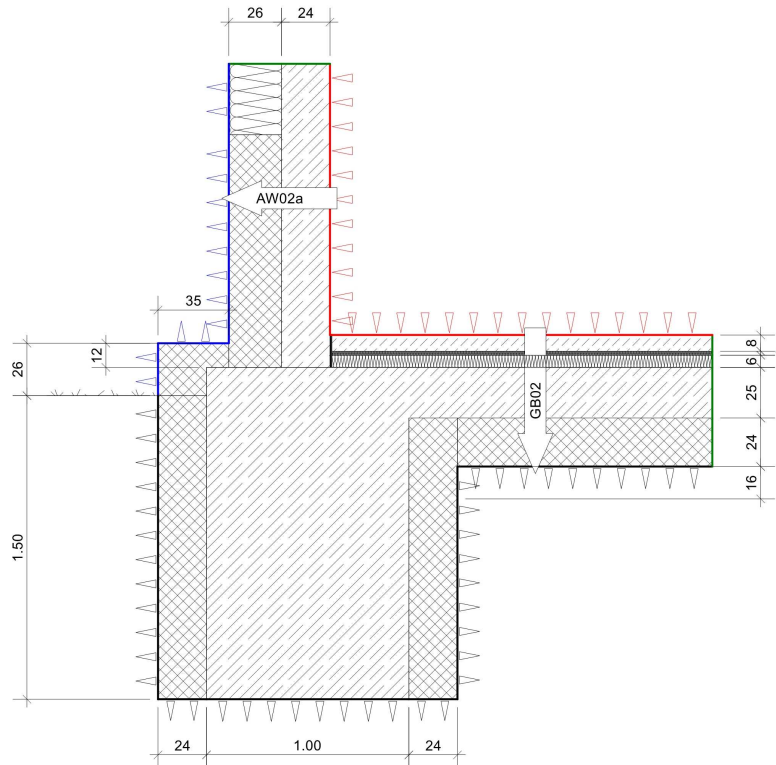
$$\Psi = L(2D) - \sum (U_1 \times L_1 \times F) \quad \text{W/(m·K)}$$

$$0,3555 = 0,7225 - 0,3670 \quad \text{W/(m·K)}$$

$$\text{Konvergenz} = 0,0726\%$$

Referenzdetail nach DIN 4108 Bbl 2:2019-06 Tabelle 7:

Aufbau der Wärmebrücke



Materiallegende

	Nr. *	Bezeichnung	λ [W/(m·K)]
	8	Ausgleichsdämmung	0,0320
	4	Estrich	1,4000
	6	Perimeterdämmung	0,0380
	5	Randdämmstreifen	0,0400
	1	Stahlbeton	2,3000
	7	Wärmedämmung	0,0350
	3	Wärmedämmung Trittschall	0,0400

* Projektweite Nummerierung

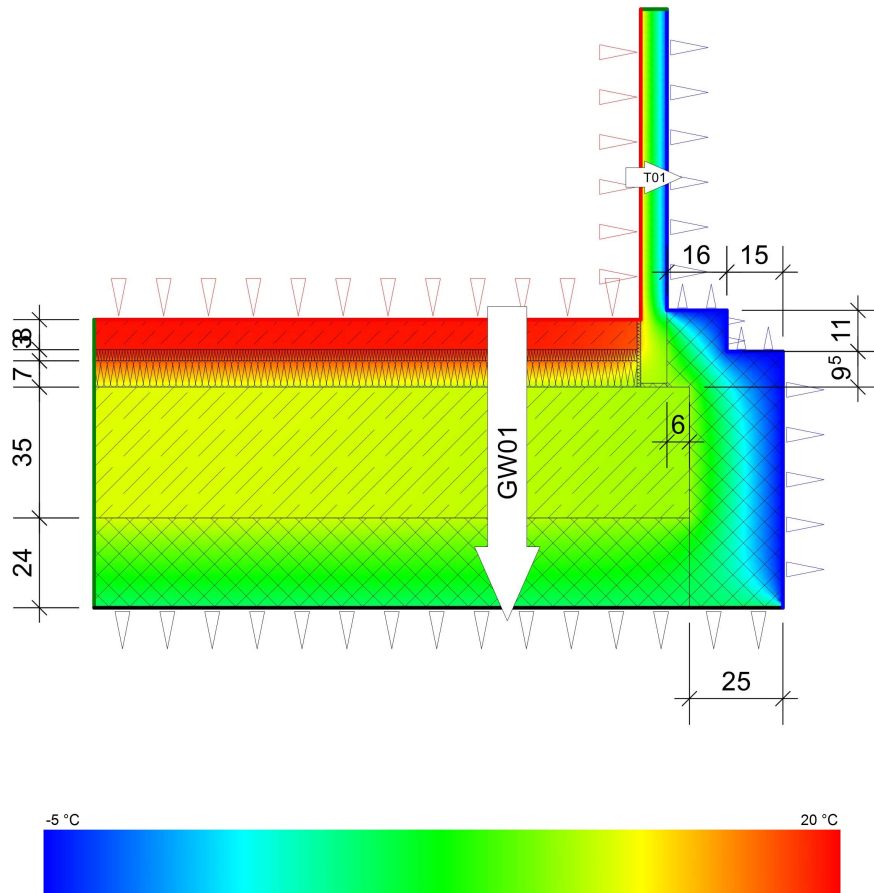
Randbedingungen Psi-Wert Berechnung

Bezeichnung	Temp. [°C]	R_s [(m²·K)/W]	Länge [m]	Wärmestrom [W/m]
23: außen (Außenwand belüftet)	-5,00	0,130	1,3808	4,66
26: erdberührt - Bodenplatte oder über 1m Erdreichtiefe	5,00	0,000	5,3900	10,19
1: adiabatisch			1,1500	0,00
5: innen beheizt - Wärmestrom nach unten	20,00	0,170	1,8900	-6,09
2: innen beheizt - Wärmestrom horizontal	20,00	0,130	1,3400	-11,98
22: außen (Außenwand)	-5,00	0,040	0,6092	3,22

Wärmebrückendetail: SADR_05_Fenster_Bodenplatte

Beschreibung:

Ansicht

**Ungestörte U-Werte**

Bezeichnung	U-Wert [W/(m²·K)]	Länge [m]	Temperatur-Korrekturfaktor Fx	
T01	1,41	1,010	Standard	1,000
GW01	0,15	1,691	frei	0,600

Ergebnis der Psi-Wert-Berechnung

Nachweis nach DIN EN ISO 10211 (zweidimensionales Verfahren)

Psi-Wert: -0,235 W/m K

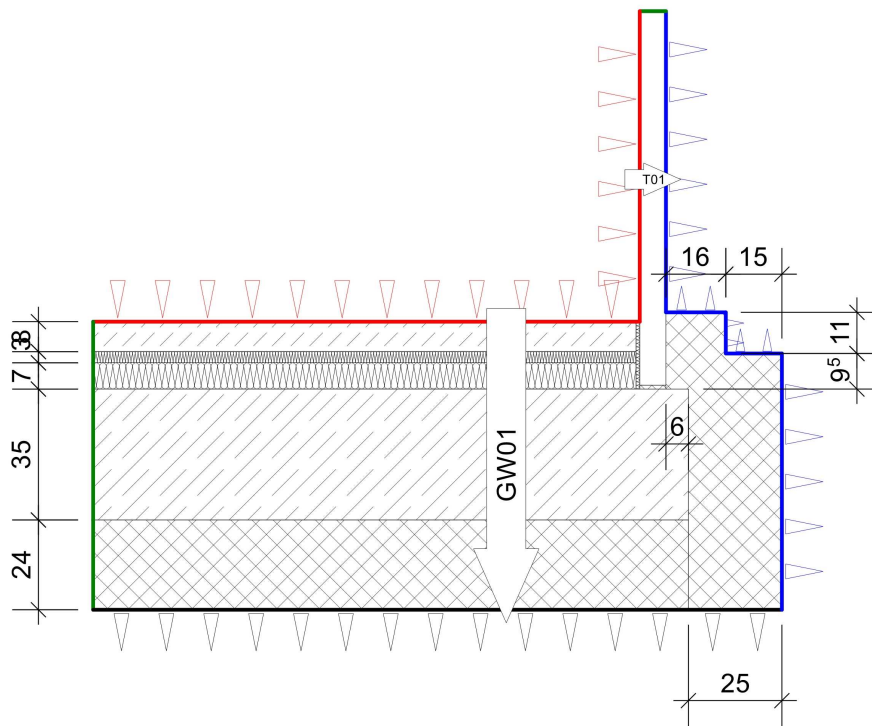
$$\text{Psi} = L(2D) - \sum (U_1 \times L_1 \times F) \quad \text{W/(m·K)}$$

$$-0,2347 = 1,3431 - 1,5779 \quad \text{W/(m·K)}$$

$$\text{Konvergenz} = 0,1416\%$$

Referenzdetail nach DIN 4108 Bbl 2:2019-06 Tabelle 7:

Aufbau der Wärmebrücke



Materiallegende

	Nr. *	Bezeichnung	λ [W/(m·K)]
	8	Ausgleichsdämmung	0,0320
	10	Bauanschlussfuge	0,0400
	4	Estrich	1,4000
	9	Fensterersatzsystem	0,1300
	6	Perimeterdämmung	0,0380
	11	Randdämmstreifen	0,0400
	1	Stahlbeton	2,3000
	3	Wärmedämmung Trittschall	0,0400

* Projektweite Nummerierung

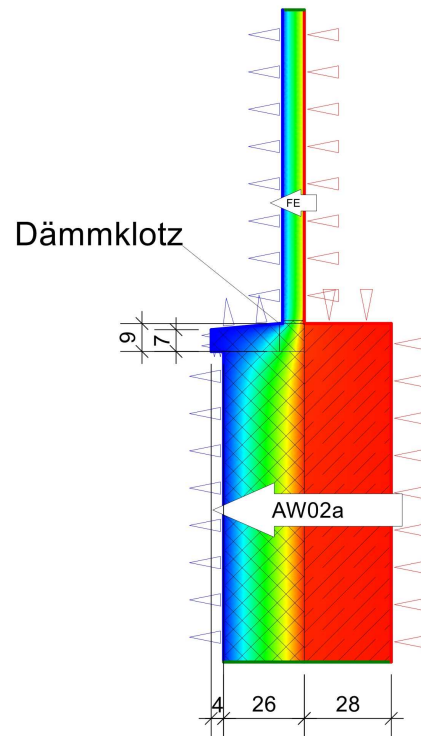
Randbedingungen Psi-Wert Berechnung

Bezeichnung	Temp. [°C]	R_s [(m²·K)/W]	Länge [m]	Wärmestrom [W/m]
26: erdberührt - Bodenplatte oder über 1m Erdrichthtiefe	5,00	0,000	1,8415	-0,42
1: adiabat			0,8400	0,00
5: innen beheizt - Wärmestrom nach unten	20,00	0,170	1,4615	-4,62
22: außen (Außenwand)	-5,00	0,040	1,9100	34,00
3: innen beheizt - Wärmestrom horizontal (Fensterbereich)	20,00	0,130	0,8300	-28,96

Wärmebrückendetail: SADR_06a_Fensterbrüstung_Sockel

Beschreibung:

Ansicht

**Ungestörte U-Werte**

Bezeichnung	U-Wert [W/(m²·K)]	Länge [m]	Temperatur-Korrekturfaktor Fx	
FE	1,41	1,010	Standard	1,000
AW02a	0,17	1,080	Standard	1,000

Ergebnis der Psi-Wert-Berechnung

Nachweis nach DIN EN ISO 10211 (zweidimensionales Verfahren)

Psi-Wert: 0,015 W/m K

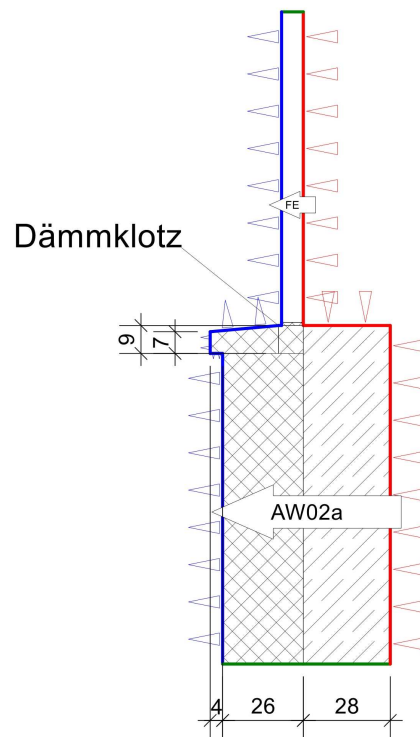
$$\text{Psi} = L(2D) - \sum (U_1 \times L_1 \times F) \quad \text{W/(m·K)}$$

$$0,0148 = 1,6240 - 1,6092 \quad \text{W/(m·K)}$$






$$\text{Konvergenz} = 0,0381\%$$

Referenzdetail nach DIN 4108 Bbl 2:2019-06 Tabelle 7:

Aufbau der Wärmebrücke



Materiallegende

	Nr. *	Bezeichnung	λ [W/(m·K)]
	10	Bauanschlussfuge	0,0400
	63	Dämmklotz	0,0800
	9	Fensterersatzsystem	0,1300
	6	Perimeterdämmung	0,0380
	1	Stahlbeton	2,3000

* Projektweite Nummerierung

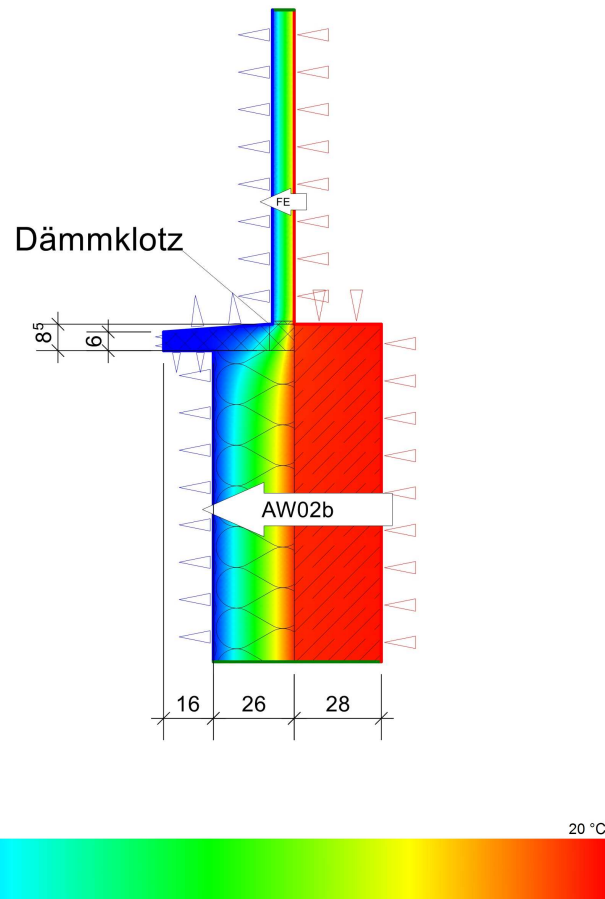
Randbedingungen Psi-Wert Berechnung

Bezeichnung	Temp. [°C]	Rs [(m²·K)/W]	Länge [m]	Wärmestrom [W/m]
23: außen (Außenwand belüftet)	-5,00	0,130	1,0400	3,29
1: adiabat			0,6100	0,00
5: innen beheizt - Wärmestrom nach unten	20,00	0,170	0,2800	-1,25
2: innen beheizt - Wärmestrom horizontal	20,00	0,130	1,0900	-4,08
22: außen (Außenwand)	-5,00	0,040	1,3109	37,31
3: innen beheizt - Wärmestrom horizontal (Fensterbereich)	20,00	0,130	1,0100	-35,27

Wärmebrückendetail: SADR_06b_Fensterbrüstung_Obergeschoss

Beschreibung:

Ansicht

**Ungestörte U-Werte**

Bezeichnung	U-Wert [W/(m²·K)]	Länge [m]	Temperatur-Korrekturfaktor Fx	
FE	1,41	1,010	Standard	1,000
AW02b	0,17	1,085	Standard	1,000

Ergebnis der Psi-Wert-Berechnung

Nachweis nach DIN EN ISO 10211 (zweidimensionales Verfahren)

Psi-Wert: 0,012 W/m K

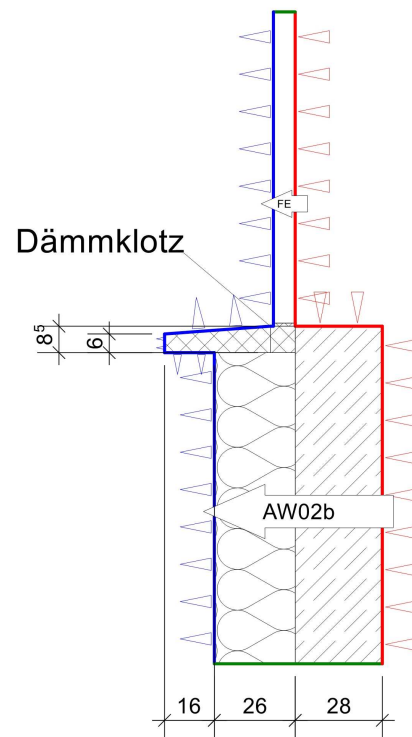
$$\Psi_i = L(2D) - \sum (U_1 \times L_1 \times F) \quad \text{W/(m·K)}$$

$$0,0120 = 1,6221 - 1,6101 \quad \text{W/(m·K)}$$

$$\text{Konvergenz} = 0,0446\%$$

Referenzdetail nach DIN 4108 Bbl 2:2019-06 Tabelle 7:

Aufbau der Wärmebrücke



Materiallegende

	Nr. *	Bezeichnung	λ [W/(m·K)]
	10	Bauanschlussfuge	0,0400
	65	Dämmklotz	0,0800
	9	Fensterersatzsystem	0,1300
	64	Perimeterdämmung	0,0380
	1	Stahlbeton	2,3000

* Projektweite Nummerierung

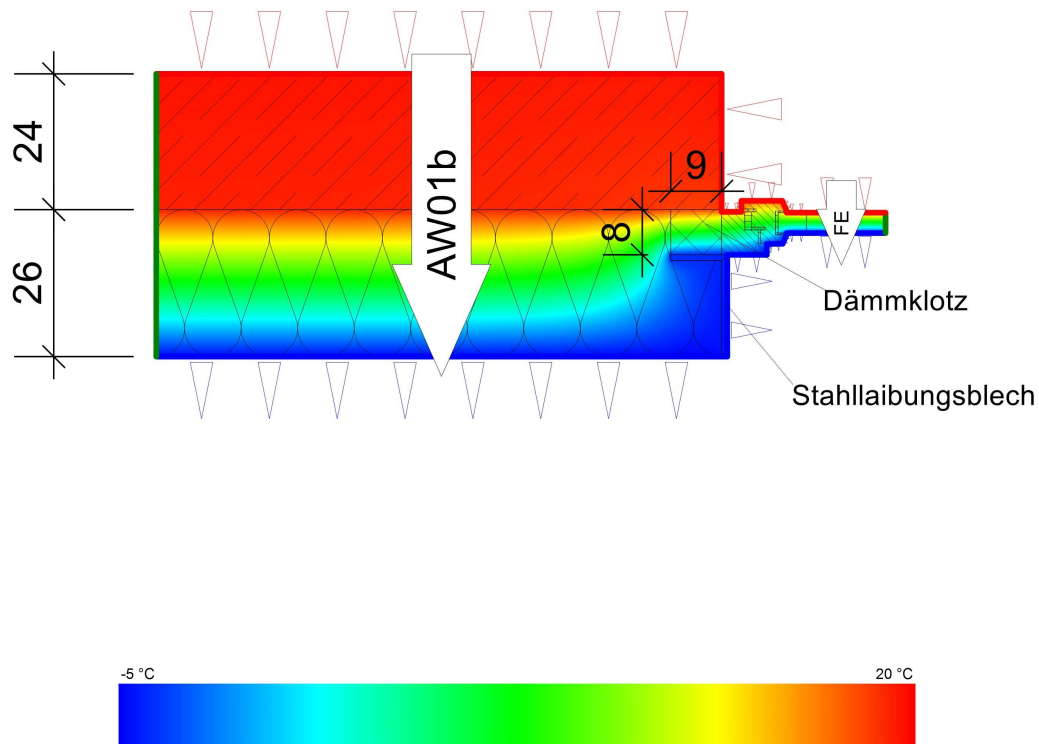
Randbedingungen Psi-Wert Berechnung

Bezeichnung	Temp. [°C]	R_s [(m²·K)/W]	Länge [m]	Wärmestrom [W/m]
23: außen (Außenwand belüftet)	-5,00	0,130	1,1600	3,29
1: adiabatisch			0,6100	0,00
5: innen beheizt - Wärmestrom nach unten	20,00	0,170	0,2800	-1,23
2: innen beheizt - Wärmestrom horizontal	20,00	0,130	1,0850	-4,05
22: außen (Außenwand)	-5,00	0,040	1,4209	37,27
3: innen beheizt - Wärmestrom horizontal (Fensterbereich)	20,00	0,130	1,0100	-35,27

Wärmebrückendetail: SADR_11_Fensterlaibung_Referenz

Beschreibung:

Ansicht

**Ungestörte U-Werte**

Bezeichnung	U-Wert [W/(m²·K)]	Länge [m]	Temperatur-Korrekturfaktor Fx	
AW01b	0,17	1,000	Standard	1,000
FE	1,01	0,290	Standard	1,000

Ergebnis der Psi-Wert-Berechnung

Nachweis nach DIN EN ISO 10211 (zweidimensionales Verfahren)

Psi-Wert: 0,044 W/m K

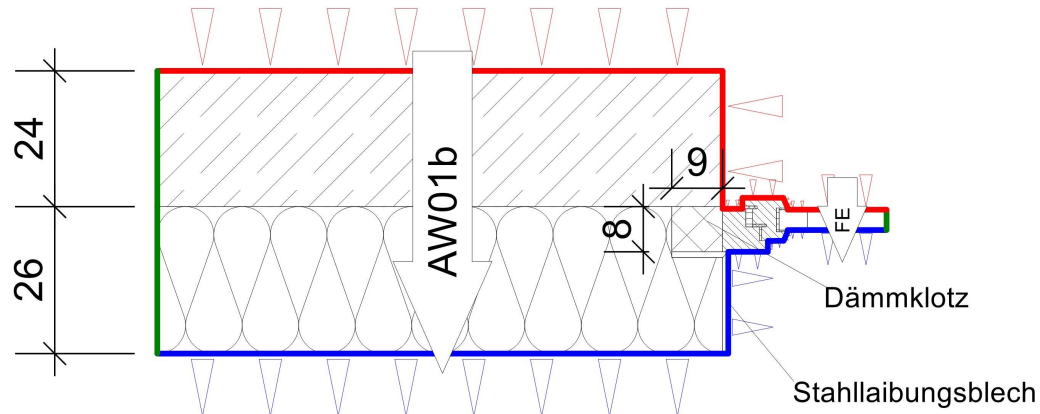
$$\text{Psi} = L(2D) - \sum (U_1 \times L_1 \times F) \quad \text{W/(m·K)}$$

$$0,0442 = 0,5082 - 0,4640 \quad \text{W/(m·K)}$$

$$\text{Konvergenz} = 0,0931\%$$

Referenzdetail nach DIN 4108 Bbl 2:2019-06 Tabelle 7:

Aufbau der Wärmebrücke



Materiallegende

	Nr. *	Bezeichnung	λ [W/(m·K)]
	12	Dämmfüllung im Glasbereich	0,0350
	65	Dämmklotz	0,0800
	66	DIN EN ISO 10456 Metalle Stahl	50,0000
	13	EPDM	0,2500
	1	Stahlbeton	2,3000
	67	Wärmedämmung	0,0350
	71	Weichholz	0,1300

* Projektweite Nummerierung

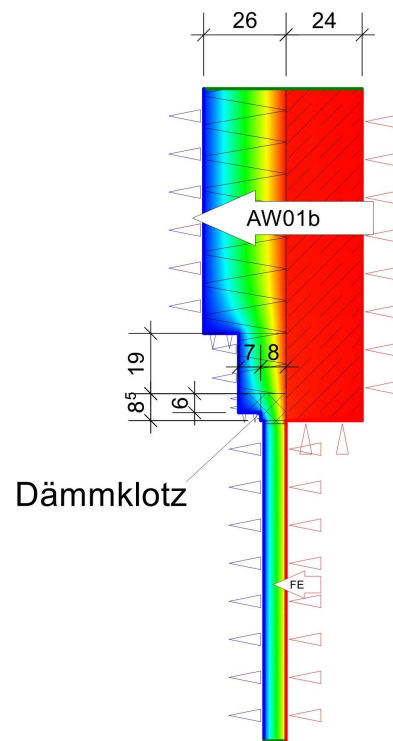
Randbedingungen Psi-Wert Berechnung

Bezeichnung	Temp. [°C]	R_s [(m²·K)/W]	Länge [m]	Wärmestrom [W/m]
1: adiabatisch			0,5420	0,00
2: innen beheizt - Wärmestrom horizontal	20,00	0,130	1,2440	-5,51
22: außen (Außenwand)	-5,00	0,040	1,4998	12,70
3: innen beheizt - Wärmestrom horizontal (Fensterbereich)	20,00	0,130	0,3214	-7,19

Wärmebrückendetail: SADR_13_Fenstersturz

Beschreibung:

Ansicht

**Ungestörte U-Werte**

Bezeichnung	U-Wert [W/(m²·K)]	Länge [m]	Temperatur-Korrekturfaktor Fx	
FE	1,41	1,010	Standard	1,000
AW01b	0,17	1,047	Standard	1,000

Ergebnis der Psi-Wert-Berechnung

Nachweis nach DIN EN ISO 10211 (zweidimensionales Verfahren)

Psi-Wert: 0,031 W/m K

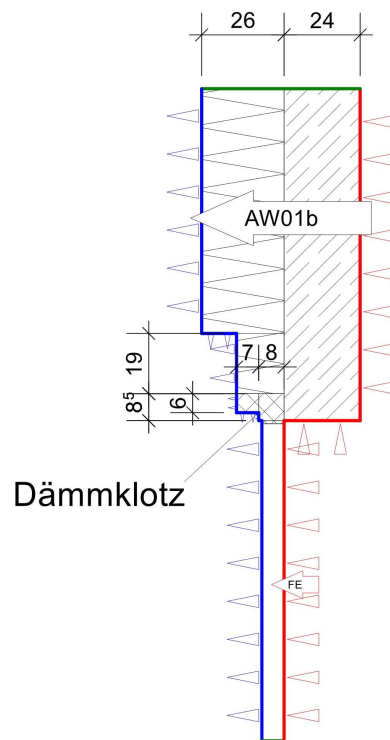
$$\text{Psi} = L(2D) - \sum (U_1 \times L_1 \times F) \quad \text{W/(m·K)}$$

$$0,0309 = 1,6345 - 1,6036 \quad \text{W/(m·K)}$$

$$\text{Konvergenz} = 0,0374\%$$

Referenzdetail nach DIN 4108 Bbl 2:2019-06 Tabelle 7:

Aufbau der Wärmebrücke



Materiallegende

	Nr. *	Bezeichnung	λ [W/(m·K)]
	10	Bauanschlussfuge	0,0400
	65	Dämmklotz	0,0800
	9	Fensterersatzsystem	0,1300
	1	Stahlbeton	2,3000
	72	Wärmedämmung	0,0350

* Projektweite Nummerierung

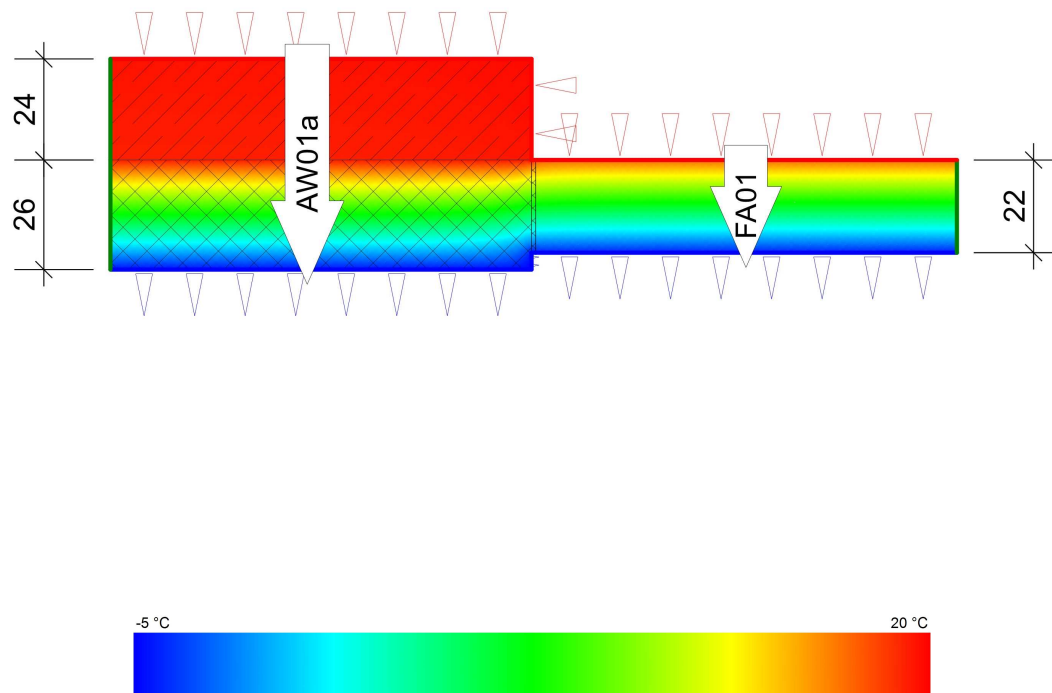
Randbedingungen Psi-Wert Berechnung

Bezeichnung	Temp. [°C]	R_s [(m²·K)/W]	Länge [m]	Wärmestrom [W/m]
23: außen (Außenwand belüftet)	-5,00	0,130	0,7720	2,19
1: adiabatisch			0,5700	0,00
2: innen beheizt - Wärmestrom horizontal	20,00	0,130	1,0570	-4,11
22: außen (Außenwand)	-5,00	0,040	1,4750	38,67
3: innen beheizt - Wärmestrom horizontal (Fensterbereich)	20,00	0,130	1,0000	-35,11
4: innen beheizt - Wärmestrom nach oben	20,00	0,100	0,2400	-1,64

Wärmebrückendetail: SADR_09_P-R-F-Laibung

Beschreibung:

Ansicht

**Ungestörte U-Werte**

Bezeichnung	U-Wert [W/(m²·K)]	Länge [m]	Temperatur-Korrekturfaktor Fx	
AW01a	0,17	1,000	Standard	1,000
FA01	0,80	1,010	Standard	1,000

Ergebnis der Psi-Wert-Berechnung

Nachweis nach DIN EN ISO 10211 (zweidimensionales Verfahren)

Psi-Wert: -0,035 W/m K

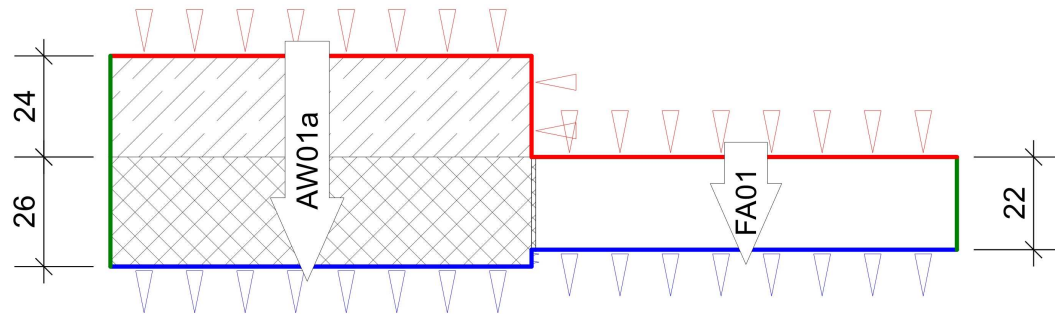
$$\text{Psi} = L(2D) - \sum (U_1 \times L_1 \times F) \quad \text{W/(m·K)}$$

$$-0,0351 = 0,9439 - 0,9790 \quad \text{W/(m·K)}$$

$$\text{Konvergenz} = 0,0049\%$$

Referenzdetail nach DIN 4108 Bbl 2:2019-06 Tabelle 7:

Aufbau der Wärmebrücke



Materiallegende

	Nr. *	Bezeichnung	λ [W/(m·K)]
	10	Bauanschlussfuge	0,0400
	6	Perimeterdämmung	0,0380
	1	Stahlbeton	2,3000
	73	Vorhangfassade-Ersatzelement	0,2040

* Projektweite Nummerierung

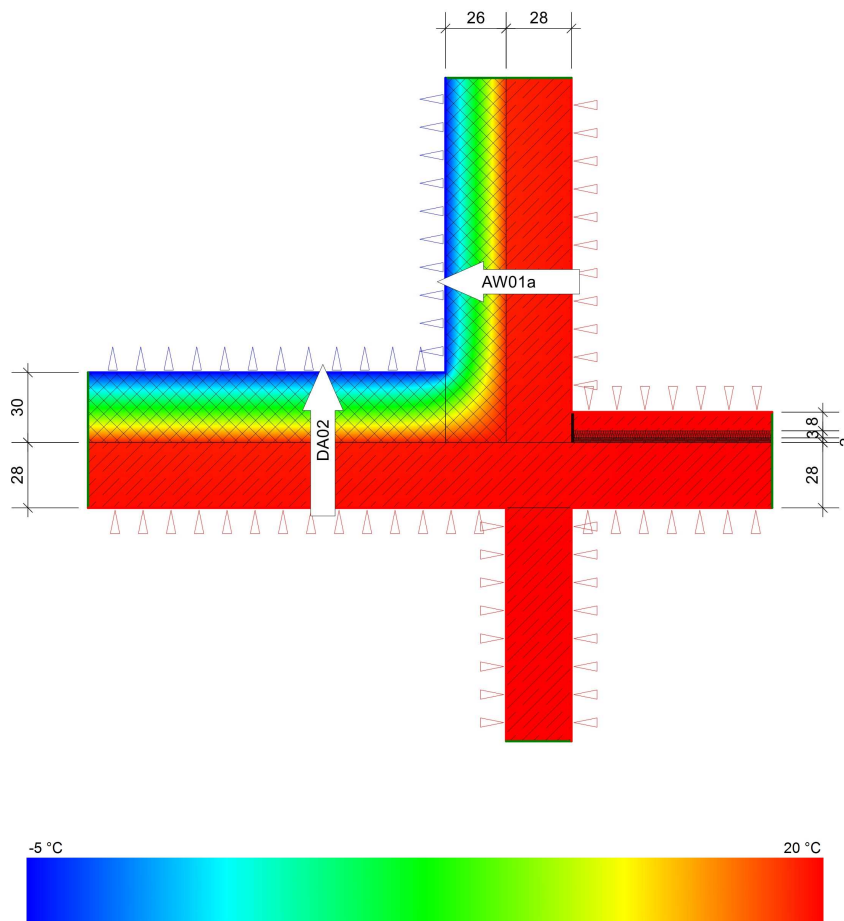
Randbedingungen Psi-Wert Berechnung

Bezeichnung	Temp. [°C]	R_s [(m²·K)/W]	Länge [m]	Wärmestrom [W/m]
23: außen (Außenwand belüftet)	-5,00	0,130	1,0400	3,38
1: adiat			0,7200	0,00
2: innen beheizt - Wärmestrom horizontal	20,00	0,130	1,2400	-3,64
22: außen (Außenwand)	-5,00	0,040	1,0100	20,22
3: innen beheizt - Wärmestrom horizontal (Fensterbereich)	20,00	0,130	1,0100	-19,96

Wärmebrückendetail: SADR_04_Zurückspringendes-Geschoss

Beschreibung:

Ansicht

**Ungestörte U-Werte**

Bezeichnung	U-Wert [W/(m²·K)]	Länge [m]	Temperatur-Korrekturfaktor Fx	
DA02	0,12	1,532	Standard	1,000
AW01a	0,14	1,262	Standard	1,000

Ergebnis der Psi-Wert-Berechnung

Nachweis nach DIN EN ISO 10211 (zweidimensionales Verfahren)

Psi-Wert: 0,021 W/m K

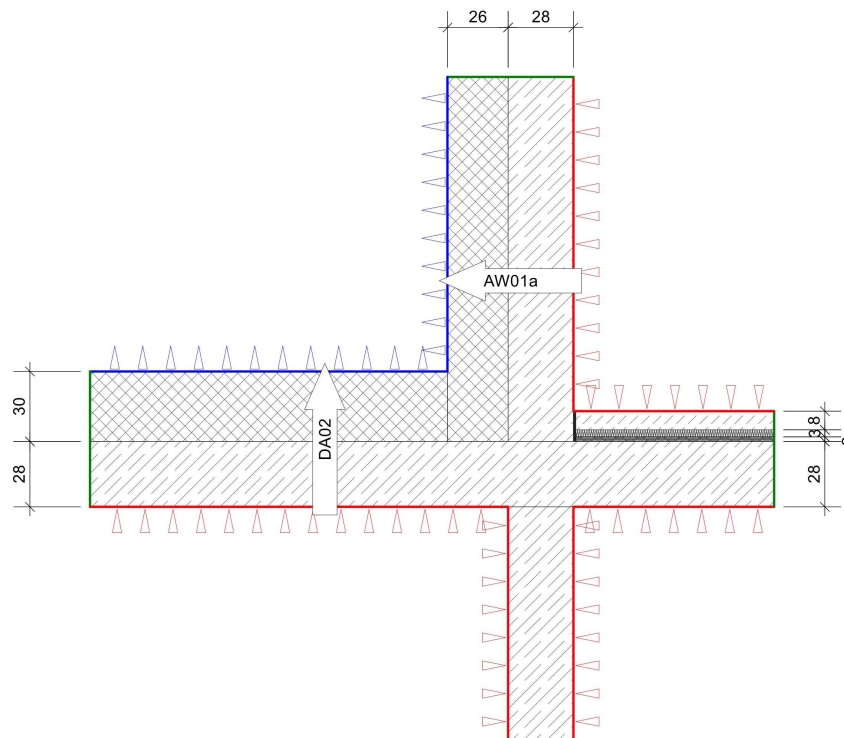
$$\Psi = L(2D) - \sum (U_1 \times L_1 \times F) \quad \text{W/(m·K)}$$

$$0,0215 = 0,3840 - 0,3625 \quad \text{W/(m·K)}$$

$$\text{Konvergenz} = 0,0307\%$$

Referenzdetail nach DIN 4108 Bbl 2:2019-06 Tabelle 7:

Aufbau der Wärmebrücke



Materiallegende

	Nr. *	Bezeichnung	λ [W/(m·K)]
	2	Ausgleichsdämmung	0,0400
	4	Estrich	1,4000
	6	Perimeterdämmung	0,0380
	5	Randdämmstreifen	0,0400
	1	Stahlbeton	2,3000
	3	Wärmedämmung Trittschall	0,0400

* Projektweite Nummerierung

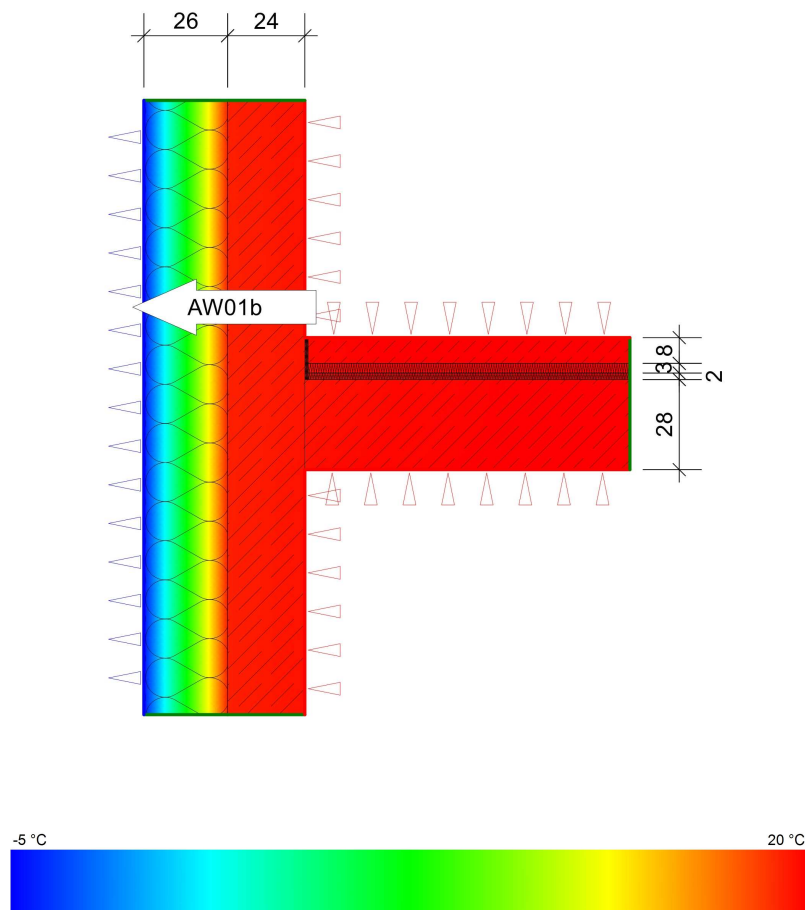
Randbedingungen Psi-Wert Berechnung

Bezeichnung	Temp. [°C]	R_s [(m²·K)/W]	Länge [m]	Wärmestrom [W/m]
23: außen (Außenwand belüftet)	-5,00	0,130	1,2619	4,56
1: adiab			1,8100	0,00
5: innen beheizt - Wärmestrom nach unten	20,00	0,170	0,8600	-0,08
2: innen beheizt - Wärmestrom horizontal	20,00	0,130	3,4319	-4,55
4: innen beheizt - Wärmestrom nach oben	20,00	0,100	2,6519	-4,97
29: außen (Flachdach, Gaubenwand)	-5,00	0,040	1,5319	5,04

Wärmebrückendetail: SADR_12_Einbindende-Geschossdecke

Beschreibung:

Ansicht

**Ungestörte U-Werte**

Bezeichnung	U-Wert [W/(m²·K)]	Länge [m]	Temperatur-Korrekturfaktor Fx	
AW01b	0,13	1,908	Standard	1,000

Ergebnis der Psi-Wert-Berechnung

Nachweis nach DIN EN ISO 10211 (zweidimensionales Verfahren)

Psi-Wert: 0,000 W/m K

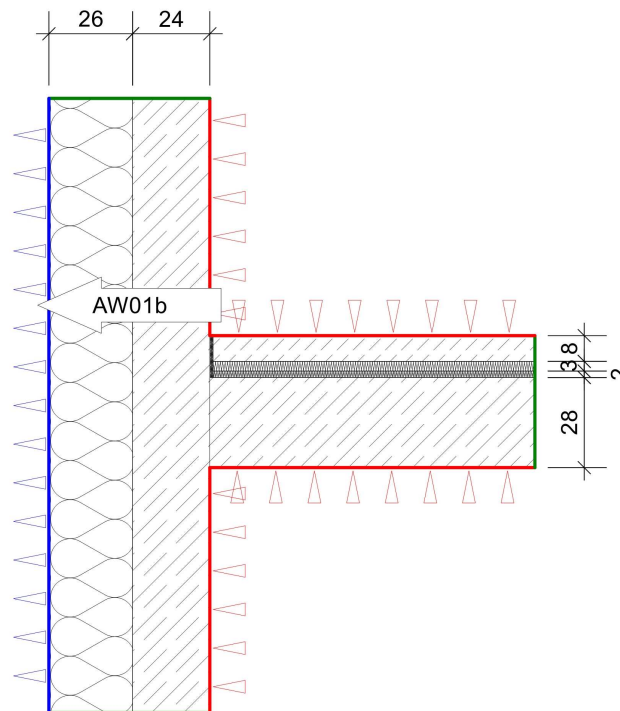
$$\Psi = L(2D) - \sum (U_1 \times L_1 \times F) \quad \text{W/(m·K)}$$

$$-0,0002 = 0,2446 - 0,2449 \quad \text{W/(m·K)}$$

$$\text{Konvergenz} = 0,0010\%$$

Referenzdetail nach DIN 4108 Bbl 2:2019-06 Tabelle 7:

Aufbau der Wärmebrücke



Materiallegende

	Nr. *	Bezeichnung	λ [W/(m·K)]
	2	Ausgleichsdämmung	0,0400
	4	Estrich	1,4000
	5	Randdämmstreifen	0,0400
	1	Stahlbeton	2,3000
	74	Wärmedämmung	0,0350
	3	Wärmedämmung Trittschall	0,0400

* Projektweite Nummerierung

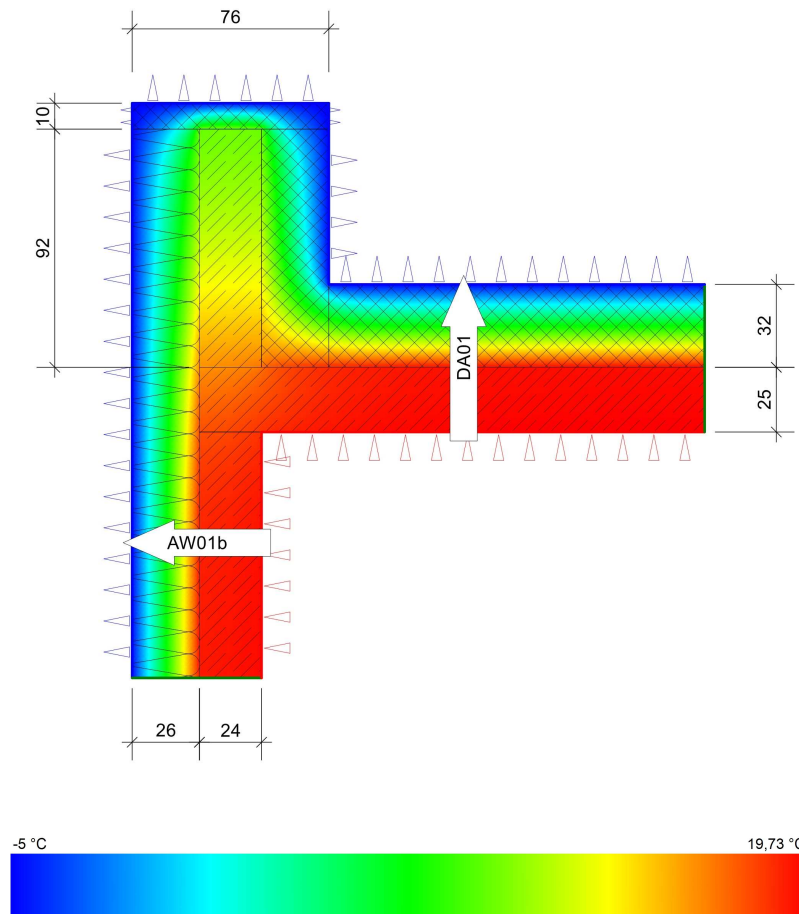
Randbedingungen Psi-Wert Berechnung

Bezeichnung	Temp. [°C]	R_s [(m²·K)/W]	Länge [m]	Wärmestrom [W/m]
23: außen (Außenwand belüftet)	-5,00	0,130	1,9082	6,12
1: adiabatisch			1,4100	0,00
5: innen beheizt - Wärmestrom nach unten	20,00	0,170	1,0100	-0,22
2: innen beheizt - Wärmestrom horizontal	20,00	0,130	1,4982	-4,94
4: innen beheizt - Wärmestrom nach oben	20,00	0,100	1,0100	-0,96

Wärmebrückendetail: SADR_14_Attika

Beschreibung:

Ansicht

**Ungestörte U-Werte**

Bezeichnung	U-Wert [W/(m²·K)]	Länge [m]	Temperatur-Korrekturfaktor Fx	
DA01	0,11	2,212	Standard	1,000
AW01b	0,17	1,520	Standard	1,000

Ergebnis der Psi-Wert-Berechnung

Nachweis nach DIN EN ISO 10211 (zweidimensionales Verfahren)

Psi-Wert: 0,036 W/m K

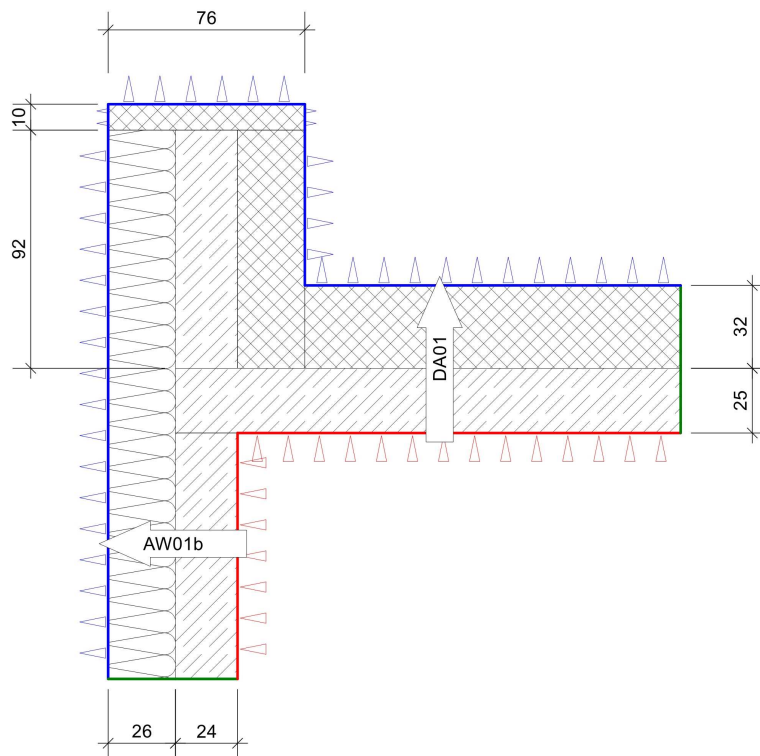
$$\Psi = L(2D) - \sum (U_1 \times L_1 \times F) \quad \text{W/(m·K)}$$

$$0,0363 = 0,5380 - 0,5017 \quad \text{W/(m·K)}$$

$$\text{Konvergenz} = 0,0360\%$$

Referenzdetail nach DIN 4108 Bbl 2:2019-06 Tabelle 7:

Aufbau der Wärmebrücke



Materiallegende

	Nr. *	Bezeichnung	λ [W/(m·K)]
	75	1 Wärmedämmung	0,0350
	77	6 Stahlbeton	2,3000
	76	Wärmedämmung	0,0350

* Projektweite Nummerierung

Randbedingungen Psi-Wert Berechnung

Bezeichnung	Temp. [°C]	R_s [(m²·K)/W]	Länge [m]	Wärmestrom [W/m]
23: außen (Außenwand belüftet)	-5,00	0,130	2,2200	5,81
1: adiabat			1,0700	0,00
2: innen beheizt - Wärmestrom horizontal	20,00	0,130	0,9500	-5,49
22: außen (Außenwand)	-5,00	0,040	0,7000	1,47
4: innen beheizt - Wärmestrom nach oben	20,00	0,100	1,7120	-7,96
29: außen (Flachdach, Gaubenwand)	-5,00	0,040	2,2120	6,17