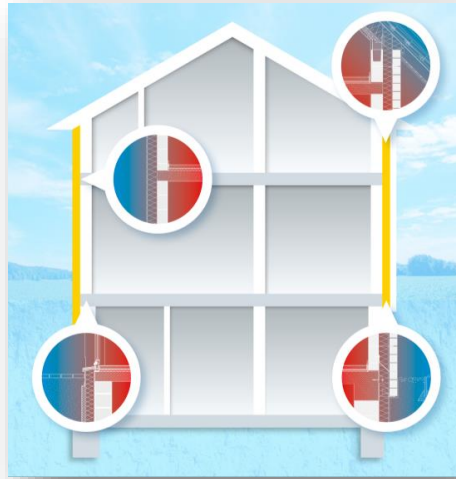


Kalksandstein Online-Bauseminar – KS-Bayern und KS-Süd



Wärmebrücken und DIN 4108 Beiblatt 2

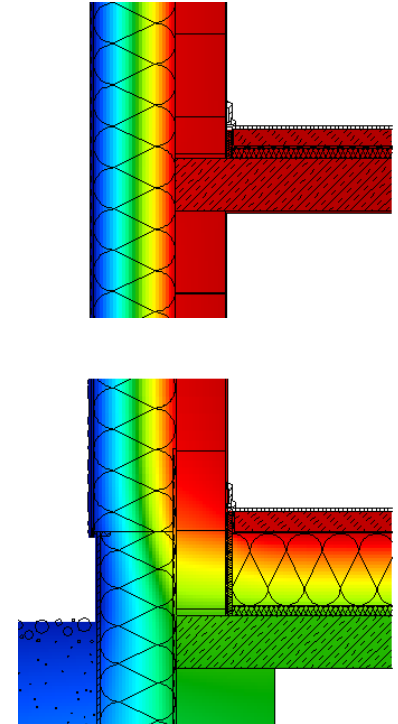
Dr.-Ing. Martin Schäfers

Gliederung

1. Einleitung
2. Wärmebrückennachweise nach GEG
3. DIN 4108 Beiblatt 2: Wärmebrücken
4. KS-Wärmebrückenkatalog Online
5. Fazit und Ausblick

Wärmebrücken – Grundlagen

- Schwachstellen in der thermischen Gebäudehülle
- Geometrisch / stofflich bedingte Wärmebrücken
- Lokal erhöhter Wärmestrom
- Reduzierte Oberflächentemperatur auf der Bauteilinnenseite
- Gefahr der Anreicherung von Feuchte
- Gefahr der Schimmelbildung
- Rechnerische Quantifizierung nur EDV-gestützt möglich



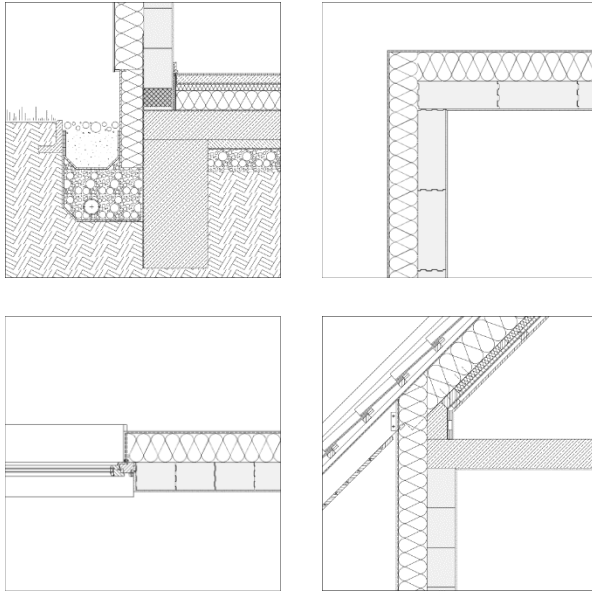
1. Einleitung

Bilanzierung von Transmissionswärmeverlusten

	Flächiges Bauteil	2D-Wärmebrücke	3D-Wärmebrücke
Beispiel			
Kenngroße	Wärmedurchgangskoeffizient	Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient (psi)	Punktbezogener Wärmedurchgangskoeffizient (chi)
Formelzeichen	U [W/m ² K]	Ψ [W/mK]	χ [W/K]
Bilanzierung	$Q_T = U \cdot A$	$Q_T = \Psi \cdot l$	$Q_T = \chi \cdot n$

1. Einleitung

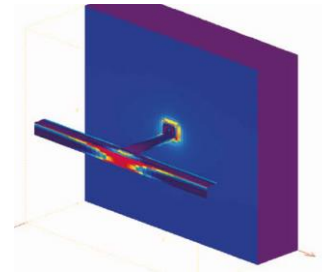
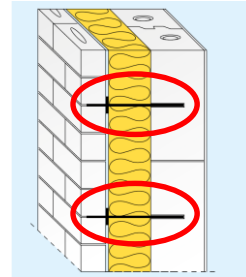
2D-Wärmebrücken



**Im WB-Nachweis gemäß
GEG zu berücksichtigen!**



3D-Wärmebrücken



**Werden im U-Wert
eingerechnet!**



**I.d.R Vernach-
lässigbar!**

1. Einleitung

Anforderungen an die Oberflächentemperatur an der Innenseite

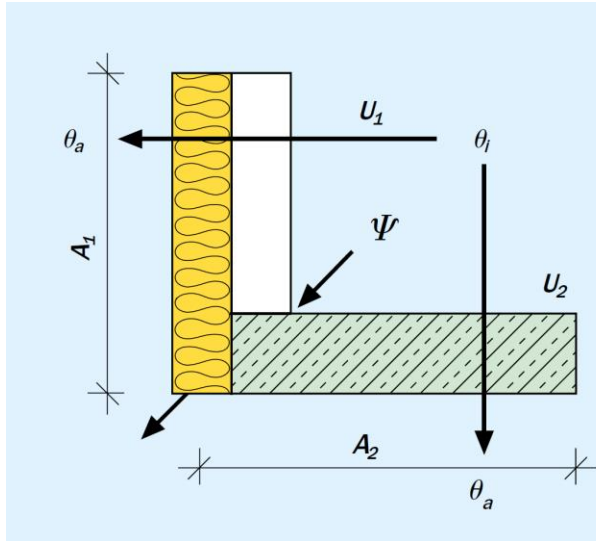
- Mindestwert des Temperaturfaktors an der Innenseite f_{RSi} gemäß DIN 4108-2 ist überall einzuhalten
- Im Neubau stellt die Einhaltung i.d.R. kein Problem dar
- Bei Anschlussdetails aus DIN 4108 Beiblatt 2 wird die Anforderung erfüllt
- Auch für „Ecken“ die aus „Kanten“ gemäß Beiblatt 2 bestehen kann Anforderung als erfüllt angesehen werden
- Nachweis ist nur in Einzelfällen erforderlich

$$f_{RSi} = \frac{(\theta_{Si} - \theta_e)}{(\theta_i - \theta_e)} \geq 0,70 \quad [-]$$



1. Einleitung

Charakterisierung linienförmiger Wärmebrücken



$L = \frac{Q}{\Delta\vartheta}$ $\Psi = L - U_1 \cdot A_1 - U_2 \cdot A_2$

L: Thermischer Leitwert
U: U-Wert
A: Fläche
Q: Wärmestrom
 $\Delta\theta = \Delta\vartheta$: Lufttemperaturdifferenz zwischen außen und innen

Gliederung

1. Einleitung
2. Wärmebrückennachweise nach GEG
3. DIN 4108 Beiblatt 2: Wärmebrücken
4. KS-Wärmebrückenkatalog Online
5. Fazit und Ausblick

2. Wärmebrückennachweise nach GEG

Regelungen zu Wärmebrücken im GEG

§ 12

Wärmebrücken

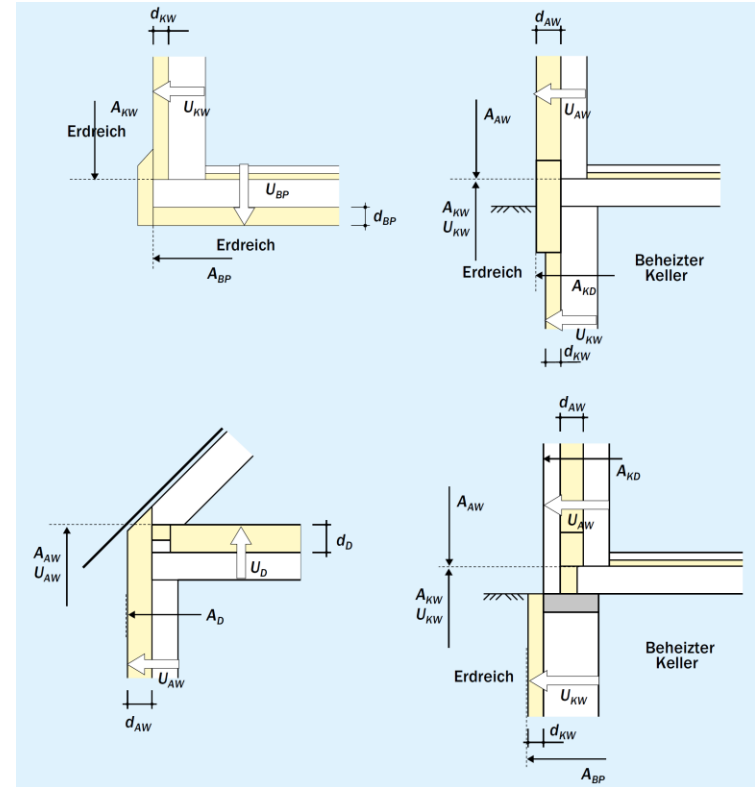
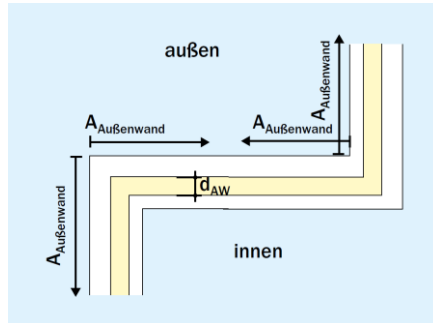
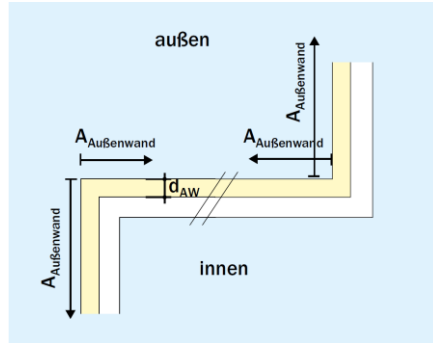
Ein Gebäude ist so zu errichten, dass der Einfluss konstruktiver Wärmebrücken auf den Jahres-Heizwärmebedarf nach den anerkannten Regeln der Technik und nach den im jeweiligen Einzelfall wirtschaftlich vertretbaren Maßnahmen so gering wie möglich gehalten wird.

Konkretisierung durch § 24 – Einfluss von Wärmebrücken

- Berücksichtigung des Einflusses von Wärmebrücken auf Q_p nach DIN V 18599-2 oder DIN V 4108-6 (bis 2023-12)
- Gleichwertigkeitsnachweis nicht erforderlich, wenn angrenzende Bauteile kleinere U-Werte aufweisen als in DIN 4108 Bbl. 2
- Neue Kategorie B darf auch bei Berechnung nach DIN V 4108-6 verwendet werden

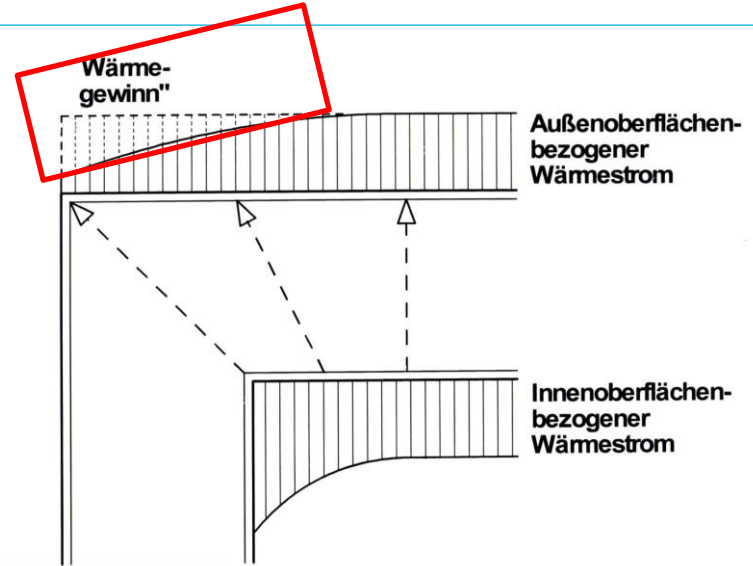
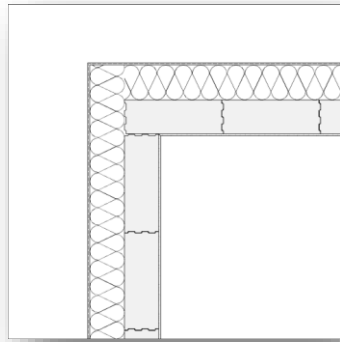
2. Wärmebrückennachweise nach GEG

Maßbezüge nach DIN V 18599-1



2. Wärmebrückennachweise nach GEG

Maßbezüge nach DIN V 18599-1



Dicke der Außenwanddämmung d_{AW} [cm]	Dicke der Außenwanddämmung d_{AW} [cm]
10	-0,065
14	-0,058
18	-0,054
24	-0,052
30	-0,050

2. Wärmebrückennachweise nach GEG

Nachweisverfahren nach DIN V 18599-2 und DIN V 4108-6

$$H_T = \sum_i (F_i \cdot U_i \cdot A_i) + \Delta U_{WB} \cdot A_{ges}$$

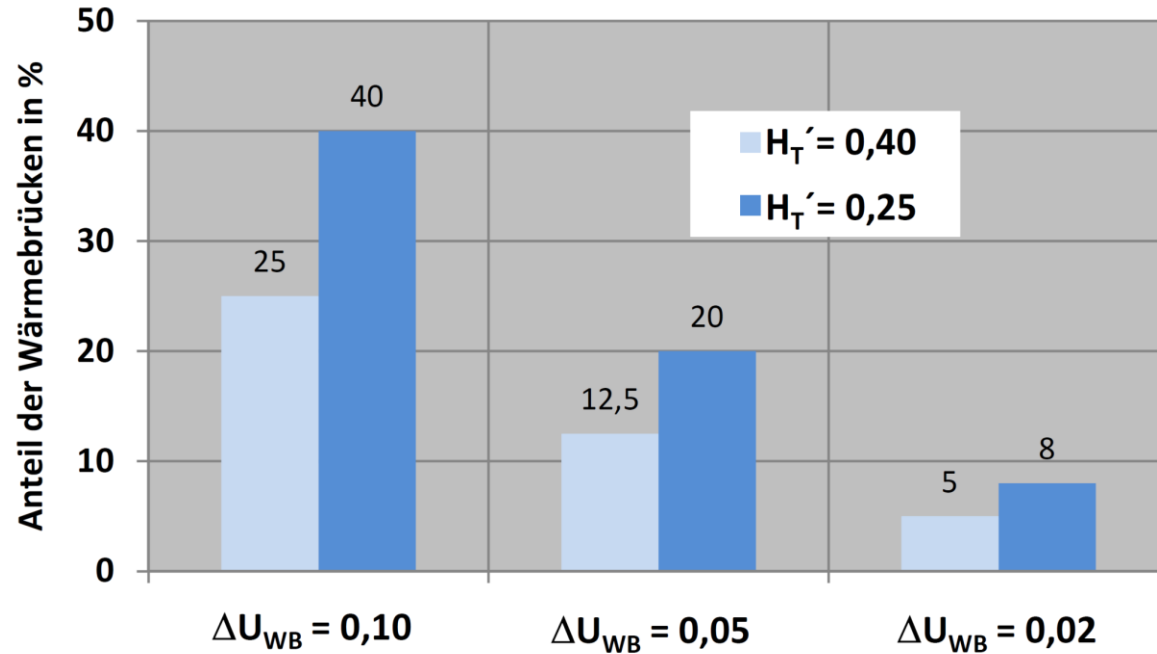
2. Wärmebrückennachweise nach GEG

Nachweisverfahren nach DIN V 18599-2

Nr.	Art	ΔU_{WB} in W/(m ² ·K)	Beschreibung
1 Pauschal, allgemein			
1.1	Ohne weiteren Nachweis	0,10	Hoher Zuschlag, entspricht einer Erhöhung aller U-Werte der Hüllfläche um 0,10 W/(m ² ·K).
1.2	Ohne weiteren Nachweis, bei Innendämmung	0,15	Bei Außenbauteilen mit Innendämmung und einbindenden Massivbauteilen. Hoher Zuschlag, entspricht einer Erhöhung aller U-Werte der Hüllfläche um 0,15 W/(m ² ·K).
2 Pauschal, reduziert, mit Überprüfung und Einhaltung der Gleichwertigkeit nach DIN 4108 Beiblatt 2			
2.1	Kategorie A	0,05	Bei Gleichwertigkeit aller relevanten Wärmebrücken zu Kategorie A der DIN 4108 Beiblatt 2.
2.2	Kategorie B	0,03 Neu!	Bei Gleichwertigkeit aller relevanten Wärmebrücken zu Kategorie B (verbesserte Wärmebrückenvermeidung) der DIN 4108 Beiblatt 2.
3 Projektbezogen			
3.1	Individueller (detaillierter) Zuschlag	$\sum (\Psi_i \cdot l_i) / A$	Individuelle Ψ -Werte je Wärmebrücke z.B. aus dem KS-Wärmebrücken katalog. l_i ist jeweils die Länge der Wärmebrücke, A die gesamt wärmeübertragende Umfassungsfläche des Gebäudes bzw. der Zone

2. Wärmebrückennachweise nach GEG

Anteil der Wärmebrücken am Transmissionswärmeverlust

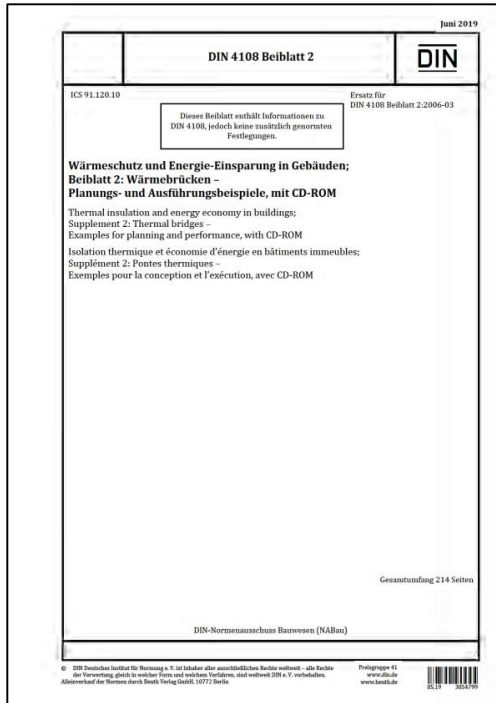


Gliederung

1. Einleitung
2. Wärmebrückennachweise nach GEG
- 3. DIN 4108 Beiblatt 2: Wärmebrücken**
4. KS-Wärmebrückenkatalog Online
5. Fazit und Ausblick

3. DIN 4108 Beiblatt 2: Wärmebrücken

DIN 4108 Beiblatt 2: 2019-06

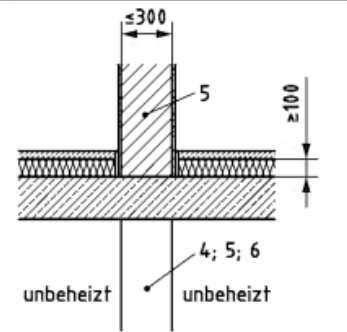
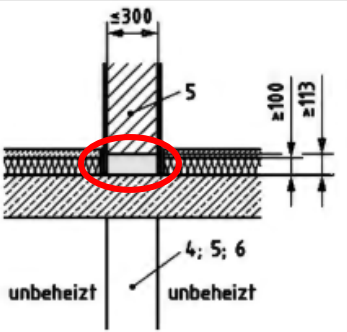


Neuerungen

- Aufnahme bisher fehlender Details
- Abgleich mit aktuell üblichen Bauweisen
- Einführung einer zweiten, verbesserten Kategorie von Wärmebrücken (B)
- Einführung eines „kombinierten“ Nachweises
- Neue Vorgehensweise bei Bauelementen wie Fenstern
- Σ 214 Seiten

3. DIN 4108 Beiblatt 2: Wärmebrücken

Kategorie A und B – Beispiel

104	Kellerdecke innengedämmt unbeheizter Keller Innenwand massiv		$\leq 0,33$	A	Tabelle 108, Zeile 15
$\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$					
105	Kellerdecke innengedämmt unbeheizter Keller Innenwand massiv mit Wärmedämmstein		$\leq 0,17$	B	Tabelle 108, Zeile 15
$\Delta U_{WB} = 0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$					

3. DIN 4108 Beiblatt 2: Wärmebrücken

Gleichwertigkeitsnachweis (nur für pauschalen Nachweis)

1. Bildlich

- Konstruktives Grundprinzip ist gleich
- Bauteilabmessungen und Baustoffeigenschaften stimmen mit denen aus Beiblatt 2 überein
- Bei Materialien mit abweichendem λ erfolgt Nachweis über R
- Bildlicher Nachweis gilt auch dann als erfüllt, wenn rechnerischer Nachweis nicht eingehalten werden kann!

1. Rechnerisch

- Geplantes Detail wird nach DIN EN ISO 10211 mit Randbedingungen aus Bbl. 2 numerisch berechnet
- Alternativ können Werte aus Wärmebrückenkatalogen verwendet werden
- Gleichwertigkeit gilt als erfüllt, wenn:

$$\Psi_{vorh} \leq \Psi_{ref}$$

3. DIN 4108 Beiblatt 2: Wärmebrücken

Beispiel eines rechnerischen Gleichwertigkeitsnachweises

Bauteilanschluss: Sockelanschluss an den unbeheizten Keller				
	DIN 4108 Beiblatt 2	Kalksandstein-Wärmebrückenkatlog		
Bildlicher Nachweis Überprüfung: Dämmdicke Außenwand Dämmdicke Kellerdecke Länge flankierender Dämmung Höhe KS-Wärmedämmstein Dicke Kellerwand				
			→ Die Länge der flankierenden Dämmung auf der Kelleraußenwand ist geringer als in der Beispielskizze aus DIN 4108 Beiblatt 2	
			→ Bildlicher Gleichwertigkeitsnachweis ist nicht eingehalten.	
			$\Psi_{Ref,Kat.B} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$\Psi = 0,038 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
			→ Der individuelle Ψ -Wert des Bauteilanschlusses ist geringer als der Referenzwert Ψ_{Ref} nach DIN 4108 Beiblatt 2 für die Kategorie B → Rechnerischer Gleichwertigkeitsnachweis ist eingehalten. Das Detail entspricht nach DIN 4108 Beiblatt 2 der Kategorie B.	
			→ Im EnEV-Nachweis darf ein pauschaler Wärmebrückenzuschlag von $0,03 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ angesetzt werden, sofern alle anderen relevanten Wärmebrücken ebenfalls der Kategorie B entsprechen.	
			Rechnerischer Nachweis	

3. DIN 4108 Beiblatt 2: Wärmebrücken

Kombinierter Nachweis: $\Delta U_{WB,vorh} = \dots$

Fall 1: Vorliegendes Detail ist nicht im Beiblatt 2 enthalten

$$\text{A} \quad \sum_i \frac{l_i \cdot \Psi_i}{A} + 0,05$$

$$\text{B} \quad \sum_i \frac{l_i \cdot \Psi_i}{A} + 0,03$$

Fall 2: Gleichwertigkeit zum Beiblatt 2 - Detail kann für eine Kategorie nicht nachgewiesen werden

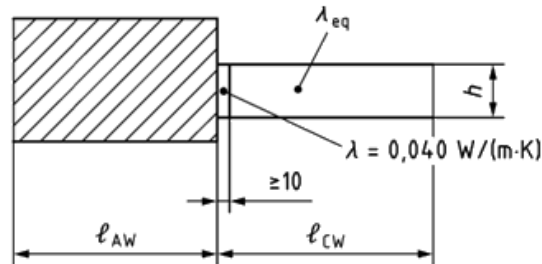
$$\text{A} \quad \sum_i \frac{l_i \cdot (\Psi_i - \Psi_{Ref,i})}{A} + 0,05$$

$$\text{B} \quad \sum_i \frac{l_i \cdot (\Psi_i - \Psi_{Ref,i})}{A} + 0,03$$

3. DIN 4108 Beiblatt 2: Wärmebrücken

Berücksichtigung von Fenstern gemäß DIN 4108 Beiblatt 2

- 1. Möglichkeit:
 - Homogene Ersatzmaske
 - „Holz“-Rahmen mit $h = 70$ mm



wie bisher ...

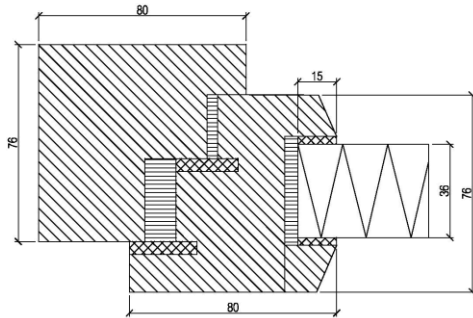
3. DIN 4108 Beiblatt 2: Wärmebrücken

Berücksichtigung von Fenstern gemäß DIN 4108 Beiblatt 2

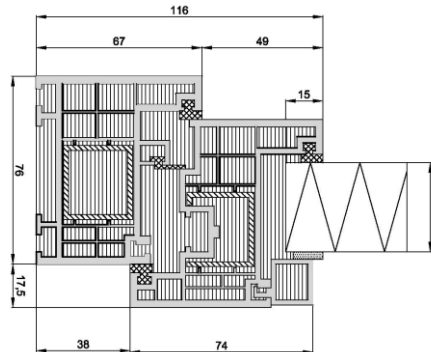
- 2. Möglichkeit:
 - Ersatzmaske mit Referenzrahmen

Neu!

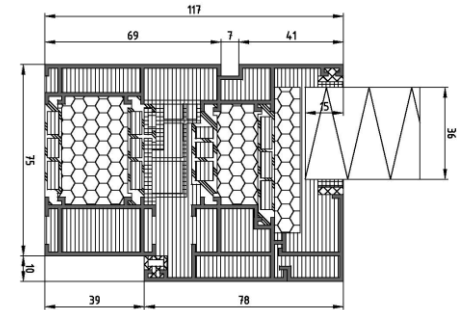
Holzrahmen



Kunststoffrahmen



Metallrahmen



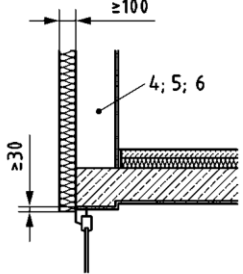
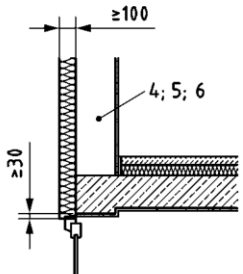
3. DIN 4108 Beiblatt 2: Wärmebrücken

Berücksichtigung von Fenstern gemäß DIN 4108 Beiblatt 2

- 3. Möglichkeit:
 - konkreter Fensterrahmen

3. DIN 4108 Beiblatt 2: Wärmebrücken

Berücksichtigung von Fenstern gemäß DIN 4108 Beiblatt 2

235	Fenstersturz Außenwand außengedämmt mit Geschosdecken-einbindung		Überdämmung ≥ 3 cm (inklusive 1 cm Fuge) Fensterlage gilt für Achsmaß (Mitte) des Blendrahmens in der äußeren Hälfte der Tragschale	$\psi_{\text{ref,Ers}} \leq 0,14$ / $\psi_{\text{ref,det}} \leq 0,18$	A	Tabelle 108, Zeile 28
236	Fenstersturz Außenwand außengedämmt mit Geschosdecken-einbindung Blendrahmen in Dämmebene		Fensterlage gilt für Blendrahmen vollständig in der Dämmebene Überdämmung ≥ 3 cm (inklusive 1 cm Fuge)	$\psi_{\text{ref,Ers}} \leq 0,07$ / $\psi_{\text{ref,det}} \leq 0,10$	B	Tabelle 108, Zeile 28

3. DIN 4108 Beiblatt 2: Wärmebrücken

Eignung der Nachweisverfahren für Fenster und Bauelemente

Verfahren für Gleichwertigkeit/Berechnung Nachweisart ΔU_{WB}	1 bildlich	2 Ersatzmaske	3 Referenzrahmen	4 Konkreter Fensterrahmen
Pauschal (inkl. Kategorie A und B)	✓	✓ $(\Psi_{ref,Ers})$	✓ $(\Psi_{ref,det})$	✓ $(\Psi_{ref,det})$
Kombiniert	✓ Wenn Fensteranschluss gleichwertig	✓ Wenn Fensteranschluss nicht gleichwertig: $\Psi_{vorh} = \Psi_{vorh,Ers} + (\Psi_{ref,det} - \Psi_{ref,Ers})$	✓	✓
Projektbezogen (detailliert)	X	✓ $\Psi_{vorh} = \Psi_{vorh,Ers} + (\Psi_{ref,det} - \Psi_{ref,Ers})$	✓	✓

Nur mit Korrektur, führt zu ungünstigen Werten!

3. DIN 4108 Beiblatt 2: Wärmebrücken

Fensteranschlüsse im KS-Wärmebrücken-katalog Online

Bautiefe d_f	\leq ca. 70 mm	ca. 80 mm	\geq ca. 90 mm
Typische U_f -Werte	1,4 oder größer	1,3...1,2	1,1 oder kleiner
Zum Vergleich: verwendete Bau- tiefe d_f im KS-WBK	■ Holz 76 mm ■ Kunststoff 76 mm	■ Holz 82 mm ■ Kunststoff 82 mm	■ Holz 92 mm ■ Kunststoff 90 mm

Referenzrahmen
aus DIN 4108
Beiblatt 2

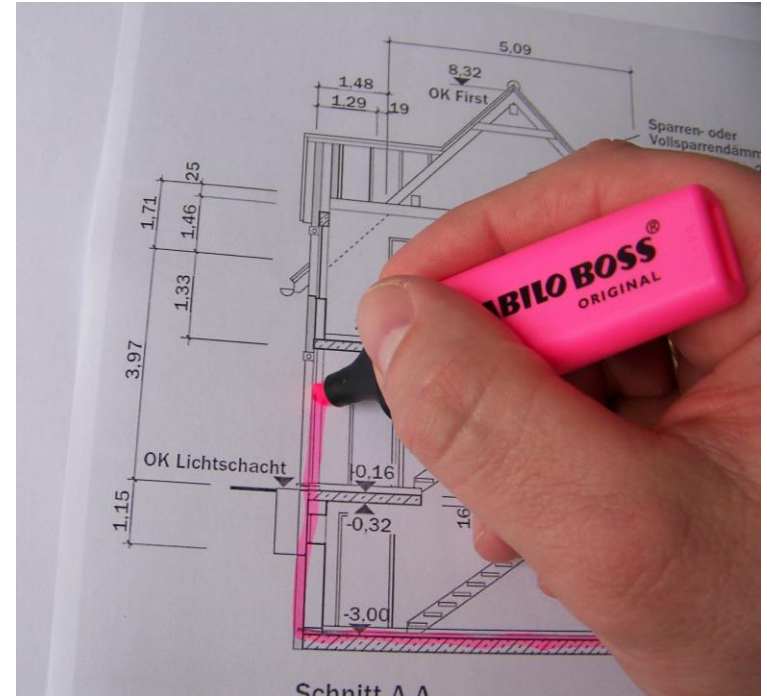
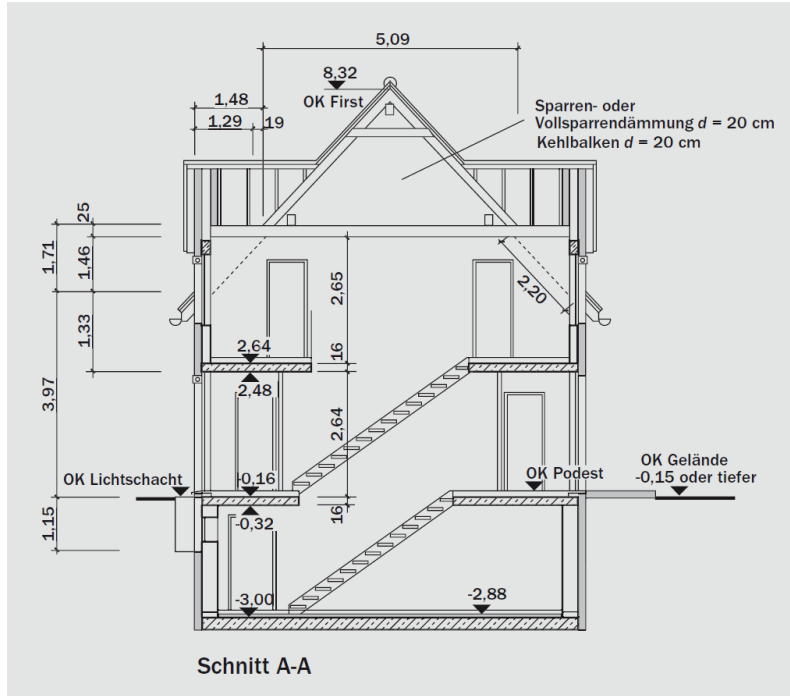
Für KS-WBK ent-
wickelte Referenz-
rahmen

- ψ -Werte im KS-Wärmebrücken-katalog wurden mit Referenzrahmen berechnet
- Für thermisch bessere Fenster als in DIN 4108 Beiblatt 2 wurden weitere Referenzrahmen entwickelt
- Alle ψ -Werte im KS-Wärmebrücken-katalog können direkt für detaillierte WB-Nachweise verwendet werden

Gliederung

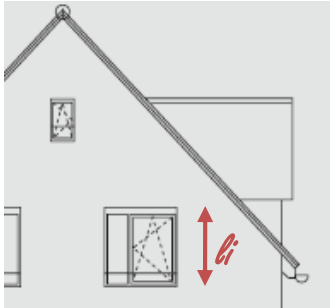
1. Einleitung
2. Wärmebrückennachweise nach GEG
3. DIN 4108 Beiblatt 2: Wärmebrücken
4. **KS-Wärmebrückenkatalog Online**
5. Fazit und Ausblick

Wärmebrückennachweis – wie fange ich an?

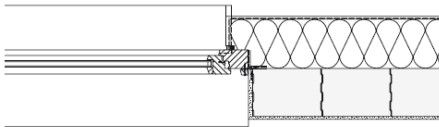


Detaillierter Wärmebrückennachweis mit dem KS-WBK Online

1) Länge der WB bestimmen



2) Passenden Anschluss aus KS-WBK suchen



3) Ψ abhängig von der Dämmdicke der Bauteile auswählen

		Fenstersystem		
		Holz		
		Rahmendicke d_f [mm]		
		76	82	92
Dicke der Außenwanddämmung d_{AW} [cm]	10	0,040	0,045	0,042
	14	0,046	0,050	0,047
	18	0,050	0,054	0,051
	24	0,055	0,060	0,057
	30	0,059	0,063	0,060

4) Die Schritte 1 bis 3 für alle relevanten Wärmebrücken wiederholen.

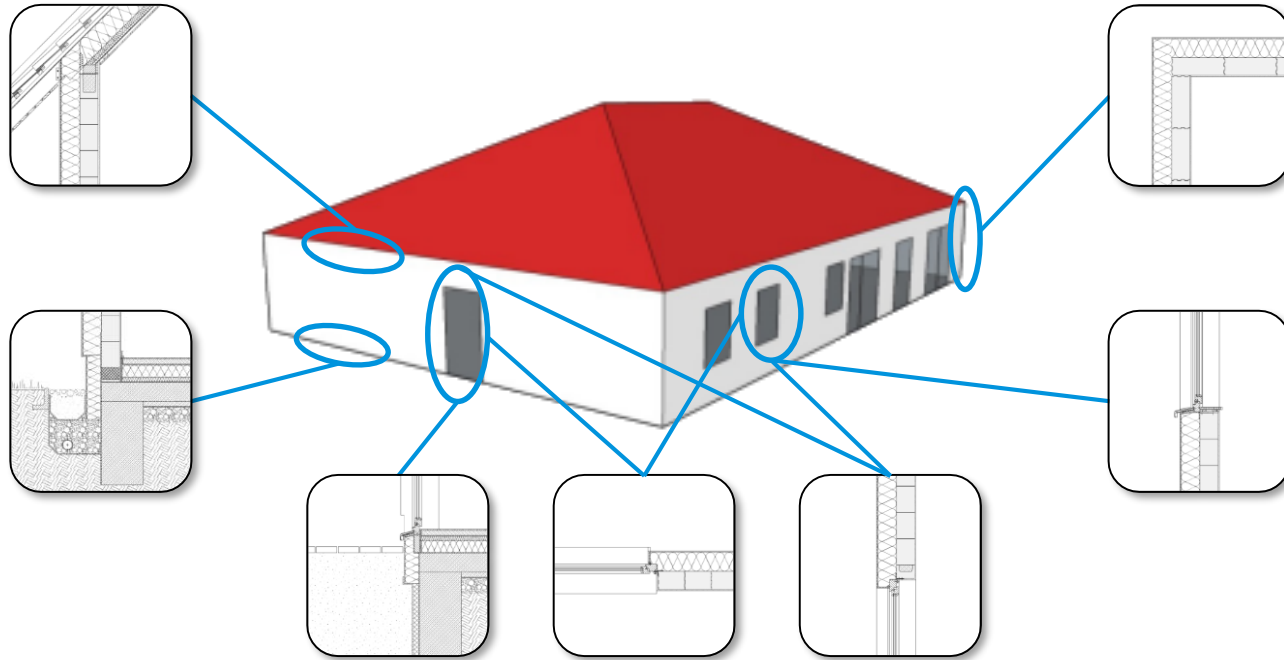
4. KS-Wärmebrückenkatalog Online

Automatische Berechnung im KS-WBK Online

Kalksandstein Wärmebrücken ¹⁾						
Nr.	Name der WB	WB-Nr.	Ψ_i [W/(mK)]	l_i [m]	$\Psi_i \cdot l_i$ [W/K]	
1	Einschalige Außenwand mit WDVS Bodenplatte oberseitig gedämmt, Gründung auf Streifenfundament	2.1.1	0,098	44,00	4,312	■
2	Einschalige Außenwand mit WDVS Außenecke	2.5.1	-0,054	12,32	-0,665	■
3	Einschalige Außenwand mit WDVS Traufe	2.8.1	-0,020	61,38	-1,228	■
4	Innenwandanschlüsse Bodenplatte oberseitig gedämmt, Gründung auf Streifenfundament	4.1.1	0,136	25,48	3,465	■
5	Innenwandanschlüsse Bodenplatte oberseitig gedämmt, Gründung auf Streifenfundament	4.1.1	0,168	28,82	4,842	■
6	Einschalige Außenwand mit WDVS Fenstersturz und einbindende Decke	2.6.2.1	0,003	20,38	0,061	
7	Einschalige Außenwand mit WDVS Fensterlaibung	2.6.1.1	0,003	51,30	0,154	
8	Einschalige Außenwand mit WDVS Terrassenfensteranschluss (unten), Bodenplatte (oberseitig gedämmt)	2.6.3.3	-0,158	5,04	-0,796	■
Eigene Wärmebrücken ²⁾						
Aufsummation			$\Sigma(\Psi_i \cdot l_i) = 10,145$ [W/K]			
Hüllfläche			$A = 643,80$ [m ²]			
Wärmebrückenzuschlag			$\Delta U_{WB} = 0,016$ [W/(m ² K)]			

4. KS-Wärmebrücken katalog Online

Beispielobjekt



4. KS-Wärmebrückenkatalog Online

Beispielobjekt

Bauteil	Dicke Dämmstoff/Bauteil
Außenwand KS + WDVS	$d_{AW} = 18 \text{ cm}$
Bodenplatte	$d_{AW} = 16 \text{ cm}$
Dach	$d_{Dach} = 24 \text{ cm}$
Fenster, Kunststoffrahmen	$d_F = 76 \text{ mm}$
Innenwände	$d_{IW} = 17,5 \text{ cm} / 24 \text{ cm}$

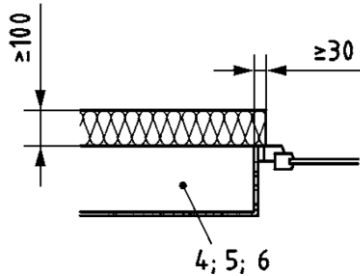
4. KS-Wärmebrückenkatalog Online

www.ks-waermebruecken.de



Fenster in Wandebene

Bbl. 2, Kategorie A:



- Gilt für Achsmaß Blendrahmen in der äußeren Hälfte der Tragschale

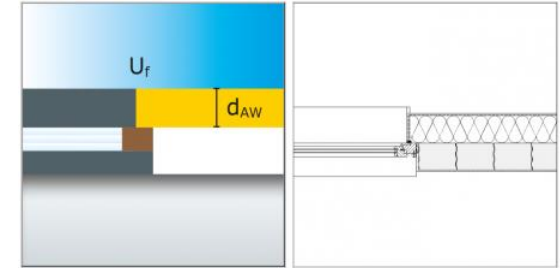
2.7.1.1 Fensterlaibung

Nr. DIN 4108 Beiblatt 2: 226

$$\psi = 0,050 \text{ W/(mK)}$$

$$\psi_{\text{Ref,A}} = 0,18$$

$$\psi_{\text{Ref,B}} = 0,07$$



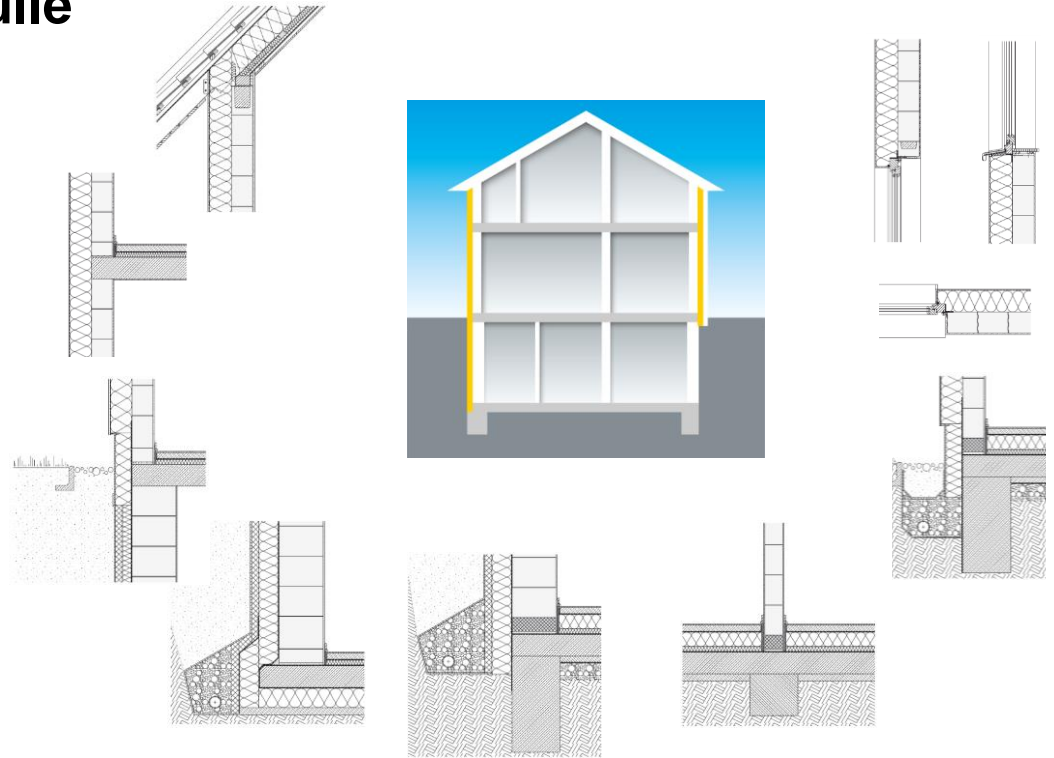
		Fenstersystem					
		Holz			Kunststoff		
		Rahmendicke d _f [mm]			Rahmendicke d _f [mm]		
		76	82	92	76	82	90
Dicke der Außenwanddämmung d _{AW} [cm]	10	0,040	0,045	0,042	0,037	0,041	0,040
	14	0,046	0,050	0,047	0,043	0,046	0,045
	18	0,050	0,054	0,051	0,046	0,050	0,049
	24	0,055	0,060	0,057	0,051	0,055	0,054
	30	0,059	0,063	0,060	0,055	0,058	0,058

Gliederung

1. Einleitung
2. Wärmebrückennachweise nach GEG
3. DIN 4108 Beiblatt 2: Wärmebrücken
4. KS-Wärmebrückenkatalog Online
5. Fazit und Ausblick

5. Fazit

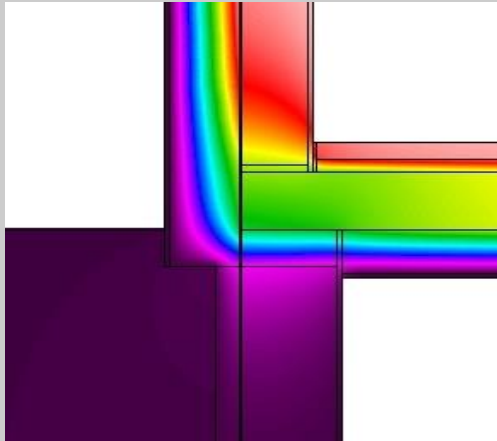
Geschlossene thermische Hülle durch KS-Bauweise mit „Funktionstrennung“



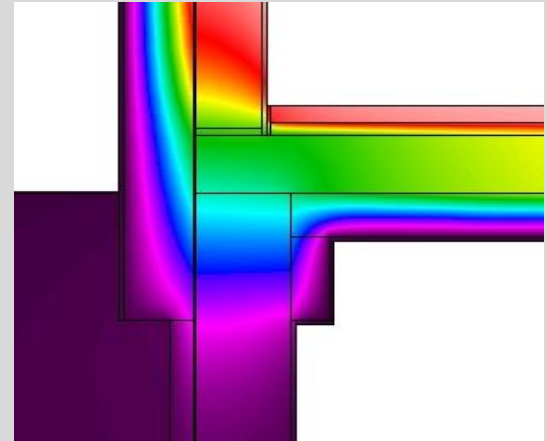
5. Fazit

Wärmebrückenoptimierung mit dem KS-Wärmedämmstein

KS-Keller mit KS-Wärmedämmstein



Betonkeller

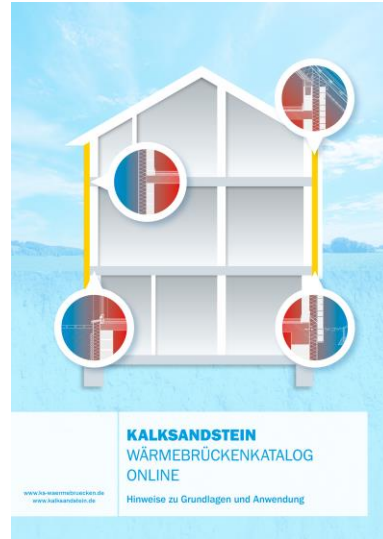


5. Fazit

Hilfsmittel rund um das Thema Wärmebrücken



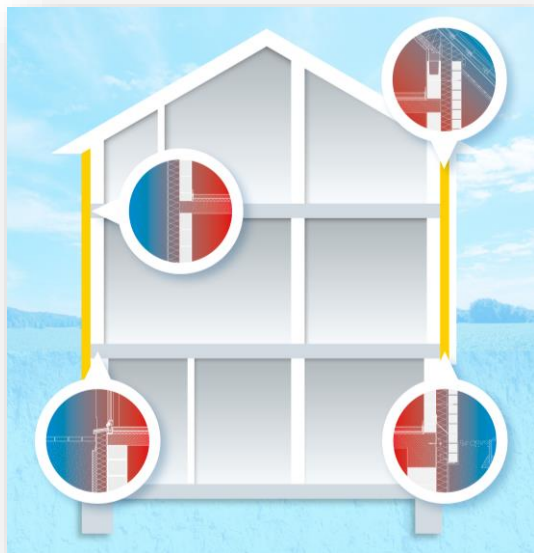
**KS-Wärmebrücken-katalog
Online**



**Broschüre zum KS-WBK
Grundlagen zur Anwendung**



**KS-Planungshandbuch
Kapitel Winterlicher Wärmeschutz**



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

www.kalksandstein.de

www.ks-waermebruecken.de