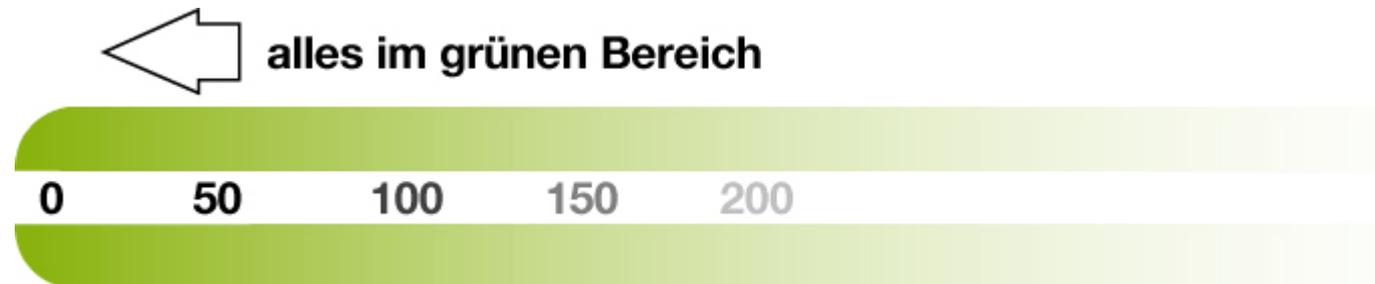


Wärmebrücken bei der Energieplanung



Berücksichtigung von Wärmebrücken



LBBW Landesbank Baden-Württemberg am Bollwerk Stuttgart, Behnisch Architekten

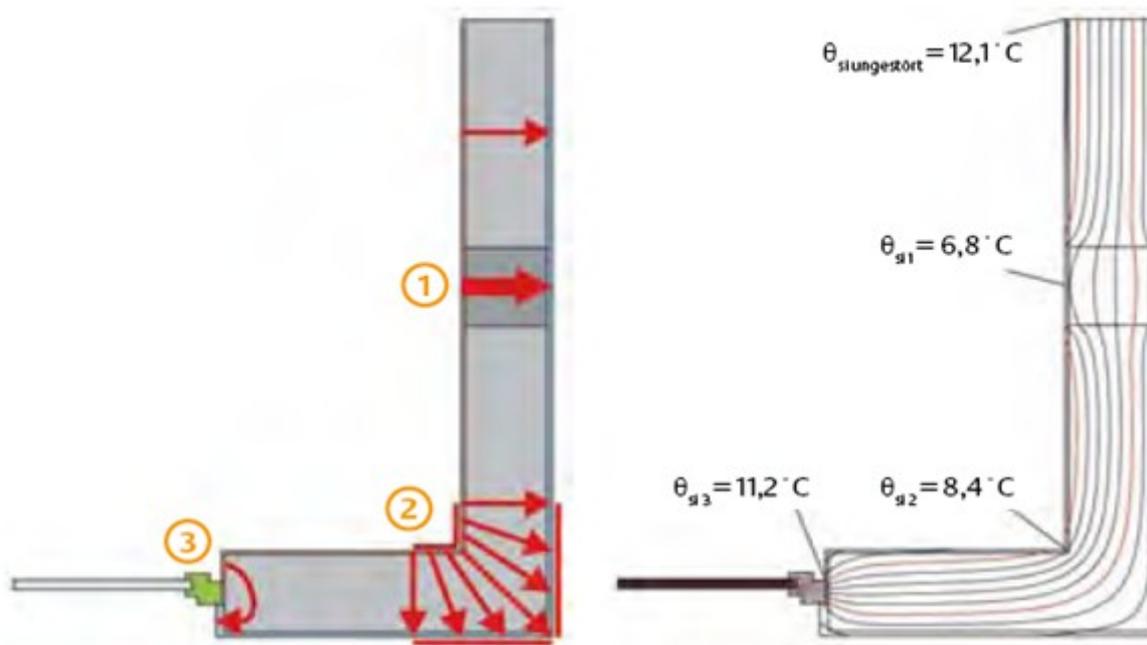
Wärmebrücken relevante Normen

- DIN 4108-2:2003-07
Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden
- DIN 4108 Beiblatt 2:2006-03
Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele
- DIN EN ISO 10211:2008-04
Wärmebrücken im Hochbau – Wärmeströme und
Oberflächentemperaturen
- DIN EN ISO 10077-1/2:2010-05/2008-08
Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und
Abschlüssen

Was sind Wärmebrücken?

Wärmebrücken sind Bereiche ...

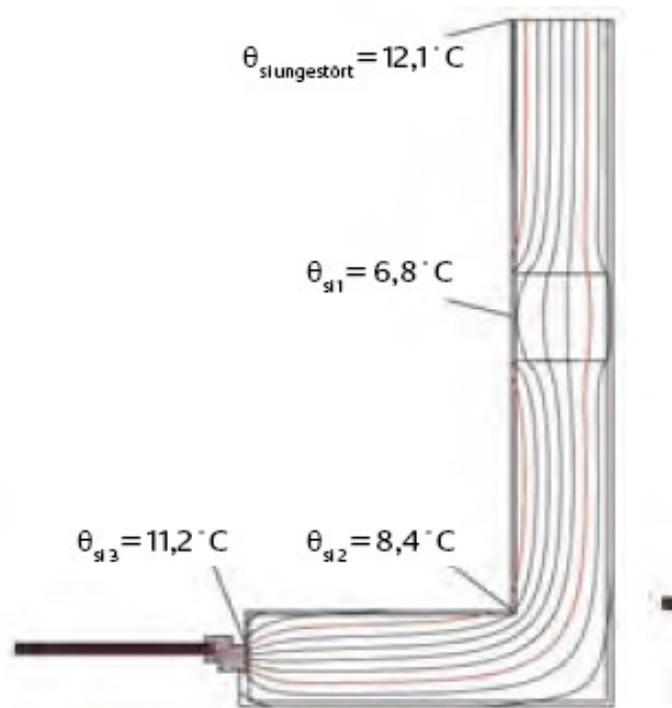
- der Wärme übertragenden Hüllfläche
- mit erhöhtem Wärmeabfluss
- reduzierten Oberflächentemperaturen



Raumseitige Oberflächentemperatur

**Bei Unterschreitung einer maßgebenden raumseitigen
Oberflächentemperatur ...**

- Gefahr von Schimmelpilzbildung



Raumseitige Oberflächentemperatur

Zur Vermeidung von Schimmelpilzbildung

- Bedingung $fR_{si} \geq 0,7$ an jedem Punkt der Wandinnenseite

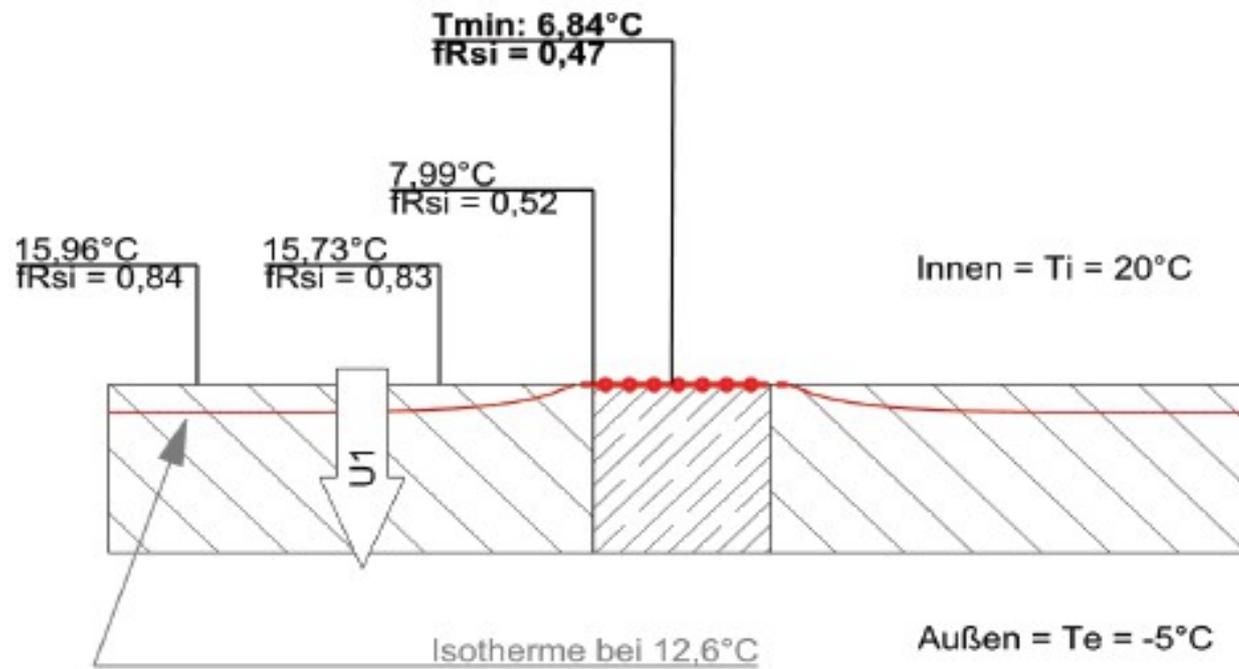


Bild 7 - Konstruktive Wärmebrücke mit Isotherme bei $12,6^\circ\text{C}$

Quelle: BKI-Basisworkshop Wärmebrücken – Martin Blaschke 2013

Schimmelpilzbildung und Tauwasserausfall

$$f_{Rsi} = (\theta_{si} - \theta_e) / (\theta_i - \theta_e)$$

θ_{si} [°C] raumseitige Oberflächentemperatur

θ_e [°C] Außenlufttemperatur

θ_i [°C] Innentemperatur

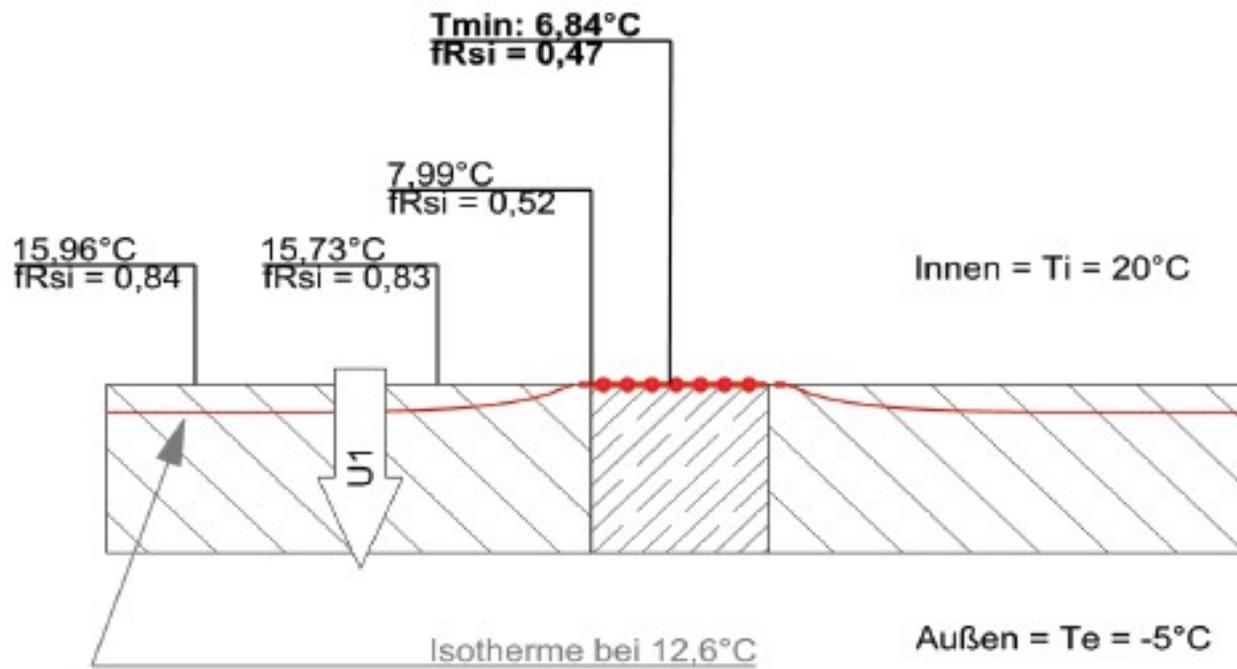


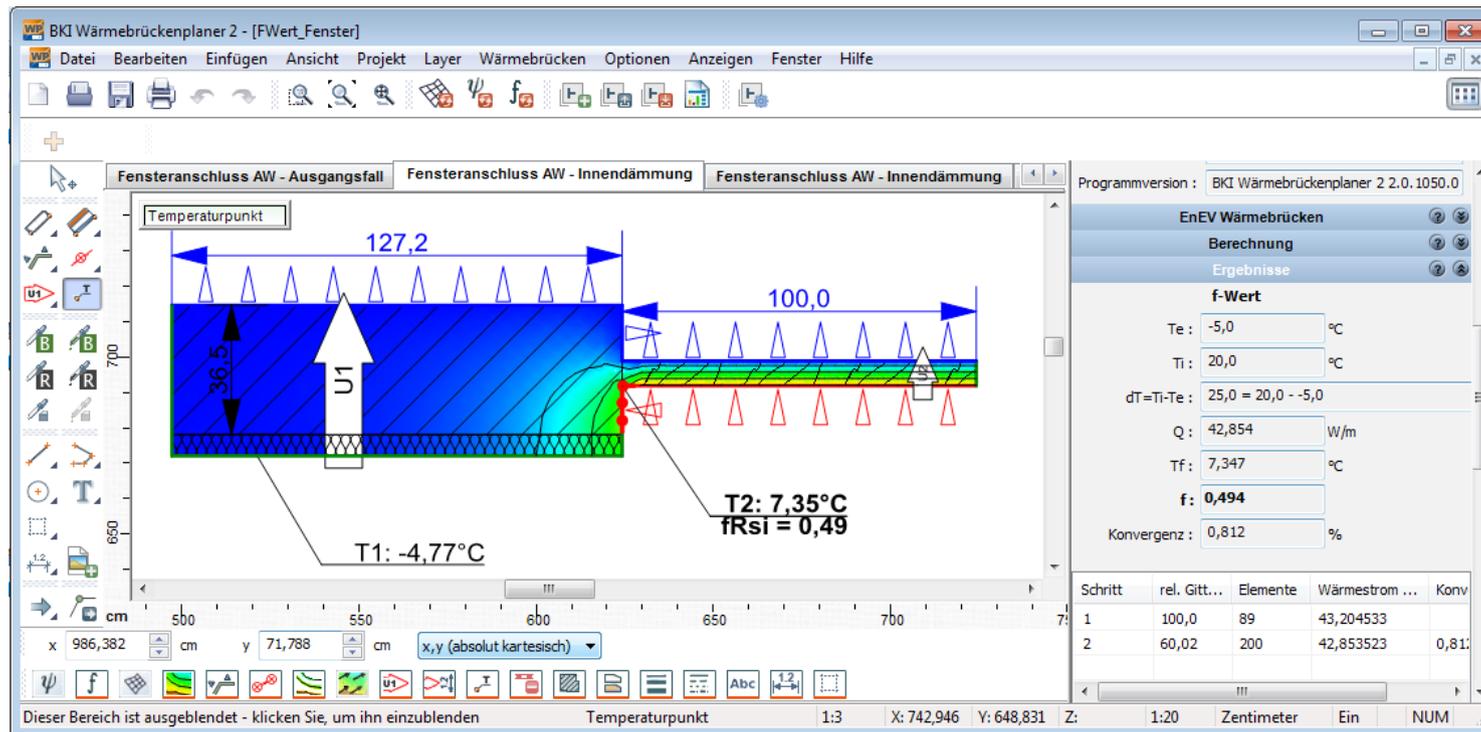
Bild 7 - Konstruktive Wärmebrücke mit Isotherme bei 12,6°C

Quelle: BKI-Basisworkshop Wärmebrücken – Martin Blaschke 2013

Raumseitige Oberflächentemperatur

Normbedingungen Wohnnutzung

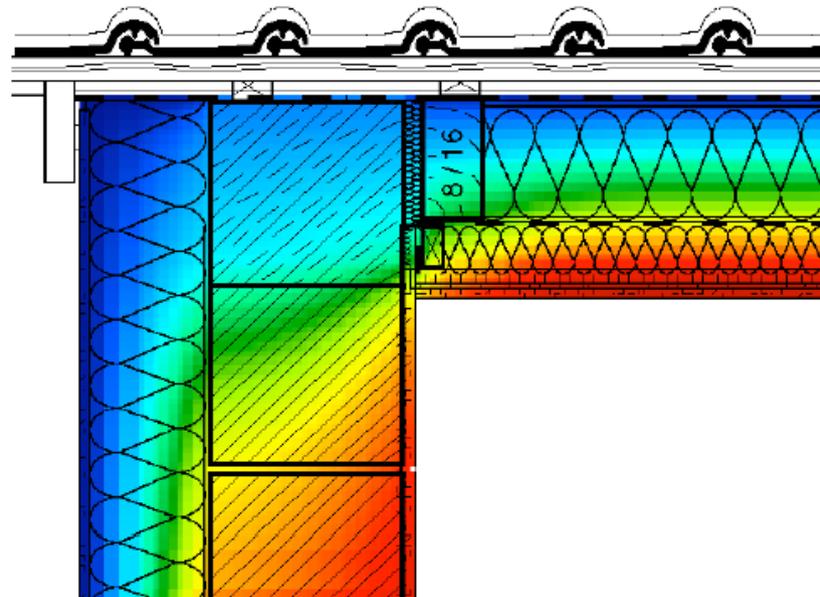
- Temperatur Innenoberfläche von $12,6^{\circ}\text{C}$
- Raumtemperatur von 20°C
- Außentemperatur von -5°C
- relative Raumluftfeuchte von 50%.



Feuchteschäden

Unsachgemäße Ausführung von Wärmebrücken

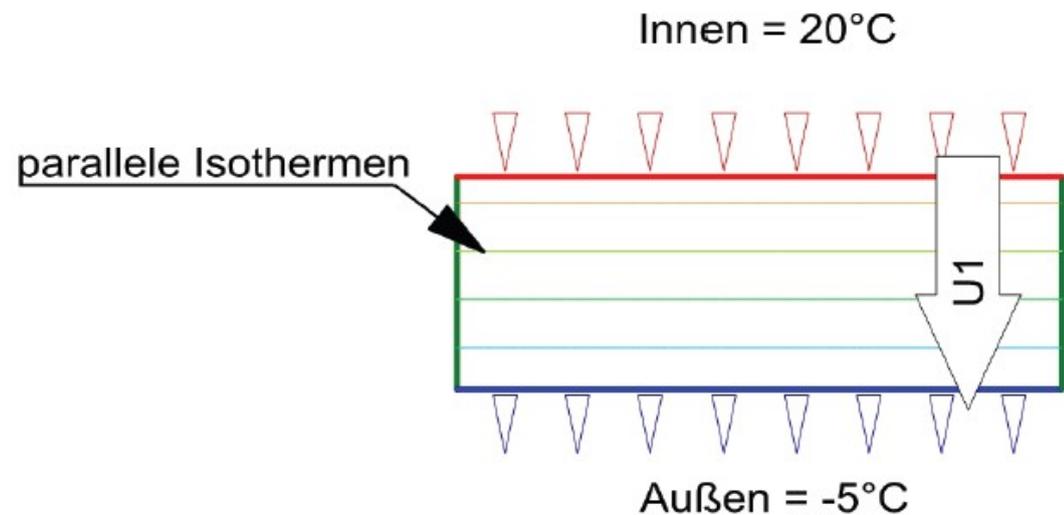
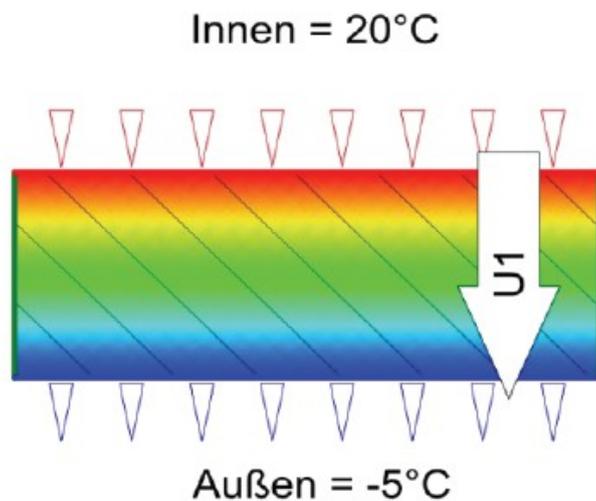
- Lücken in der Dämmung
z.B. in Gefachen der Dachdämmung
- Lücken im Mauerwerk
z.B. mit Mörtel verfülltes Ende einer Steinreihe
- Mangelhafte Anschlüsse
z.B. zwischen Außenwand und Fenster
- ...



Bezug zur EnEV

Ungestörte Regelquerschnitte ...

- kein erhöhter Temperaturabfluss
- Wärmeverlust aus der FEM-Berechnung (L2D) ist gleich dem berechneten Wärmedurchgang aus den U-Werten (L0)
- Paralleler Isothermenverlauf

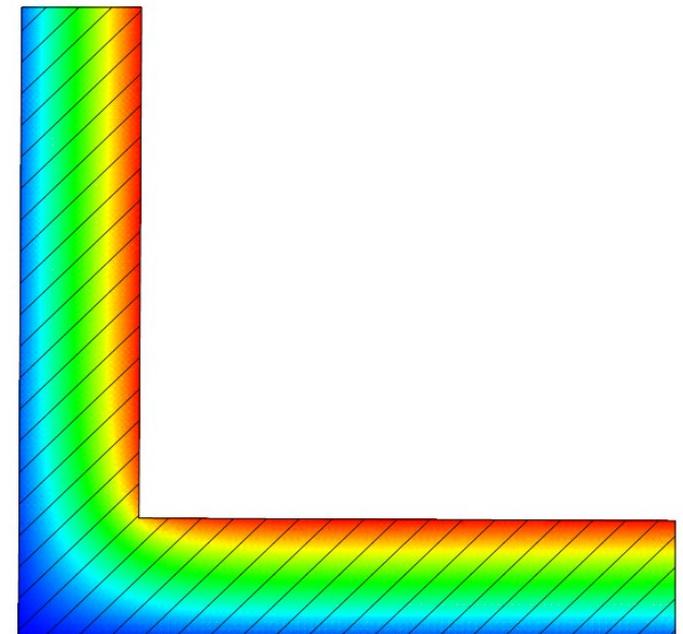
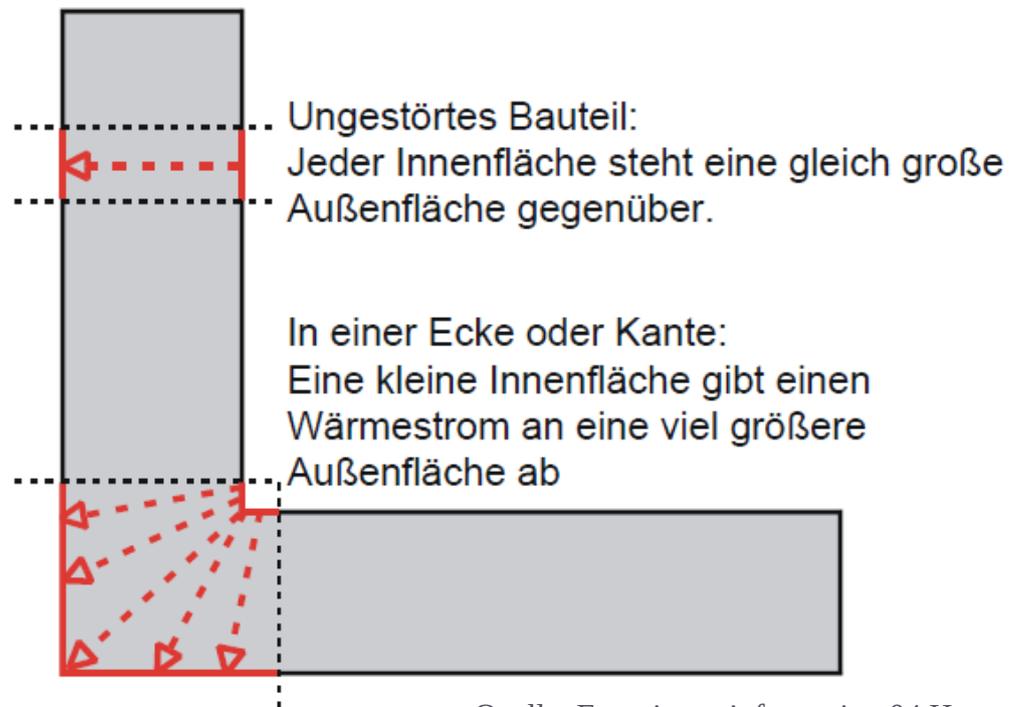


Quelle: BKI-Basisworkshop Wärmebrücken – Martin Blaschke 2013

Geometrisch bedingte Wärmebrücken

Geometrisch bedingte Wärmebrücken verursachen ...

- Wärmebrückeneffekte
- in Abhängigkeit vom Verhältnis der wärmezuführenden Innenseite und der wärmeabführenden Außenseite

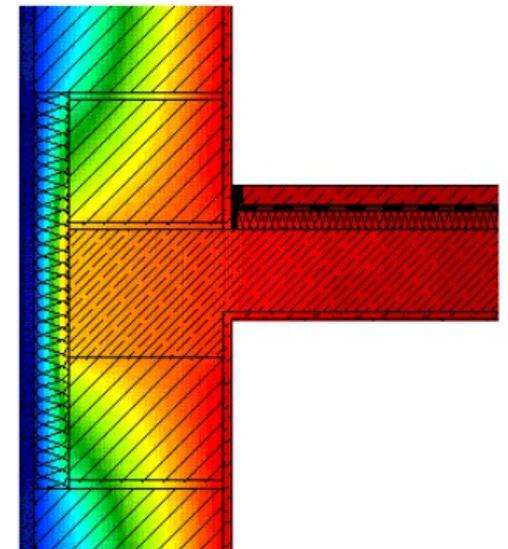
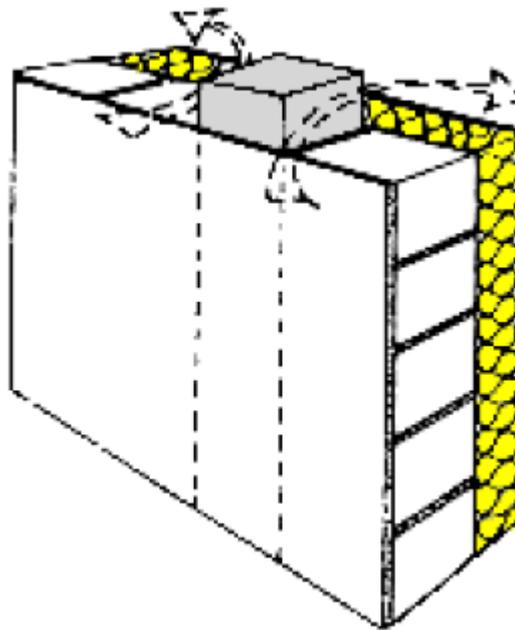
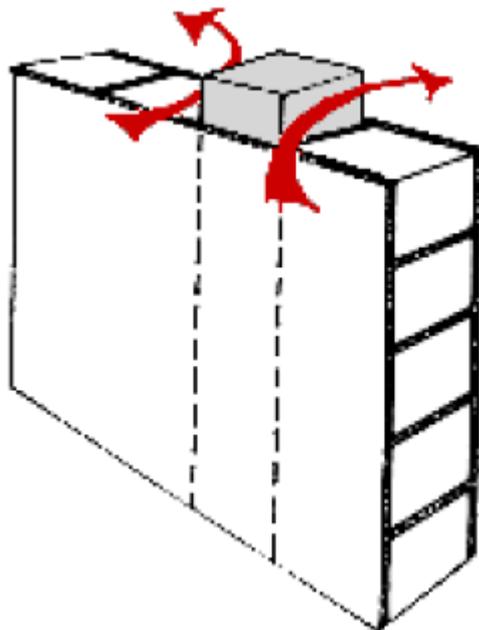


Quelle: Energiesparinformation 04 Hessen

Konstruktiv bedingte Wärmebrücken

Konstruktive Wärmebrücken mit Übergangseffekten ...

- durch nebeneinanderliegenden Bereichen mit einem abweichenden Schichtaufbau
- Baustoffe mit unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeiten λ
- bei Änderung der Dicke der Bauteile

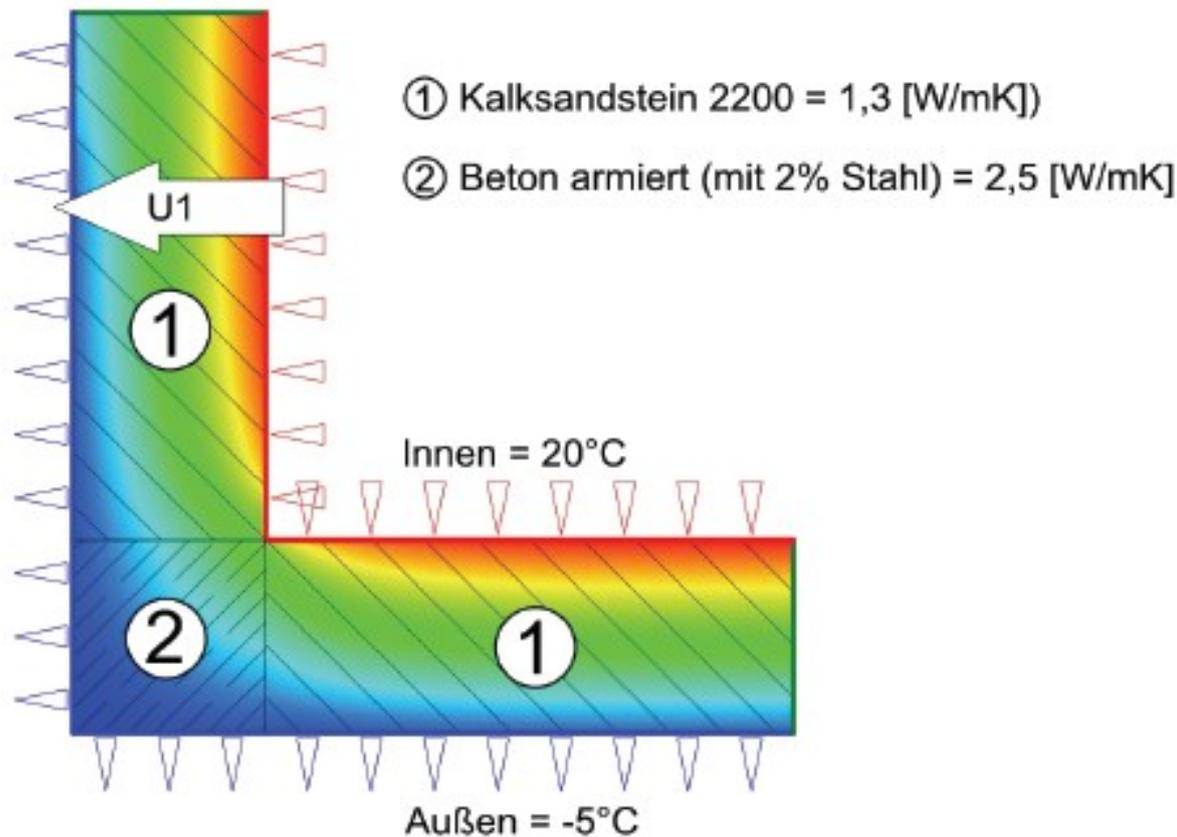


Quelle: Energiesparinformation 04 Hessen

Überlagerungseffekte von Wärmebrücken

Überlagerung von ...

- konstruktiv / stoffbedingten und
- geometrie- / formbedingten Wärmeabflüssen



Quelle: BKI-Basisworkshop Wärmebrücken – Martin Blaschke 2013

EnEV-Berechnung inkl. Wärmebrückeneffekten

Rechnerische Untersuchung ...

- nach den anerkannten Regeln der Technik
- im jeweiligen Einzelfall wirtschaftlich vertretbare Maßnahmen so gering wie möglich halten.
- Bauphysik DIN 4108-2

EnEV-Berechnung inkl. Wärmebrückeneffekten

Die EnEV-Bilanzierung enthält alle Verluste aus

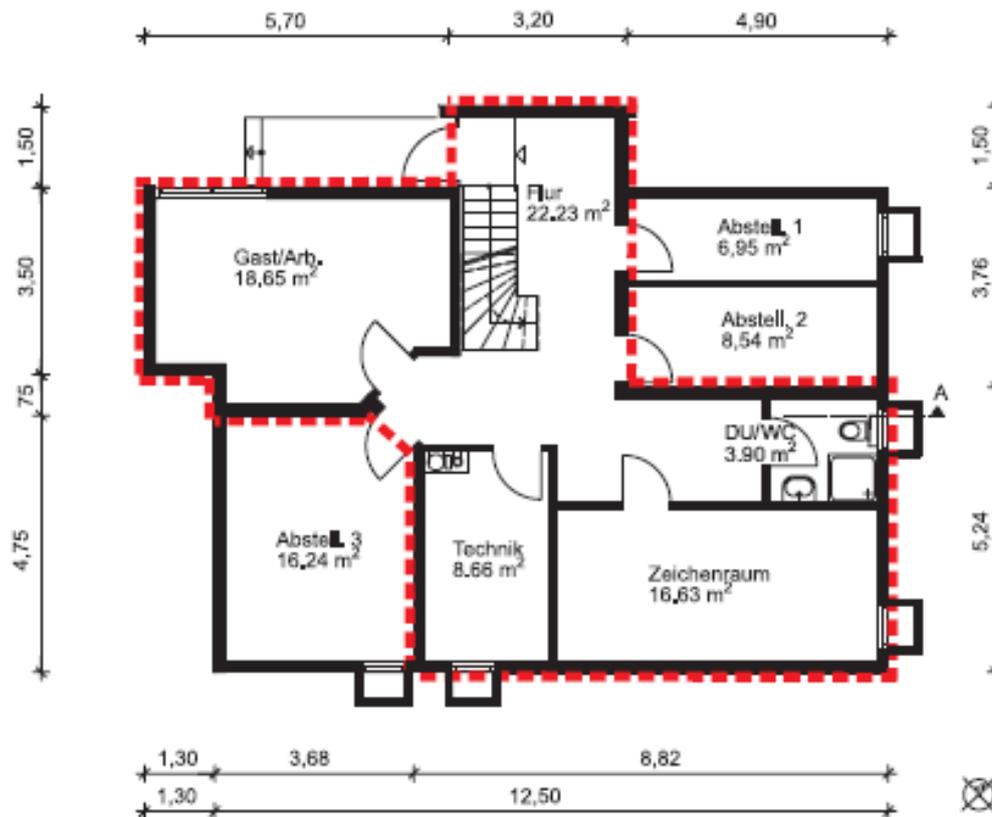
- Ungestörten Regelquerschnitten
(Transmissionswärmeverluste aus U-Wert x Fläche)
- Konstruktive Wärmebrücken mit Übergangseffekten
(z.B. pauschale Wärmebrückenzuschläge)
- Überlagerungseffekte
(z.B. pauschale Wärmebrückenzuschläge)

Bilanzierung nach EnEV

Berücksichtigung in EnEV-Berechnung...

- Ungestörten Regelquerschnitten
- Außenmaßbezug Systemgrenze

Systemgrenze UG

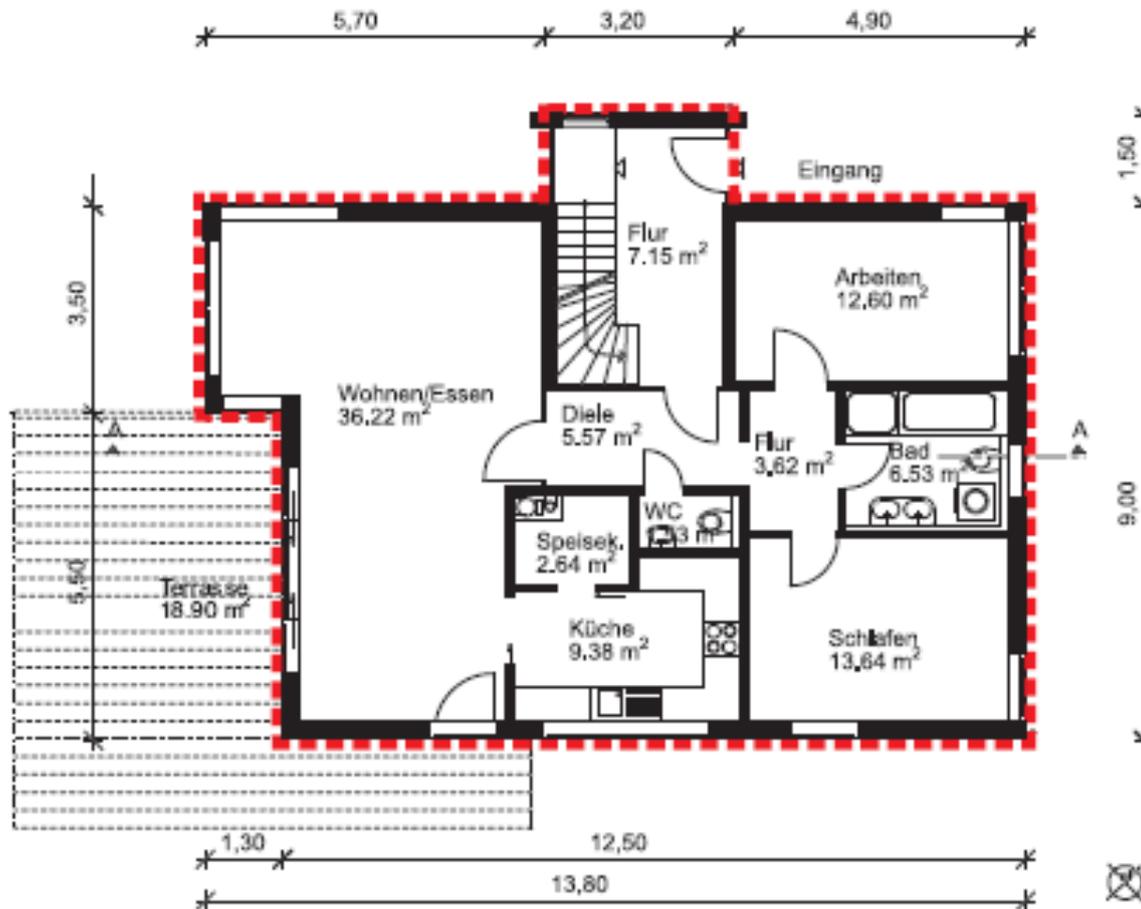


Quelle: BKI EnEV-Navigator 2

Bilanzierung nach EnEV

Berücksichtigung in EnEV-Berechnung...

Systemgrenze EG

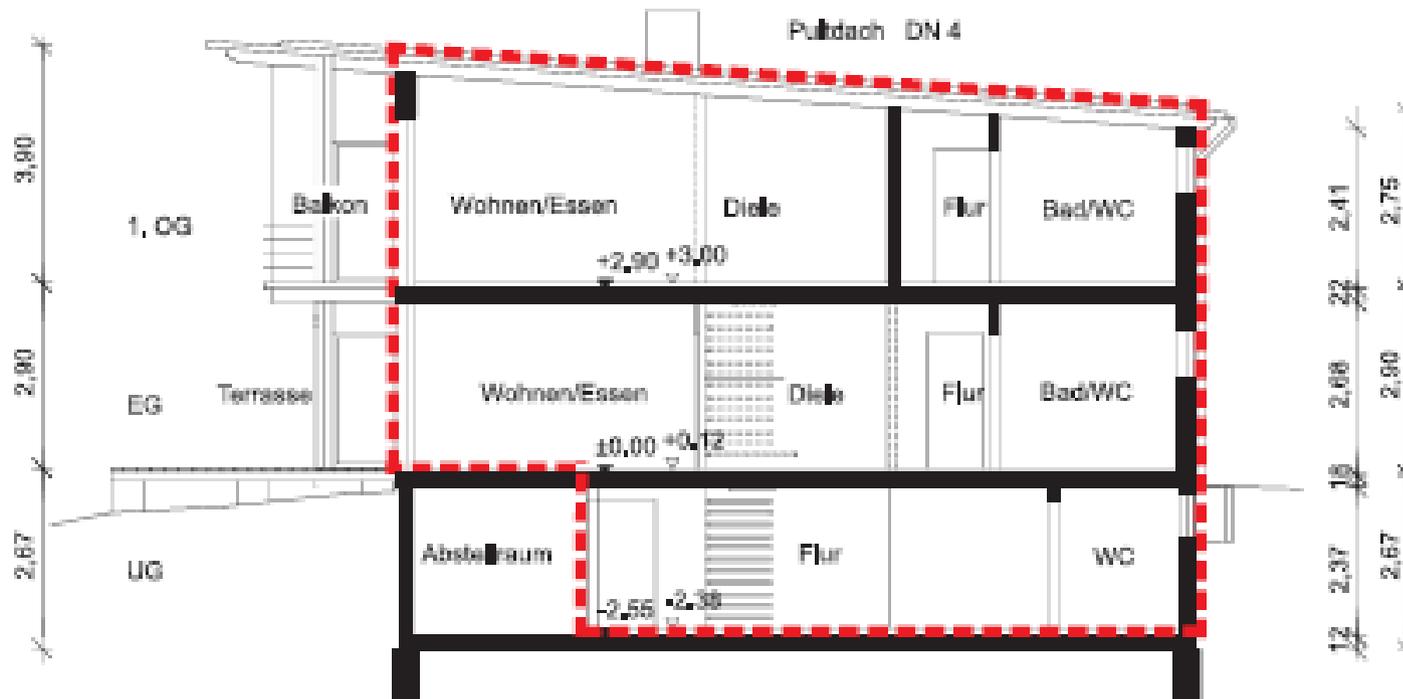


Quelle: BKI EnEV-Navigator 2

Bilanzierung nach EnEV

Berücksichtigung in EnEV-Berechnung...

Systemgrenze Schnitt



Quelle: BKI EnEV-Navigator 2

Bilanzierung nach EnEV

Berücksichtigung in EnEV-Berechnung...

Berechnung des spezifischen Transmissionswärmeverlustes						
Beispiel KfW-Effizienzhaus Musterweg 123 80469 München			Projekt: KfW-Effizienzhaus Datum: 25.10.2013 Bearbeiter: BKI GmbH			
Spezifischer Transmissionswärmeverlust						
Bauteil	RI	Fläche A_1 [m ²]	U_1 -Wert [W/m ² K]	$U_1 \cdot A_1$ [W/K]	F_x	$U_1 \cdot A_1 \cdot F_x$ [W/K]
Außenwand Nord	N	46,8	0,250	11,70	1,00	11,704
Außenwand Ost	O	42,4	0,250	10,61	1,00	10,612
Außenwand Süd	S	22,3	0,250	5,56	1,00	5,564
Außenwand Süd Wintergarten	S	7,8	0,240	1,88	0,50	0,938
Außenwand West	W	48,0	0,250	12,00	1,00	11,995
<p>➤ Ungestörten Regelquerschnitten (Transmissionswärmeverluste aus Fläche x U-Wert x F_x)</p>						
Gaube Ost	 O	2,6	0,220	0,58	1,00	0,575
Gaube West	W	2,6	0,220	0,58	1,00	0,575
TWD Ost	O	8,4	0,220	1,85	1,00	1,848
Fenster Süd	S	2,9	1,300	3,73	1,00	3,729
Dachflächenfenster Nord	N	2,5	1,300	3,20	1,00	3,204
Fenster Ost	O	5,2	1,300	6,70	1,00	6,696
Fenster West	W	8,0	1,300	10,43	1,00	10,425
Fenster Gaube Nord	N	5,1	1,300	6,64	1,00	6,638
Fenster Nord	N	1,8	1,300	2,31	1,00	2,312
Fenstertüre zum Wintergarten	S	17,7	1,300	22,98	1,00	22,984

Bilanzierung nach EnEV

Berücksichtigung in EnEV-Berechnung...

Übersicht der gesamten Wärmeverluste

Wärmeverluste des Gebäudes

Bauteil / Art	spezifischer Verlust [W/K]	absoluter Verlust [kWh/a]	Anteil am Gesamtverlust [%]
Außenwand Nord	11,70	931	3,7
Außenwand Ost	10,61	771	3,1
Außenwand Süd			
Außenwand West			
Bodenplatte			
Dach			
Dach Nord	12,02	861	3,4
Dach Süd	15,21	841	3,4
Eingangsportal			
Gaube			
Gaube			
TWD			
Fenster			
Dachflächenfenster Nord	3,20	256	1,0
Fenster Ost	6,70	534	2,1
Fenster West	10,43	832	3,3
Fenster Gaube Nord	6,64	530	2,1
Fenster Nord	2,31	185	0,7
Fenstertüre zum Wintergarten	22,98	1834	7,3
Wärmebrückenzuschlag gem. EnEV Abs. 2.5 a)	52,01	4151	16,6
Lüftungswärmeverluste Wohnbereich	---	9466	37,8
Gesamt		24858	99,4

➤ Konstruktive Wärmebrücken mit Übergangseffekten
(pauschale Wärmebrückenzuschläge)

➤ Überlagerungseffekte
(pauschale Wärmebrückenzuschläge)

Bilanzierung nach EnEV

BKI Energieplaner 14 - [C:\...\BKI\Energieplaner 14\Projekte\WG Beispiel KfW Effizienzhaus 4108 (Stammdaten)]

Datei Datenbanken Projekt Varianten Auswertung Extras Editor Ansicht Hilfe

Stammdaten

Projekt Einstellungen Grundlagen Zonen Bauteile Fenster Technik Wärmebrücken Ökonomie sommerlicher WS Bericht

Schadstoff-Emissionen der Energieträger Klima-Daten für Diffusionsberechnung Karte der Klimaregionen

Grundlagen Projekt

Angaben zum EEWärmeG...

Sondernachweise (z. B. KfW)

Klimatabelle

Referenzklima EnEV 2014

Klimaregion sommerlicher WS

Klimaregion B

Außentemperatur für Heizlast DIN EN 12831

-16

Grundlagen Variante

Strom aus regenerativer Energie

Wärmebrückenzuschlag

0,10 W/m²K
 0,05 W/m²K
 berechnet nach DIN 4108-6
 0,15 W/m²K (Altbau m. Innendämmung)

Energieausweis

Angaben zum Energieausweis...

Energieausweis ausstellen...

Datenerhebung Bestandsgebäude

genaue Datenerhebung
 vereinfachte Datenerhebung

Angaben zur Datenerhebung...

Eingangstüre	3,21	256	1,1
Gaube wand Ost	0,58	42	0,2
Gaube wand West	0,58	43	0,2
TWD Ost	1,85	119	0,5
Fenster Süd	3,73	298	1,3
Dachflächenfenster Nord	3,20	256	1,1
Fenster Ost	6,70	536	2,3
Fenster West	10,43	834	3,6
Fenster Gaube Nord	6,64	531	2,3
Fenster Nord	2,31	185	0,8
Fenster türe zum Wintergarten	22,98	1840	8,0
Wärmebrückenzuschlag gem. EnEV Abs. 2.5 b)	26,00	2081	9,0
Lüftungswärmeverluste Wohnbereich	---	9494	41,2
Gesamt		22850	99,3

Quelle: Ausgabe EnEV-Berechnung BKI Energieplaner 14

Wärmebrückenzuschlag

$$H_T = \sum(U_j \cdot A_j) + \Delta U_{WB} \cdot \sum A_j$$

Pauschaler Wärmebrückenzuschlag ohne Nachweis

- $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $\Delta U_{WB} = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ bei Altbauten mit über 50% Innendämmung und einbindender Massivdecke

Pauschaler Wärmebrückenzuschlag mit Nachweis der Gleichwertigkeit nach DIN 4108 Bbl.2

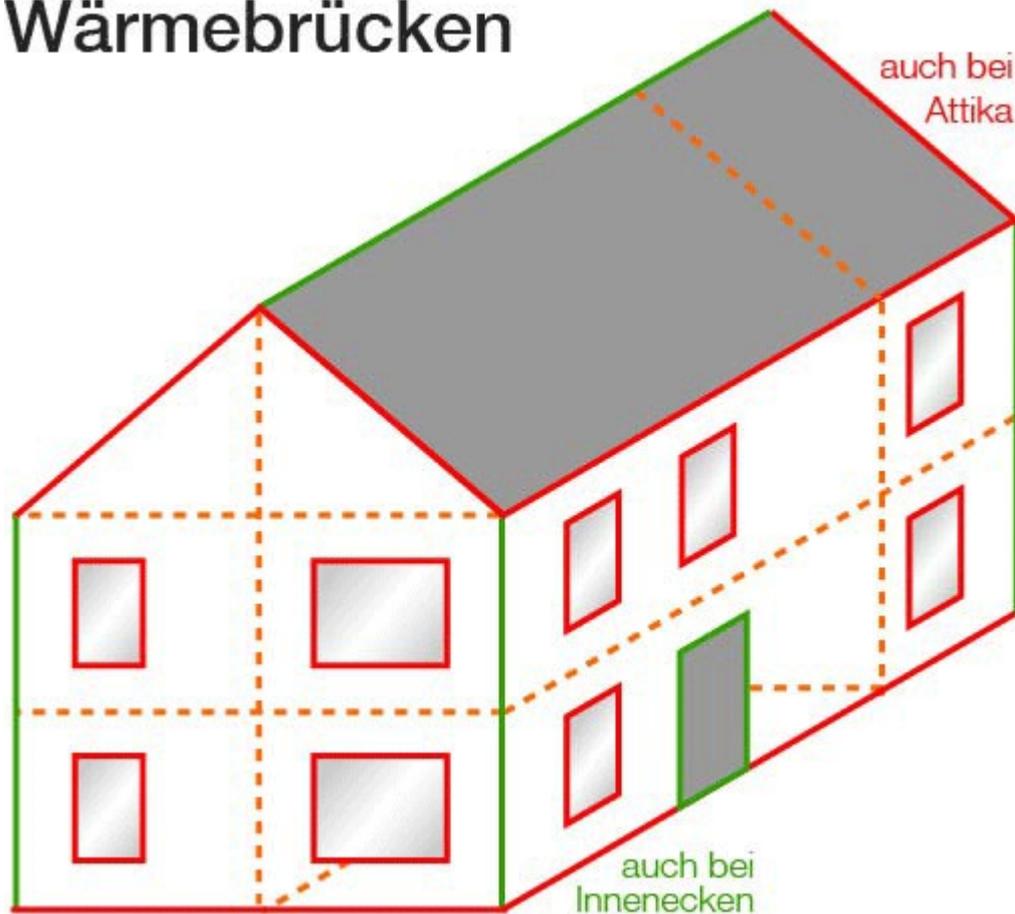
- $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ bei Überprüfung

Berechneter Wärmebrückenzuschlag (detailliert)

- $H_T = \sum(U_j \cdot A_j) + \sum(l_j \cdot \Psi_j)$

Gleichwertigkeitsnachweis DIN 4108 Bbl 2

Wärmebrücken



grün:

können immer vernachlässigt werden (Außen- und Innenecken, einzelne Türanschlüsse)

orange:

können vernachlässigt werden, wenn mit $R \geq 2,5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ überdämmt wird (entspricht $\geq 10 \text{ cm}$ bei $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$)

rot:

Nachweis der Gleichwertigkeit erforderlich!

Quelle: der-energie-coach.net

Empfehlung zur energetischen Betrachtung

Folgende Details können vernachlässigt werden:

- Außenwand (Außen- und Innenecke)
- Alle Anschlüsse bei durchlaufender Dämmschicht (Dicke ≥ 100 mm, min. $W_{lg} 0,04$ W/mK)
- einzeln auftretende Türanschlüsse von Wohngebäuden in der wärmetauschenden Hüllfläche
- kleinflächige Querschnittsänderungen
- Anschlüsse außenluftberührter kleinflächiger Bauteile

Gleichwertigkeitsnachweis DIN 4108 Bbl 2

Der Nachweis der Gleichwertigkeit beispielhaft erklärt

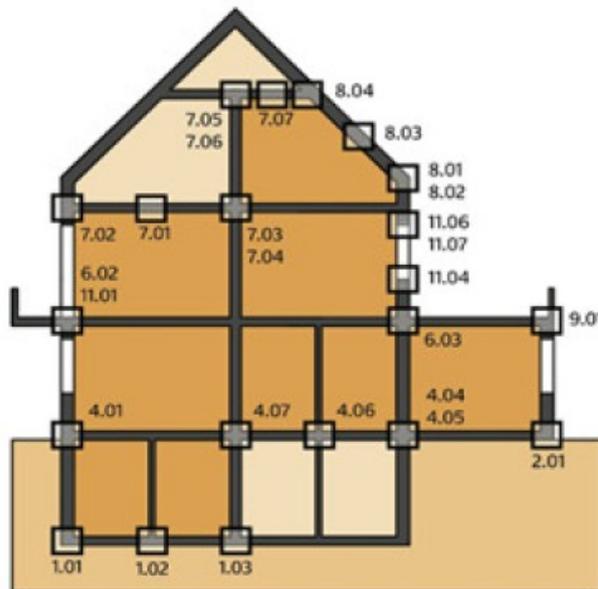
- Gleichwertigkeit über das konstruktive Grundrissmodell
- Gleichwertigkeit über den Wärmedurchlasswiderstand R der jeweiligen Schichten
- Gleichwertigkeit mittels Referenzwert aus Veröffentlichungen
- Gleichwertigkeit mittels Referenzwert einer Wärmebrückenberechnung



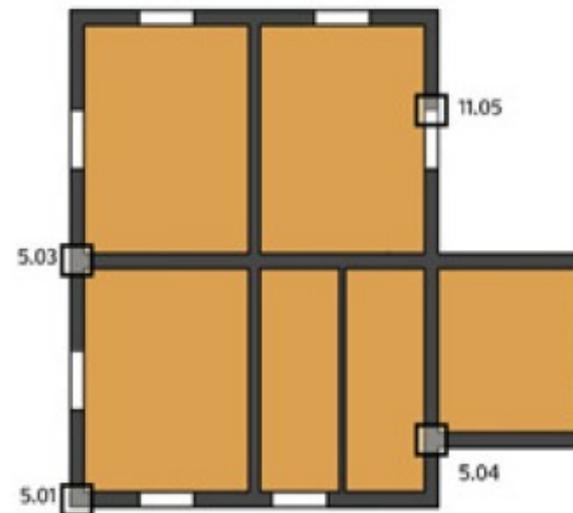
Detaillierter Wärmebrückennachweis

Vorgehensweise :

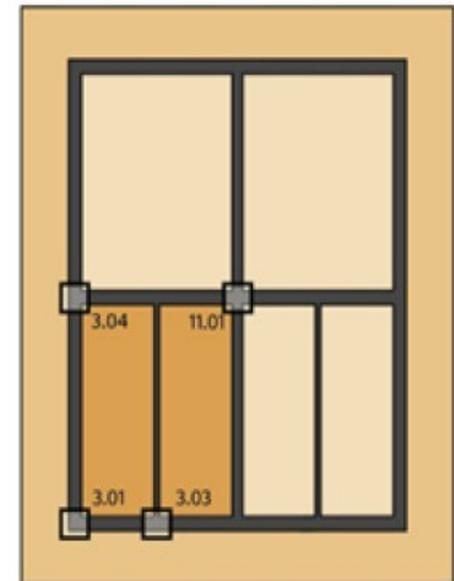
- Untersuchung der Konstruktion und Aufnahme der WB



Gebäudeschnitt



Grundriss Erdgeschoss

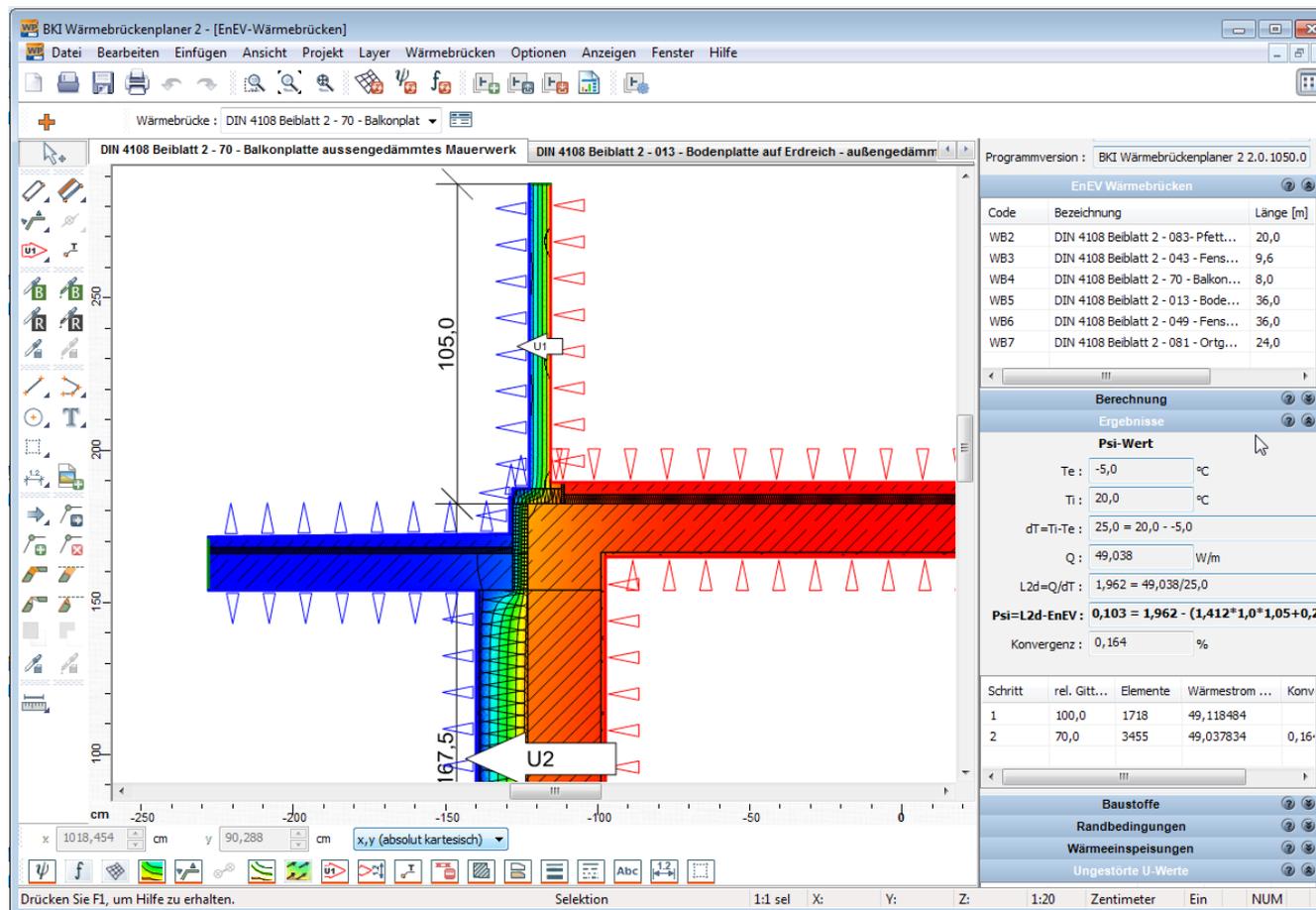


Grundriss Kellergeschoss

Detailierter Wärmebrückennachweis

Vorgehensweise :

- Ermittlung des psi-Werts



Detailierter Wärmebrückennachweis

Weitere Schritte:

- Erstellung eines Längenaufmaßes

Nr.	Gruppe	Beschreibung der Wärmebrücke	Länge			
01	Kellerdecke	Auflager, Keller unbeheizt	$(10,27\text{ m} + 8,52\text{ m}) * 2 =$	37,58	m	
		- Eingangstür	- 1,01 m	=	1,01	m
		- Kellerfenster (nicht im Plan eingezeichnet)	- 1,01 m * 8	=	-8,08	m
					30,51	m
02		Auflager mit Kellerfenster, Keller unbeheizt	$1,01\text{ m} * 8 =$	8,08	m	
03		Innenwand, Keller unbeheizt	9,51 m	=	9,51	m
			3,26 m	=	3,26	m
			$4,26\text{ m} * 2 =$	8,52	m	
			2,635 m	=	2,635	m
			4,01 m	=	4,01	m
				27,94	m	
04	Außenwand	Außenecke	$5,62\text{ m} * 4 =$	22,48	m	
05		Innenwand	$2,50\text{ m} * 2 * 6 =$	30,00	m	

Detailierter Wärmebrückennachweis

Weitere Schritte:

- Berechnung des gesamten zusätzlichen Wärmeverlustes
- Ermittlung des Wärmebrückenzuschlages

Nr.	Gruppe	Beschreibung der Wärmebrücke	ψ Wert [W/(mK)]	Länge [m]	F_x [-]	H_T [W/K]
01	Kellerdecke	Auflager, Keller unbeheizt	0,28	30,51	1,0	8,54
02		Auflager mit Kellerfenster, Keller unbeheizt	0,48	8,08	1,0	3,88
03		Innenwand, Keller unbeheizt	0,35	27,94	0,6	5,87
04	Außenwand	Außenecke	-0,10	22,48	1,0	-2,25
05		Innenwand	0,00	30,00	1,0	0,00
06	Geschossdecke	Auflager	0,01	45,19	1,0	0,45
07		Balkon	0,75	5,48	1,0	4,11
08		Kehlbalkendecke	0,00	6,98	1,0	0,00
09	Dach	Traufe	-0,01	20,54	1,0	-0,21
10		Ortgang	0,08	12,40	1,0	0,99
11		Kehlbalkendecke	0,00	20,54	1,0	0,00
12	Fenster/ Türen	Schwelle, Eingangstür	0,39	1,01	1,0	0,39
13		Schwelle, Balkontür	0,79	1,77	1,0	1,40
14		Brüstung	0,15	21,90	1,0	3,29
15		Laibung	0,09	51,36	1,0	4,62
16		Sturz	0,16	24,68	1,0	3,95
Summe $H_{T,wb}$ [W/K]						35,04
Hüllfläche A_{ges} [m ²]						423,8
Wärmebrückenzuschlag ΔU_{wb} [W/(m ² K)]						0,08

Wärmeverluste und Wärmebrückenzuschlag

Zusammenfassung:

Berechnung der gesamten zusätzlichen Wärmeverlustes:

$$HT'_{,WB} = \sum \psi_i \times L_i \quad [W/K]$$

Ermittlung des Wärmebrückenzuschlages:

$$\Delta U_{WB} = HT'_{,WB} / A_{ges} \quad [W/m^2K]$$

mit A_{ges} = Thermische Hüllfläche [m²]

Summe $H_{T,WB}$ [W/K]	35,04
Hüllfläche A_{ges} [m ²]	423,8
Wärmebrückenzuschlag ΔU_{WB} [W/(m ² K)]	0,08

Erhöhter Wärmeabfluss

Wärmeabfluss psi ...

beschreibt die Differenz zwischen dem

Wärmeverlust des Bauteils aus der FEM-Berechnung
und

Wärmeverlust im ungestörten Regelquerschnitt.

$$\text{psi-Wert} = L^{2D} - L^0 = Q/dT - \sum(\text{U-Wert} \times \text{Wirklänge} \times F_x)$$

$$\text{Psi=L2d-EnEV : } 0,103 = 1,962 - (1,412 \cdot 1,0 \cdot 1,05 + 0,224 \cdot 1,0 \cdot 1,675) \quad \text{W/mK}$$

Ergebnisanzeige im BKI Wärmebrückenplaner 2

Berechnung Wärmebrückenkoeffizient Ψ

$$\Psi = L^{2D} - \sum_j (U_j \cdot l_j)$$

Ψ (Psi) längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient
(Außen- oder Innenmaßbezogen)

L^{2D} längenbezogener thermischer Leitwert aus einer
2D-Berechnung

U_j Wärmedurchgangskoeffizient des 1D-Bauteils

l_j Länge, über die der U_j -Wert gilt

Wärmestromberechnung (psi-Wertermittlung)

Berechnung in Abhängigkeit

- Randbedingungen
- Stoffkennwerte
- Modellgeometrie
- Temperaturen
- Wärmeübergänge

Es ist daher zu unterscheiden nach einer **allgemeinen Wärmebrückenberechnung** nach DIN EN ISO 10211 oder einem **Gleichwertigkeitsnachweis von Detailausführungen** gemäß DIN 4108 Bbl.2.

Wärmestromberechnung (psi-Wertermittlung)

Randbedingungen (gem. DIN 4108 Bbl.2)

Randbedingung

Typ: **adiabat**

Bezeichnung: **adiabat**

Beschreibung:

- innen beheizt - Wärmestrom horizontal
- innen beheizt - Wärmestrom horizontal (Fensterbereich)
- innen beheizt - Wärmestrom nach oben
- innen beheizt - Wärmestrom nach unten
- innen beheizt - frei
- innen unbeheizt - Wärmestrom horizontal
- innen unbeheizt - Wärmestrom von oben
- innen unbeheizt - Wärmestrom von unten
- innen unbeheizt - frei
- außen (Außenwand)
- außen (Außenwand belüftet)
- außen - frei
- erdbertührt - bis zu 1m Erdringtiefe
- erdbertührt - Bodenplatte oder über 1m Erdringtiefe
- erdbertührt - frei
- außen (Dach)
- außen (Dach belüftet)
- außen (Dach, Gaubenwand Verfahren Beiblatt)
- Dach - frei

Ergebnisse

Brandstoffe

Randbedingungen

Code	Anz	Bezeichnung	Rs [m²...]	T [°C]	Länge [m]
	5	adiabat			0,6071
	1	innen beheizt - Wärmestro...	0,13	20	1,5008
	2	innen beheizt - Wärmestro...	0,1	20	1,0304
	2	außen (Außenwand)	0,04	-5	1,4534
	3	außen (Dach, Gaubenwan...	0,1	-5	1,3682

Ungestörte U-Werte

Code	Bezeichnung	U-Wert...	Länge	Fx	Fx
U1		0,4796	1,443	1	Standard
U2		0,192	1,373	1	Standard

Wärmestromberechnung (psi-Wertermittlung)

Stoffkennwerte (Baustoffdatenbank)

Baustoff auswählen

Name:

Suche Zurücksetzen Undo Redo

Neuer Katalog Kopieren Einfügen Löschen

Neuer Baustoff Kopie anlegen Baustoff löschen Katalogeintrag entfernen Details anzeigen 118 Einträge

Name	Lambda [W/(mK)]	c [kJ/(kgK)]	rho [kg/m³]
DIN V 4108 5.10 Holzfaserdämmstoff NW 0,032 Kategorie I	0,043	1	20
DIN V 4108 5.10 Holzfaserdämmstoff NW 0,035 Kategorie I	0,046	1	20
DIN V 4108 5.10 Holzfaserdämmstoff NW 0,040 Kategorie I	0,053	1	20
DIN V 4108 5.10 Holzfaserdämmstoff NW 0,060 Kategorie I	0,072	1	20
DIN V 4108 5.11 Wärmedämmputz DIN EN 998-1 T1 GW 0,057 Kategorie II	0,06	1	100
DIN V 4108 5.11 Wärmedämmputz DIN EN 998-1 T1 GW 0,066 Kategorie II	0,07	1	100
DIN V 4108 5.11 Wärmedämmputz DIN EN 998-1 T1 GW 0,075 Kategorie II	0,08	1	100
DIN V 4108 5.11 Wärmedämmputz DIN EN 998-1 T1 GW 0,085 Kategorie II	0,09	1	100
DIN V 4108 5.11 Wärmedämmputz DIN EN 998-1 T1 GW 0,094 Kategorie II	0,1	1	100
DIN V 4108 5.11 Wärmedämmputz DIN EN 998-1 T1 GW 0,113 Kategorie II	0,12	1	100
DIN V 4108 5.11 Wärmedämmputz DIN EN 998-1 T1 GW 0,132 Kategorie II	0,14	1	100
DIN V 4108 5.11 Wärmedämmputz DIN EN 998-1 T1 GW 0,150 Kategorie II	0,16	1	100
DIN V 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum GW 0,0290 Kategorie II	0,03	1	20
DIN V 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum GW 0,0338 Kategorie II	0,035	1	20
DIN V 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum GW 0,0385 Kategorie II	0,04	1	20
DIN V 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum GW 0,0428 Kategorie II	0,045	1	20
DIN V 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum GW 0,0480 Kategorie II	0,05	1	20
DIN V 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum NW 0,030 Kategorie I	0,036	1	20
DIN V 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum NW 0,035 Kategorie I	0,042	1	20
DIN V 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum NW 0,040 Kategorie I	0,048	1	20
DIN V 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum NW 0,045 Kategorie I	0,054	1	20
DIN V 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum NW 0,050 Kategorie I	0,06	1	20
DIN V 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum NW 0,055 Kategorie I	0,066	1	20

Kenndaten erweiterbare Daten verfügbare Dicken Katalogzuweisung

Name: DIN V 4108 5.11 Wärmedämmputz DIN EN 998-1 T1 GW 0,075 Kategorie II

Wärmeleitfähigkeit λ [W/(mK)]

spezifische Wärmekapazität c [kJ/(kgK)]

Dichte rho [kg/m³]

Auswählen Abbrechen

Wärmestromberechnung (psi-Wertermittlung)

Temperaturen

Übersicht

Projekteigenschaften
EnEV Wärmebrücken

Code	Bezeichnung	Länge [m]	Psi [W/...]	Gesamt...
WB2	DIN 4108 Beiblatt 2 - 083- Pfett...	20,0	-0,003	-0,055
WB3	DIN 4108 Beiblatt 2 - 043 - Fens...	9,6	0,129	1,24
WB4	DIN 4108 Beiblatt 2 - 70 - Balkon...	8,0	0,103	0,827
WB5	DIN 4108 Beiblatt 2 - 013 - Bode...	36,0	0,102	3,654
WB6	DIN 4108 Beiblatt 2 - 049 - Fens...	36,0	0,069	2,468
WB7	DIN 4108 Beiblatt 2 - 081 - Ortg...	24,0	-0,102	-2,447

Berechnung

Berechnung: Psi- und f-Wert

Gitterweite: 3,0 cm

Nicht nur Dreiecks-, sondern auch Viereckselemente verwenden

Konvergenzkriterium erfüllen

Konvergenz: 1,00 %

Schrittzahl: 10

Psi-Wert **f-Wert**

Temperaturen: Fest Fest

Ti: Standard (Te=-5°,Ti=20°)

Automatisch (Randbedingungen)

Te: °C

Ergebnisse

Baustoffe

Nr	Anz	Baustoff	Lambd...
1	1	Gipskartonplatte	0,25
2	2	Holz	0,13
3	2	Holzwerkstoffplatte	0,14
4	1	Mauerwerk	0,2
5	1	Mauerwerk	1
6	1	Dutz	0,5

Wärmestromberechnung (psi-Wertermittlung)

Modellgeometrie (Ungestörte U-Werte und Wirklängen)

Ungestörter U-Wert

Bezeichnung: U2
Beschreibung:

Rsi: 0,10 m²K/W
Rse: 0,10 m²K/W
U-Wert: 0,19 W/m²K
Standard

Korrekturfaktor: 1,00 Standard

Wirklänge: 137,3 cm

Messen! Abgreifen!

Aufrangrenzende Ränder berücksichtigen

max. Richtungsabweichung: 1,0

144,3

U1

Ergebnisse

Baustoffe

Nr	Anz	Baustoff	Lambd...
1	1	Gipskartonplatte	0,25
2	2	Holz	0,13
3	2	Holzwerkstoffplatte	0,14
4	1	Mauerwerk	0,2
5	1	Mauerwerk	1
6	1	Putz	0,5
7	1	Putz	1

Randbedingungen

Code	Anz	Bezeichnung	Rs [m ² ...	T [°C]	Länge [m]
	5	adiabat			0,6071
	1	innen beheizt - Wärmestro...	0,13	20	1,5008
	2	innen beheizt - Wärmestro...	0,1	20	1,0304
	2	außen (Außenwand)	0,04	-5	1,4534
	3	außen (Dach, Gaubenwan...	0,1	-5	1,3682

Wärmeinspeisungen

Ungestörte U-Werte

Code	Bezeichnung	U-Wert...	Länge	Fx	Fx
U1		0,4796	1,443	1	Standard
U2		0,192	1,373	1	Standard

Wärmestromberechnung (psi-Wertermittlung)

Wärmeübergänge (Temperaturkorrekturfaktoren)

Übersicht

Projekteigenschaften

EnEV Wärmebrücken

Berechnung

Berechnung: **Psi- und f-Wert**

Gitterweite: 3,0 cm

Nicht nur Dreiecks-, sondern auch Viereckselemente verwenden

Konvergenzkriterium erfüllen

Konvergenz: 1,00 %

Schrittzahl: 10

Psi-Wert **f-Wert**

Temperaturen: **Fest** **Fest**

Ti: Standard (Te=-5°, Ti=20°) 0,0 °C

Te: **Fest** 0,0 °C

Ergebnisse

Baustoffe

Randbedingungen

Code	Anz	Bezeichnung	Rs [m²...]	T [°C]	Länge [m]
	5	adiabat			0,6071
	1	innen beheizt - Wärmestro...	0,13	20	1,5008
	2	innen beheizt - Wärmestro...	0,1	20	1,0304
	2	außen (Außenwand)	0,04	-5	1,4534
	3	außen (Dach, Gaubenwan...	0,1	-5	1,3682

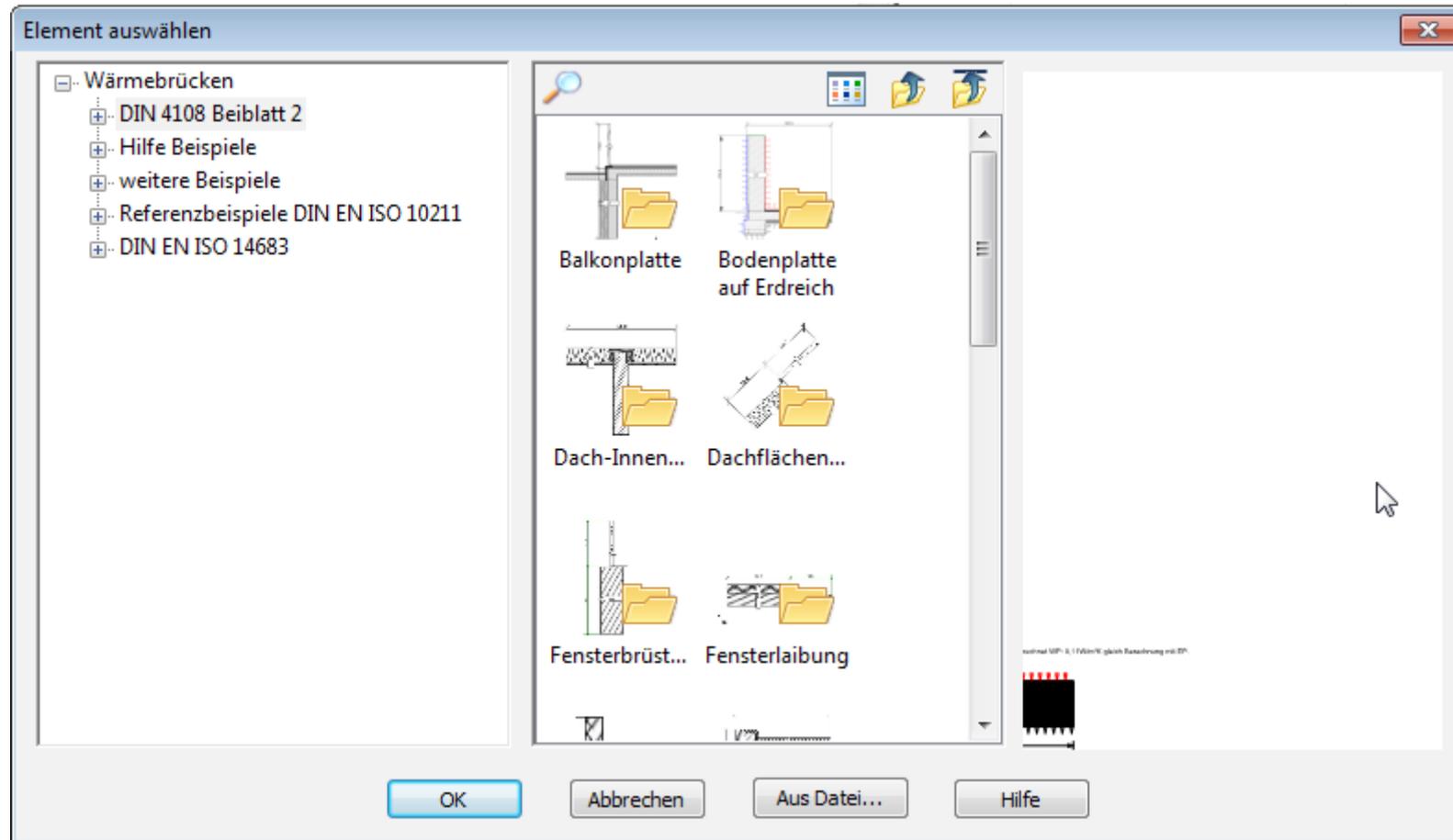
Wärmeeinspeisungen

Ungestörte U-Werte

Code	Bezeichnung	U-Wert...	Länge	Fx	Fx
U1		0,4796	1,443	1	Standard
U2		0,192	1,373	1	Standard

Wärmestromberechnung (psi-Wertermittlung)

Umfangreiche, editierbare Wärmebrückendatenbank



•Liste der

Berücksichtigung Wärmebrücken bei Effizienzhäusern

➤ gemäß FAQ-Liste Abschnitt 4

Anlage zu den Merkblättern

Energieeffizient Sanieren - Kredit (151/152),
Energieeffizient Sanieren Investitionszuschuss (430),
Energieeffizient Bauen (153)



Liste der Technischen FAQ

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Ihre Fragen?

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Jochen Autenrieth
autenrieth@bki.de
0711 / 954854-22
www.bki.de

**Kostenlose Testversion
BKI Wärmebrückenplaner**

www.bki.de/setup-waermebrueckenplaner