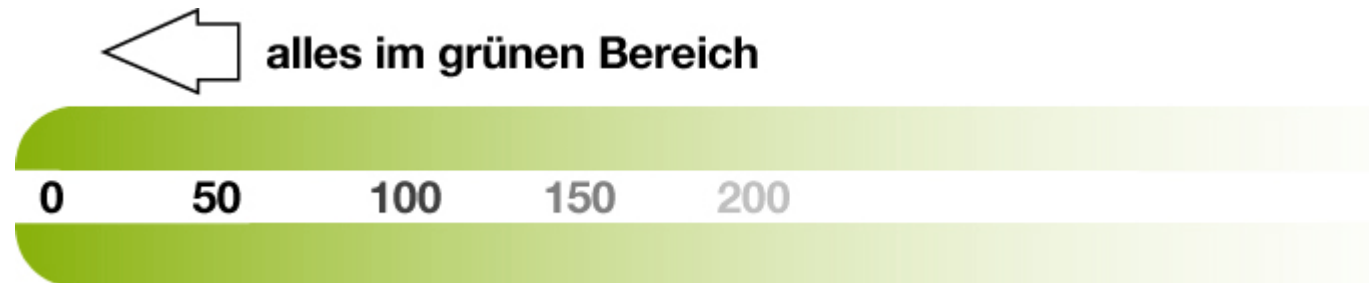


## Wärmebrücken bei der Energieplanung



# Berücksichtigung von Wärmebrücken



LBBW Landesbank Baden-Württemberg am Bollwerk Stuttgart, Behnisch Architekten

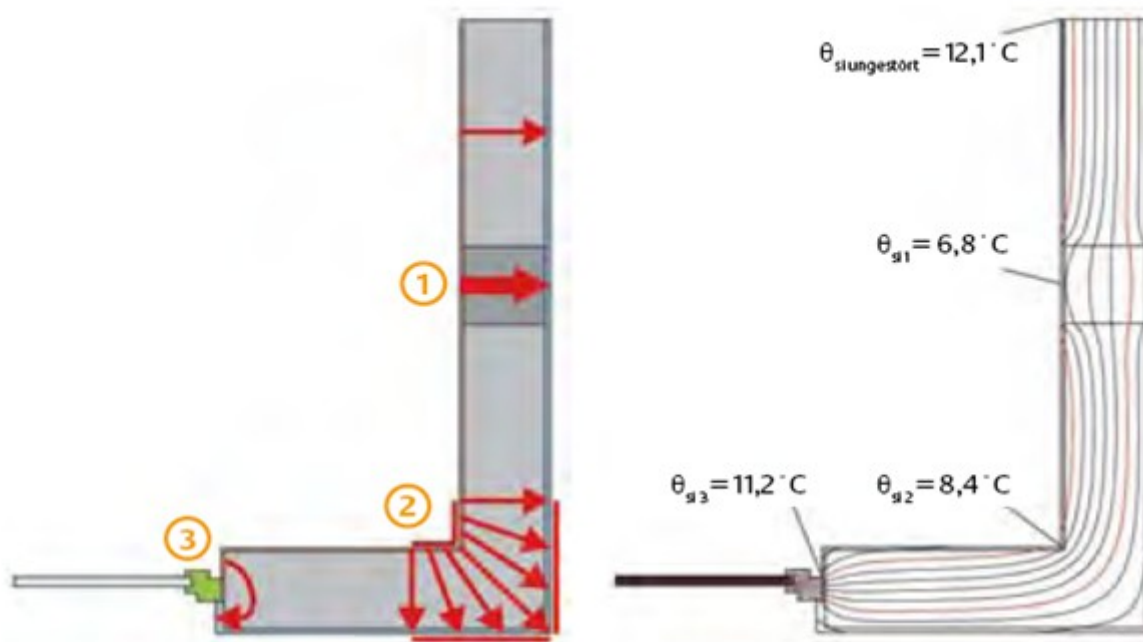
# Wärmebrücken relevante Normen

- 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 ...

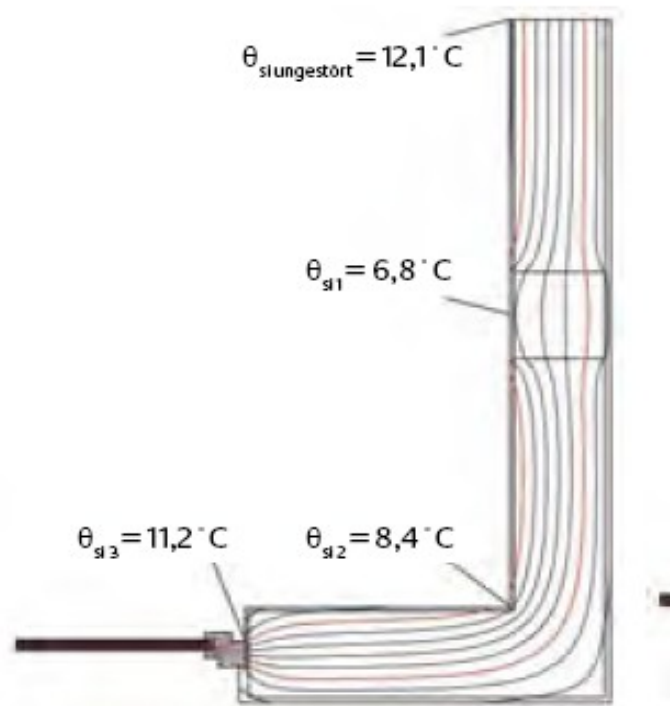
- der Wärme übertragenden Hüllfläche
- mit erhöhtem Wärmeabfluss
- reduzierten Oberflächentemperaturen



# 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

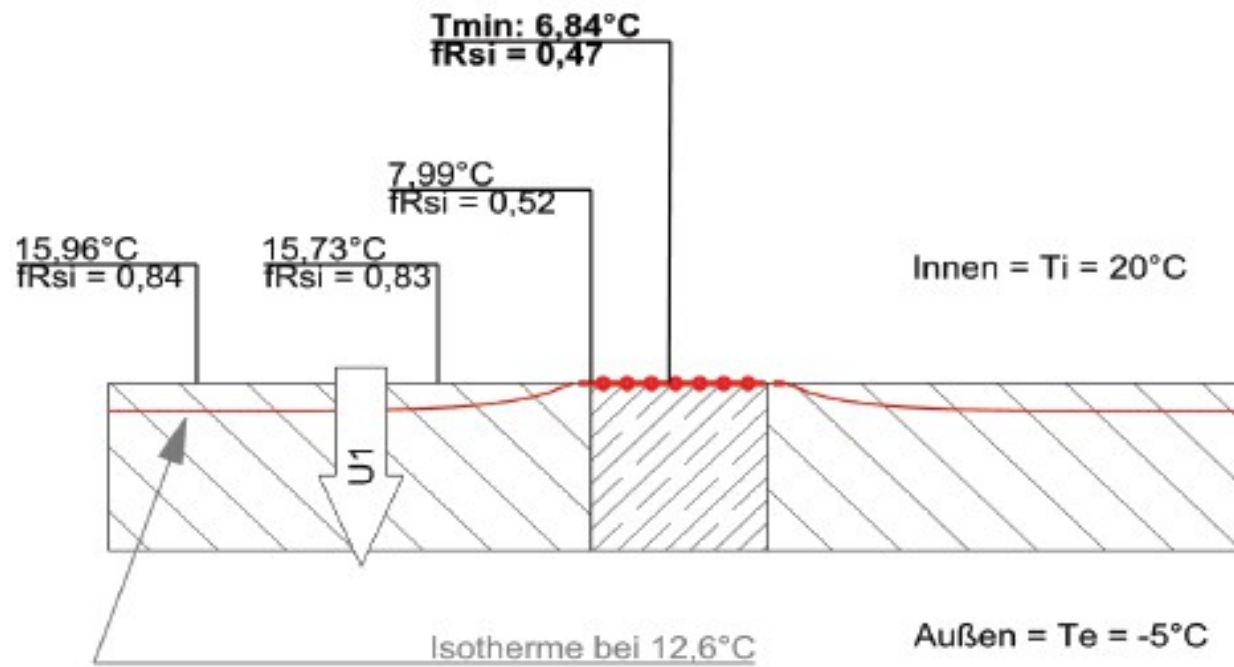


Bild 7 - Konstruktive Wärmebrücke mit Isotherme bei 12,6°C

Quelle: BKI-Basisworkshop Wärmebrücken – Martin Blaschke 2013

# Schimmelpilzbildung und Tauwasserausfall

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

$\theta_{si}$  [°C] raumseitige Oberflächentemperatur

$\theta_e$  [°C] Außenlufttemperatur

$\theta_i$  [°C] Innentemperatur

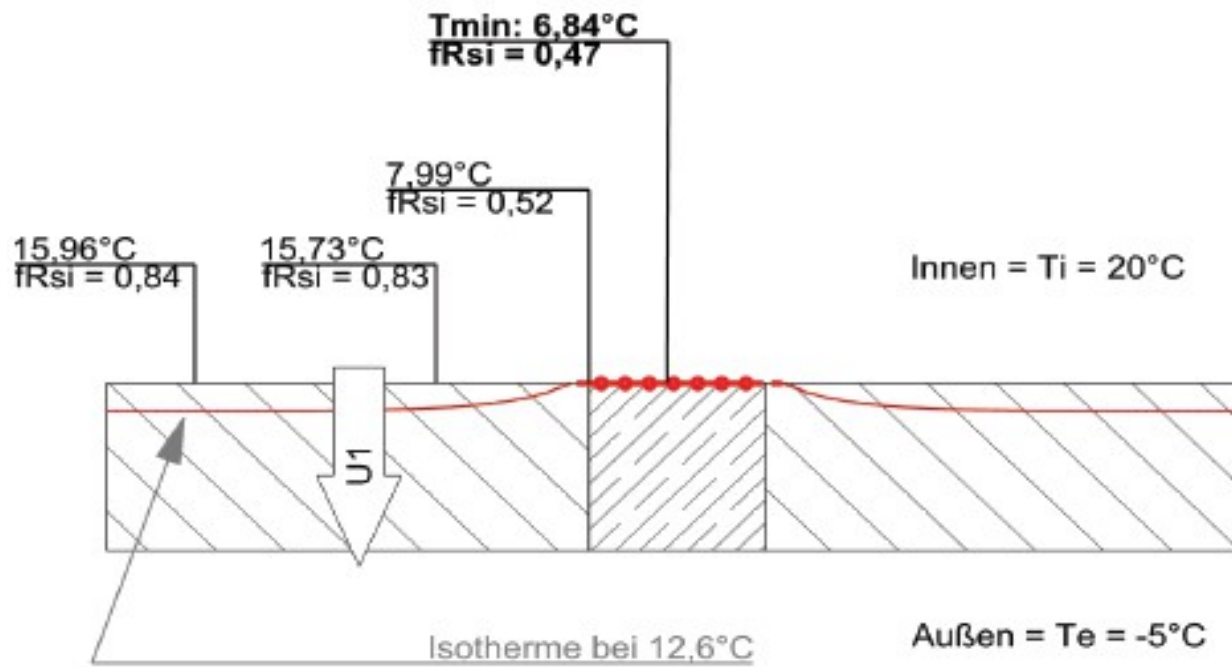


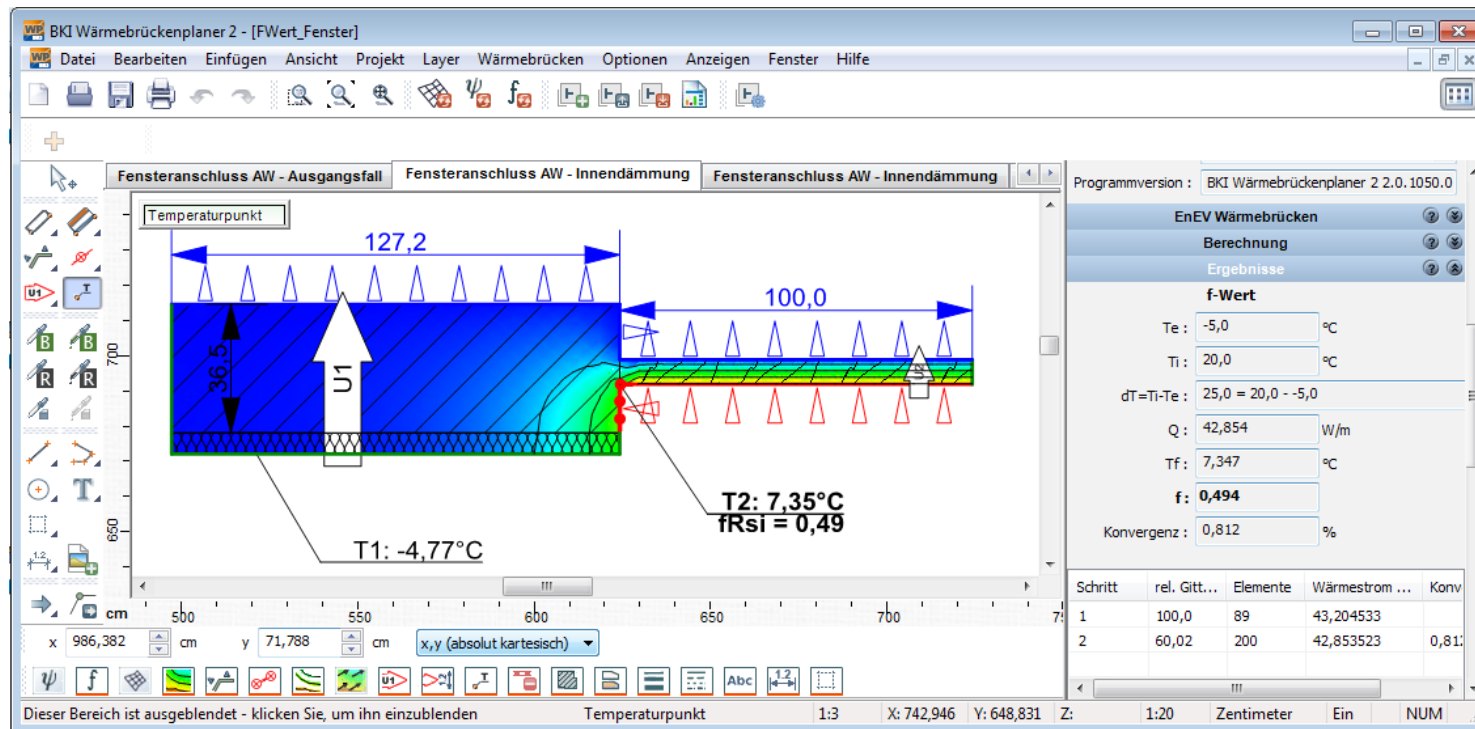
Bild 7 - Konstruktive Wärmebrücke mit Isotherme bei 12,6°C

Quelle: BKI-Basisworkshop Wärmebrücken – Martin Blaschke 2013

# Raumseitige Oberflächentemperatur

## Normbedingungen Wohnnutzung

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

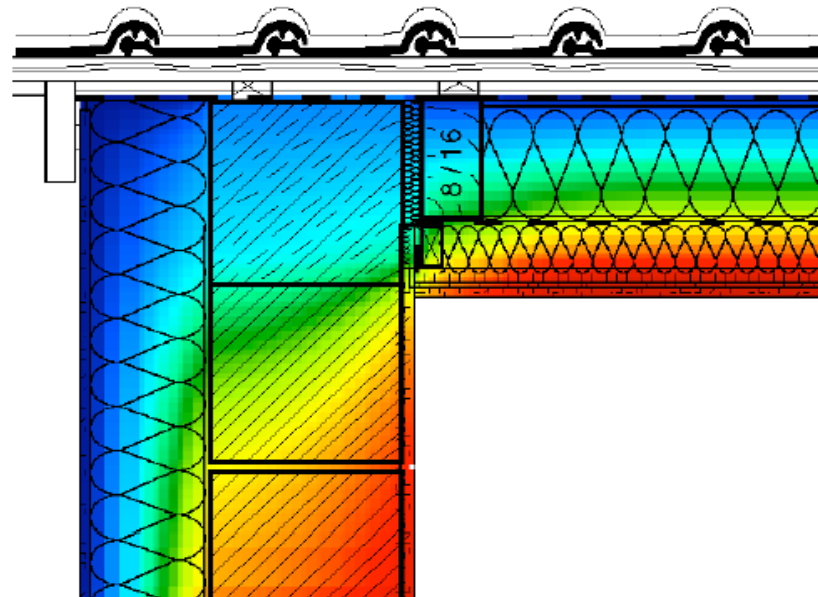




# Feuchteschäden

## Unsachgemäße Ausführung von Wärmebrücken

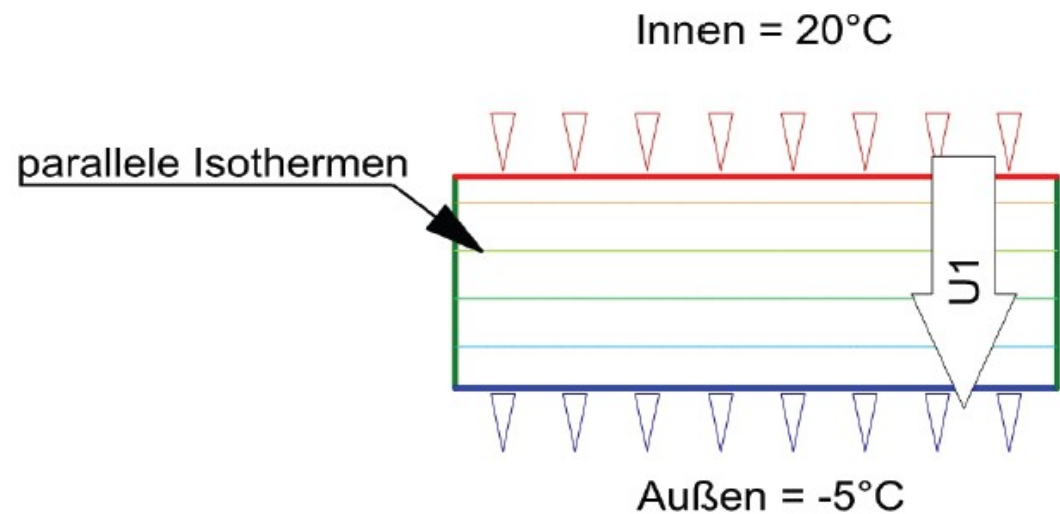
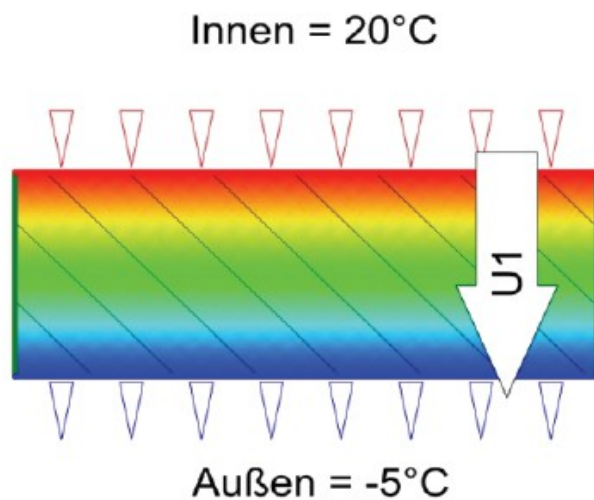
- Lücken in der Dämmung  
z.B. in Gefachen der Dachdämmung
- Lücken im Mauerwerk  
z.B. mit Mörtel verfülltes Ende einer Steinreihe
- Mangelhafte Anschlüsse  
z.B. zwischen Außenwand und Fenster
- ...



# 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

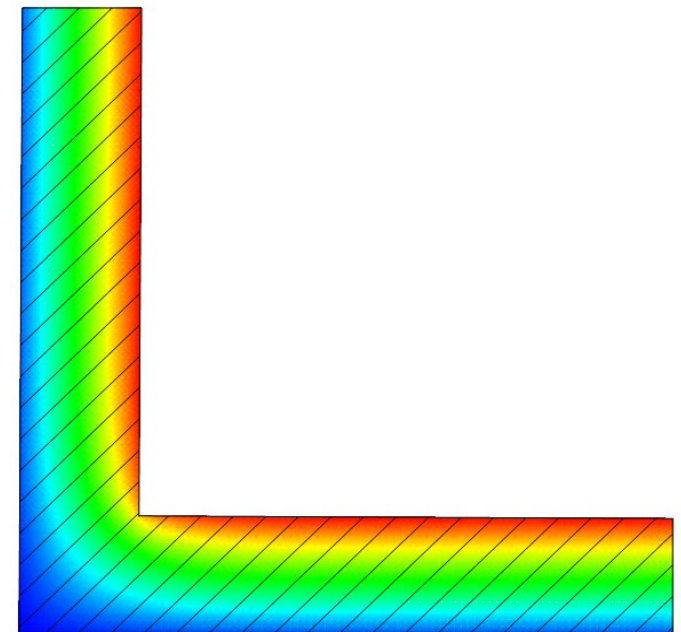
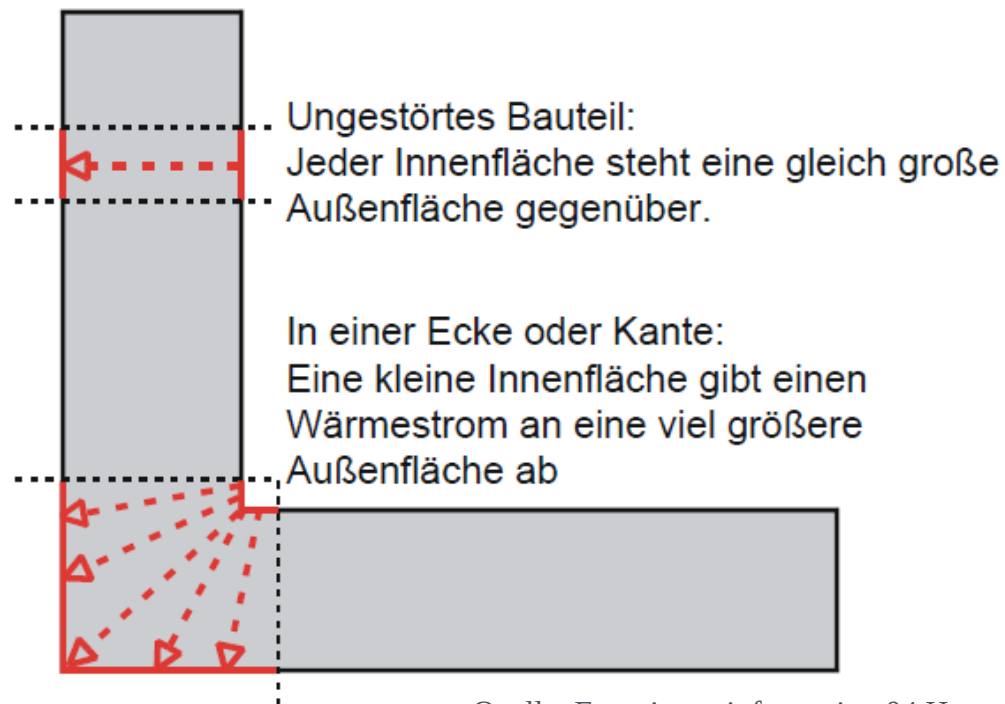


Quelle: BKI-Basisworkshop Wärmebrücken – Martin Blaschke 2013

# Geometrisch bedingte Wärmebrücken

## Geometrisch bedingte Wärmebrücken verursachen ...

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

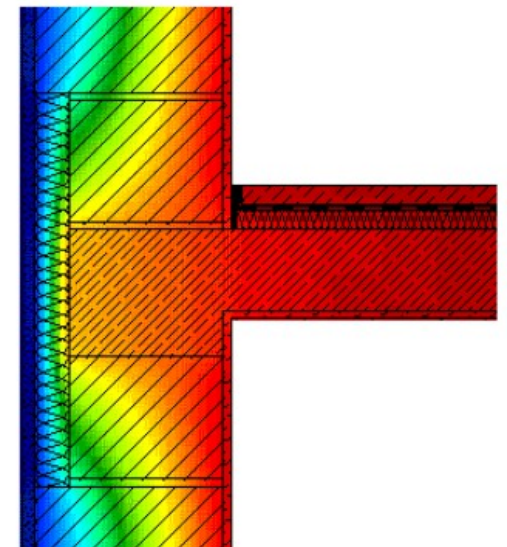
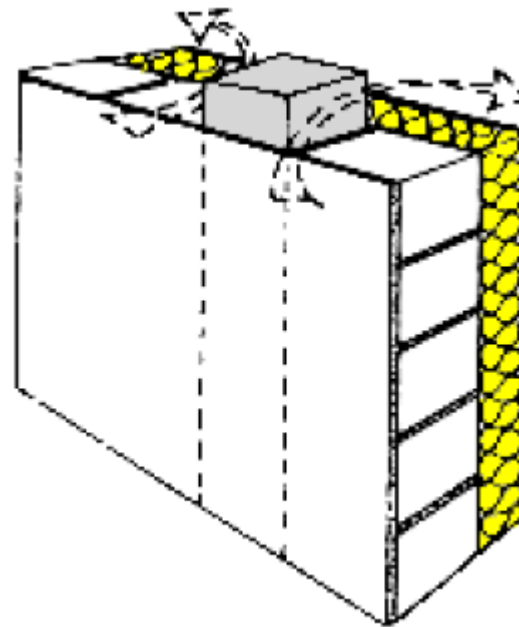
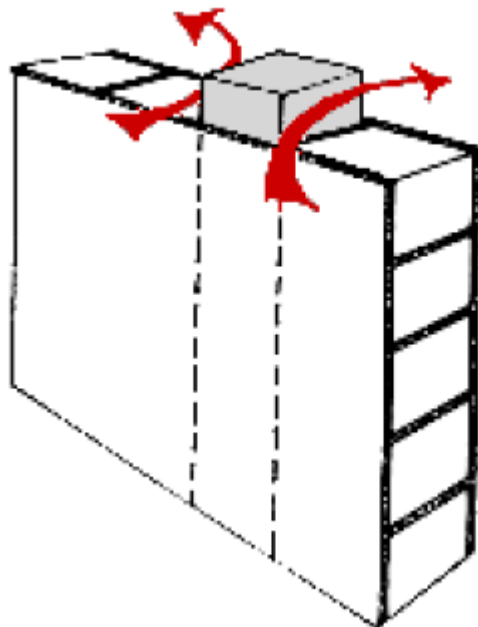


Quelle: Energiesparinformation 04 Hessen

# Konstruktiv bedingte Wärmebrücken

## Konstruktive Wärmebrücken mit Übergangseffekten ...

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



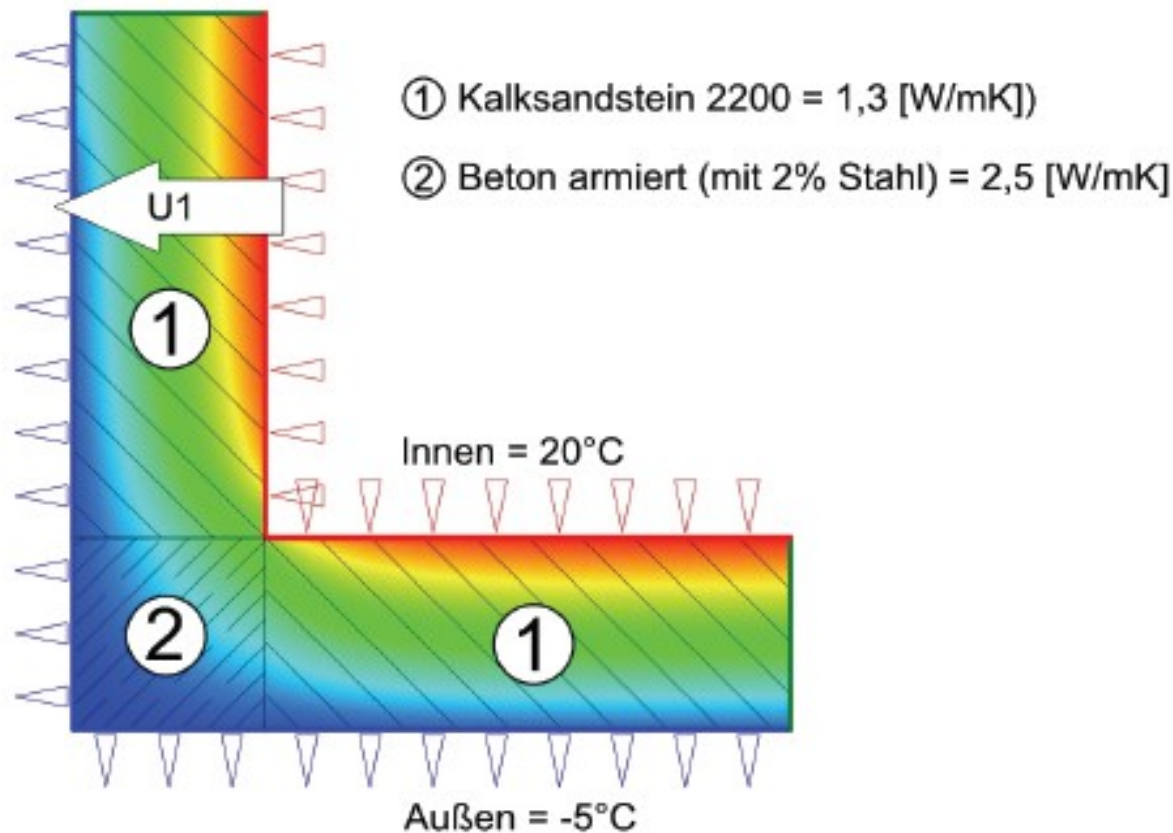
Quelle: Energiesparinformation 04 Hessen

© BKI

# 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

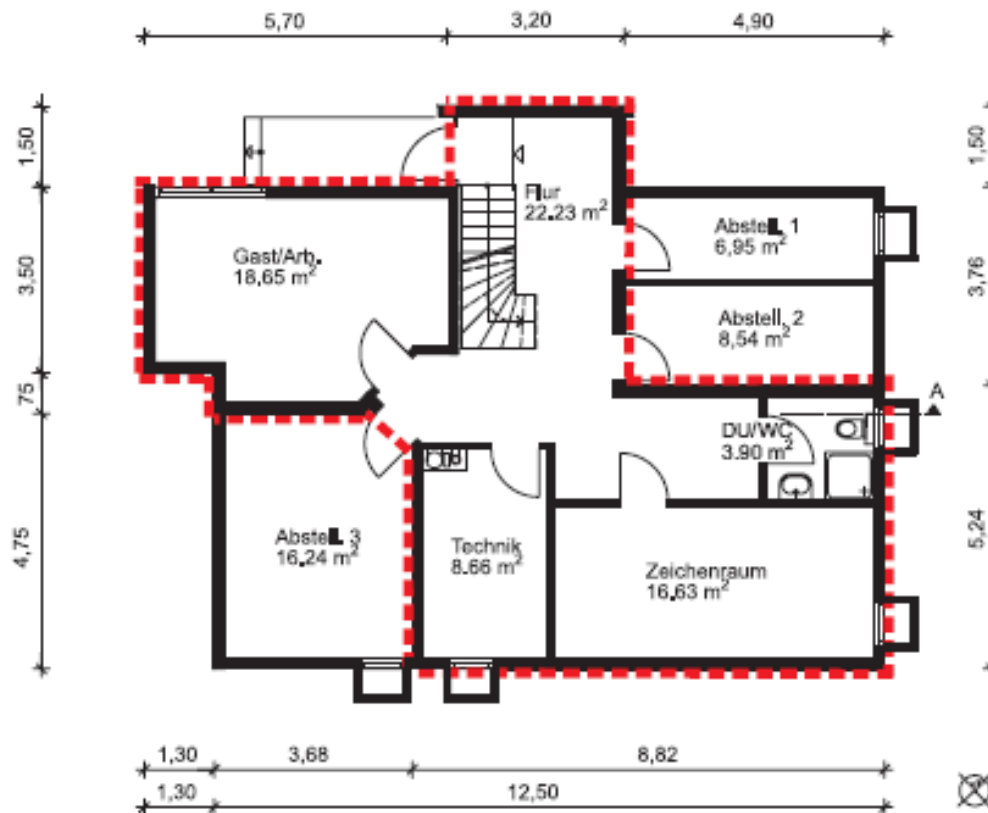
- Ungestörten Regelquerschnitten  
(Transmissionswärmeverluste aus U-Wert x Fläche)
- Konstruktive Wärmebrücken mit Übergangseffekten  
(z.B. pauschale Wärmebrückenzuschläge)
- Überlagerungseffekte  
(z.B. pauschale Wärmebrückenzuschläge)

# Bilanzierung nach EnEV

## Berücksichtigung in EnEV-Berechnung...

- Ungestörten Regelquerschnitten
- Außenmaßbezug Systemgrenze

### Systemgrenze UG



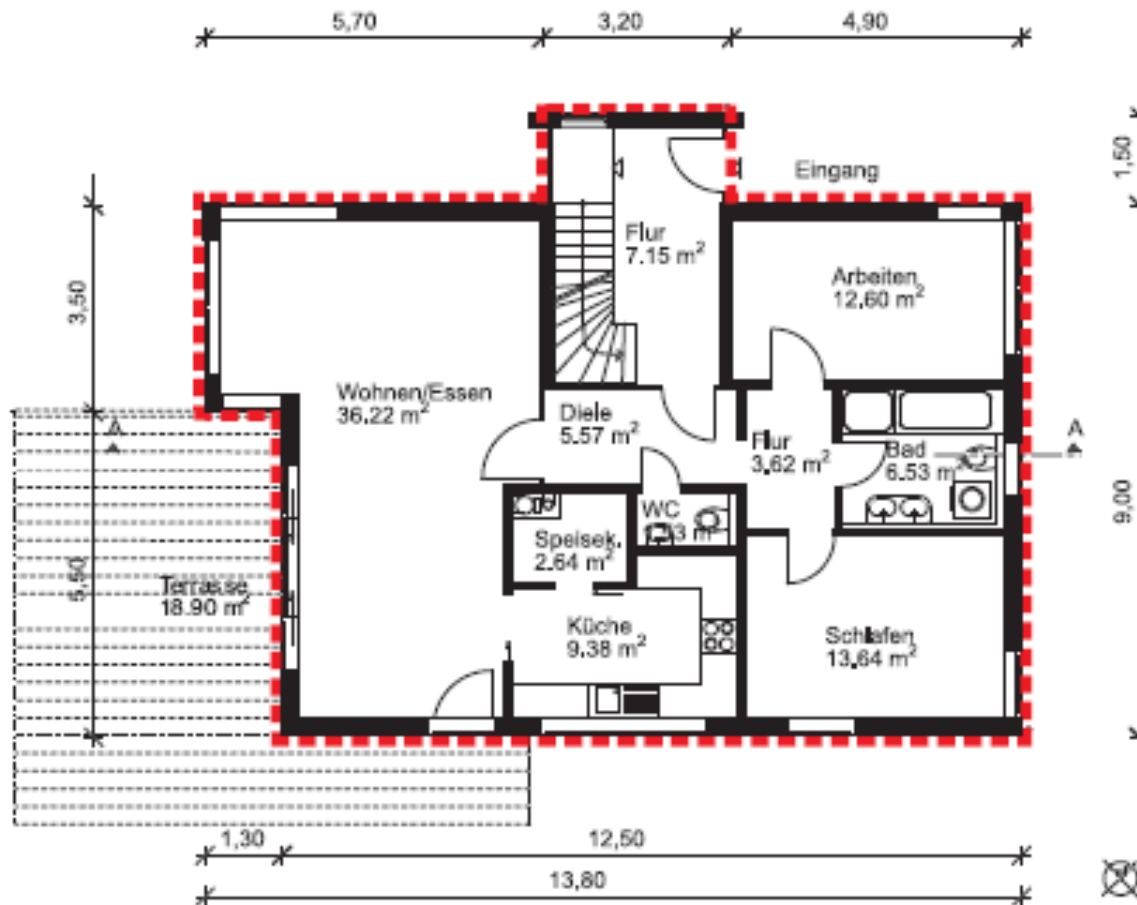
Quelle: BKI EnEV-Navigator 2



# Bilanzierung nach EnEV

## Berücksichtigung in EnEV-Berechnung...

### Systemgrenze EG

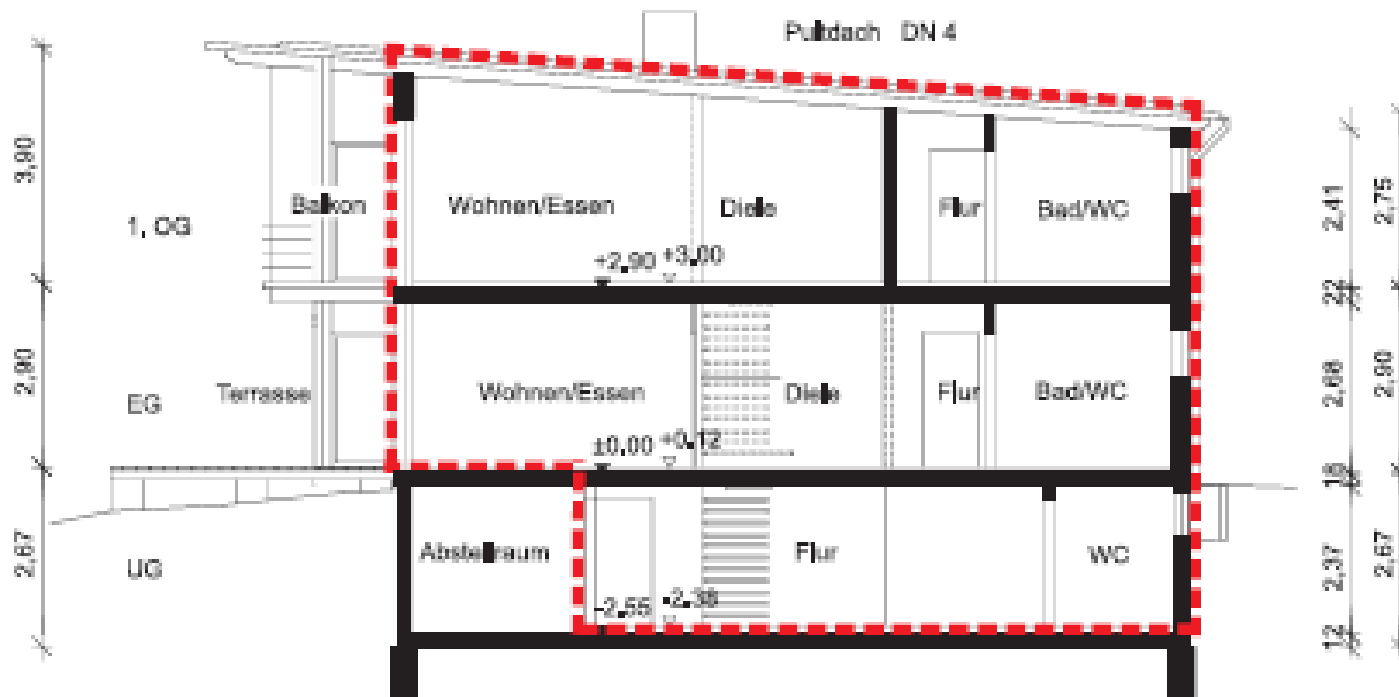


Quelle: BKI EnEV-Navigator 2

# 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 <sup>2</sup> ]	$U_1$ - Wert [W/m <sup>2</sup> 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 <math>F_x</math>)</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	10,61	771	3,1
Außenwand West	10,61	771	3,1
Bodenplatte	10,61	771	3,1
Dach Süd	12,02	861	3,4
Dach Nord	15,21	841	3,4
Eingangsportal			
Gaube Ost			
Gaube West			
TWD Ost			
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
<b>Gesamt</b>		<b>24858</b>	<b>99,4</b>

➤ 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

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
<b>Gesamt</b>		<b>22850</b>	<b>99,3</b>

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

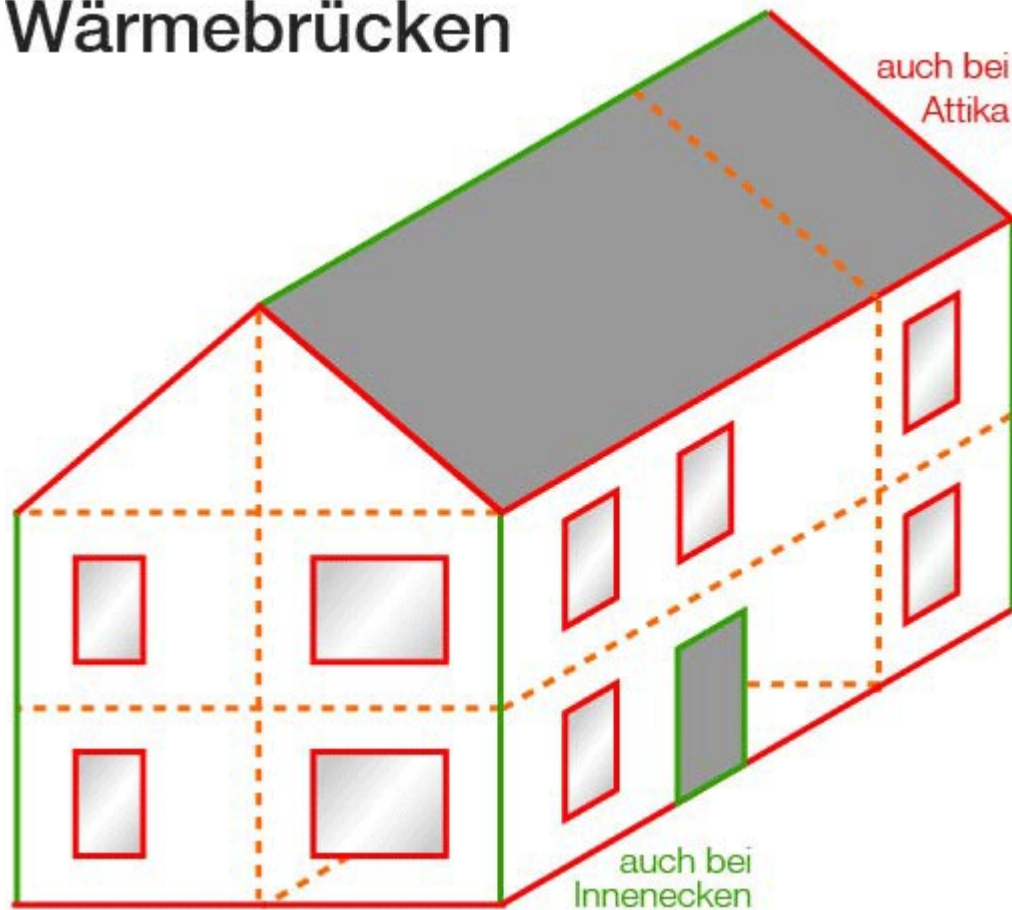
- $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$  bei Überprüfung

## 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  $\geq 100$  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

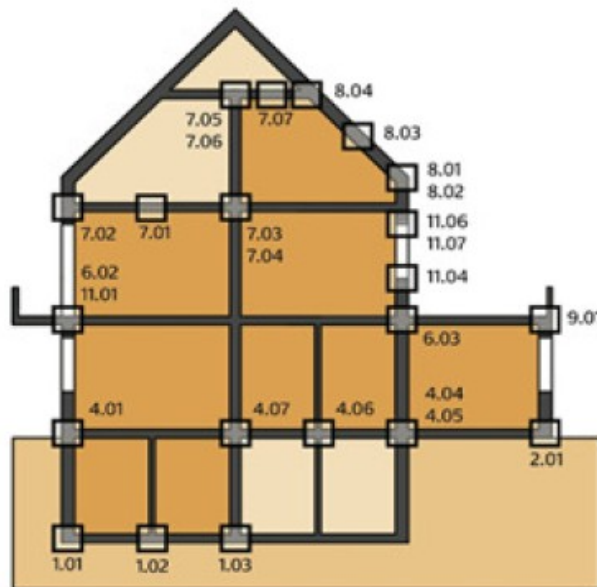
- Gleichwertigkeit über das konstruktive Grundrissmodell
- Gleichwertigkeit über den Wärmedurchlasswiderstand  $R$  der jeweiligen Schichten
- Gleichwertigkeit mittels Referenzwert aus Veröffentlichungen
- Gleichwertigkeit mittels Referenzwert einer Wärmebrückenberechnung



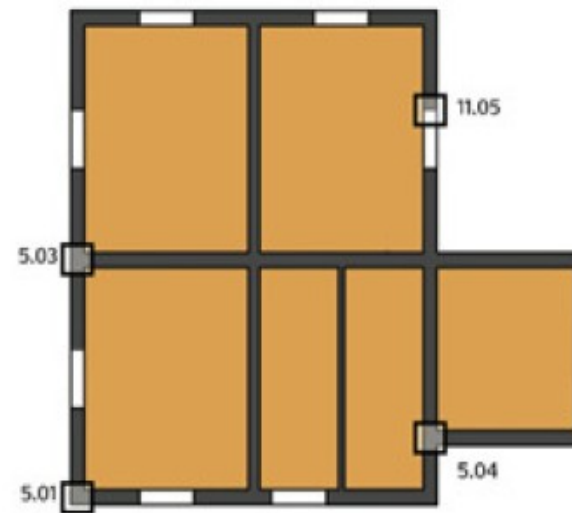
# Detailierter Wärmebrückennachweis

## Vorgehensweise :

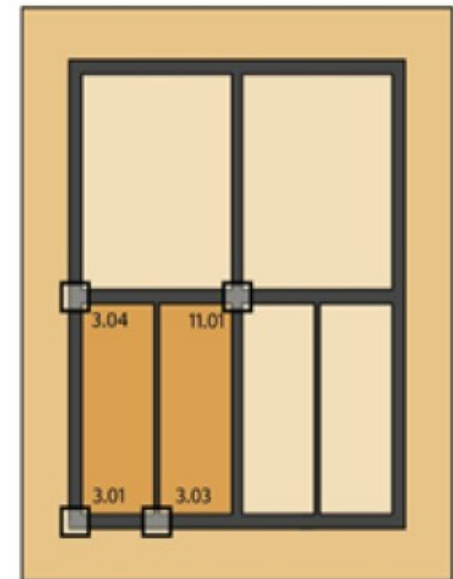
- Untersuchung der Konstruktion und Aufnahme der WB



Gebäudeschnitt



Grundriss Erdgeschoss

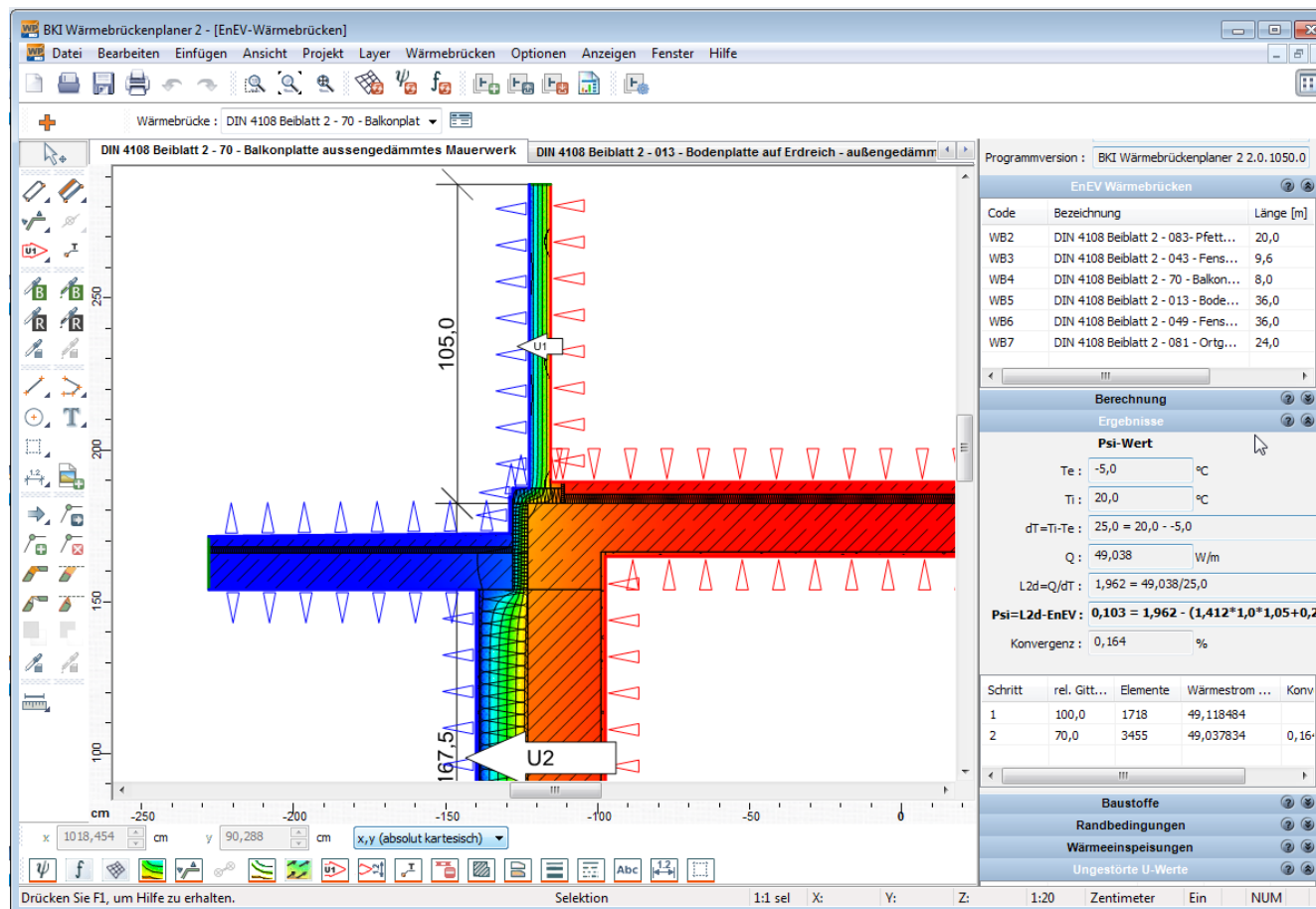


Grundriss Kellergeschoss

# Detailierter Wärmebrückennachweis

## Vorgehensweise :

- Ermittlung des psi-Werts



# Detailierter Wärmebrückennachweis

## Weitere Schritte:

- Erstellung eines Längenaufmaßes

Nr.	Gruppe	Beschreibung der Wärmbrücke	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
					<b>30,51</b>	<b>m</b>
02		Auflager mit Kellerfenster, Keller unbeheizt	$1,01\text{ m} * 8 =$	<b>8,08</b>	<b>m</b>	
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
				<b>27,94</b>	<b>m</b>	
04	Außenwand	Außenecke	$5,62\text{ m} * 4 =$	<b>22,48</b>	<b>m</b>	
05		Innenwand	$2,50\text{ m} * 2 * 6 =$	<b>30,00</b>	<b>m</b>	

# Detailierter Wärmebrückennachweis

## Weitere Schritte:

- Berechnung des gesamten zusätzlichen Wärmeverlustes
- Ermittlung des Wärmebrückenzuschlages

Nr.	Gruppe	Beschreibung der Wärmebrücke	$\psi$ 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 <sup>2</sup> ]						423,8
Wärmebrückenzuschlag $\Delta U_{WB}$ [W/(m <sup>2</sup> 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 [m<sup>2</sup>]

Summe $H_{T,WB}$ [W/K]	35,04
Hüllfläche $A_{ges}$ [m <sup>2</sup> ]	423,8
Wärmebrückenzuschlag $\Delta U_{WB}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,08

# Erhöhter Wärmeabfluss

## Wärmeabfluss psi ...

beschreibt die Differenz zwischen dem

**Wärmeverlust des Bauteils aus der FEM-Berechnung**  
und

**Wärmeverlust im ungestörten Regelquerschnitt.**

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

**Psi=L2d-EnEV : 0,103 = 1,962 - (1,412\*1,0\*1,05+0,224\*1,0\*1,675) W/mK**

Ergebnisanzeige im BKI Wärmebrückenplaner 2

# Berechnung Wärmebrückenkoeffizient $\Psi$

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

$\Psi$  (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**

**Drustoffe**

**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
<b>DIN V 4108 5.11 Wärmedämmputz DIN EN 998-1 T1 GW 0,075 Kategorie II</b>	<b>0,08</b>	<b>1</b>	<b>100</b>
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  $\lambda$  [W/(mK)]: 0,08

spezifische Wärmekapazität c [kJ/(kgK)]: 1,0

Dichte  $\rho$  [kg/m³]: 100,0

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°)

Te: Automatisch (Randbedingungen)

**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)

The screenshot shows the BKI Wärmebrückenplaner 2 software interface. The main workspace displays a 3D model of a wall and roof junction with a color-coded thermal simulation. The left sidebar contains a toolbar with various tools. The top menu bar includes options like Datei, Bearbeiten, Einfügen, Ansicht, Projekt, Layer, Wärmebrücken, Optionen, Anzeigen, Fenster, and Hilfe. The main workspace shows a 3D model of a wall and roof junction with a color-coded thermal simulation. The left sidebar contains a toolbar with various tools. The top menu bar includes options like Datei, Bearbeiten, Einfügen, Ansicht, Projekt, Layer, Wärmebrücken, Optionen, Anzeigen, Fenster, and Hilfe. The main workspace shows a 3D model of a wall and roof junction with a color-coded thermal simulation. The left sidebar contains a toolbar with various tools. The top menu bar includes options like Datei, Bearbeiten, Einfügen, Ansicht, Projekt, Layer, Wärmebrücken, Optionen, Anzeigen, Fenster, and Hilfe.

**Ungestörter U-Wert Panel:**

- Bezeichnung: U2
- Beschreibung:
- Rsi: 0,10 m<sup>2</sup>K/W
- Rse: 0,10 m<sup>2</sup>K/W
- U-Wert: 0,19 W/m<sup>2</sup>K
- Korrekturfaktor: Standard
- Wirklänge: 137,3 cm
- max. Richtungsabweichung: 1,0

**Psi-Wert / f-Wert Panel:**

- Konvergenz: 1,00 %
- Schrittzahl: 10
- Temperaturen: Fest / Fest
- Ti: 20,0 °C
- Te: -5,0 °C

**Ergebnisse - Baustoffe Table:**

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 Table:**

Code	Anz	Bezeichnung	Rs [m <sup>2</sup> ...]	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 Table:**

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

**Ungestörter U-Wert**

Bezeichnung: U2

Beschreibung:

Rsi: 0,10 m²K/W

Rse: 0,10 m²K/W

U-Wert: 0,19 W/m²K

Korrekturfaktor:

- Standard
- Standard
- Außenwand, Fenster
- Dach (als Systemgrenze)
- Oberste Geschosdecke (Dachraum nicht ausgebaut)
- Abseitenwand (Drempelwand)
- Wände und Decken zu unbeheizten Räumen
- Unterer Gebäudeabschluss
- Kellerdecke/-wände zu unbeheiztem Keller
- Fußboden auf Erreich
- Flächen des beheizten Kellers gegen Erreich frei

Messen!

Abgreifen!

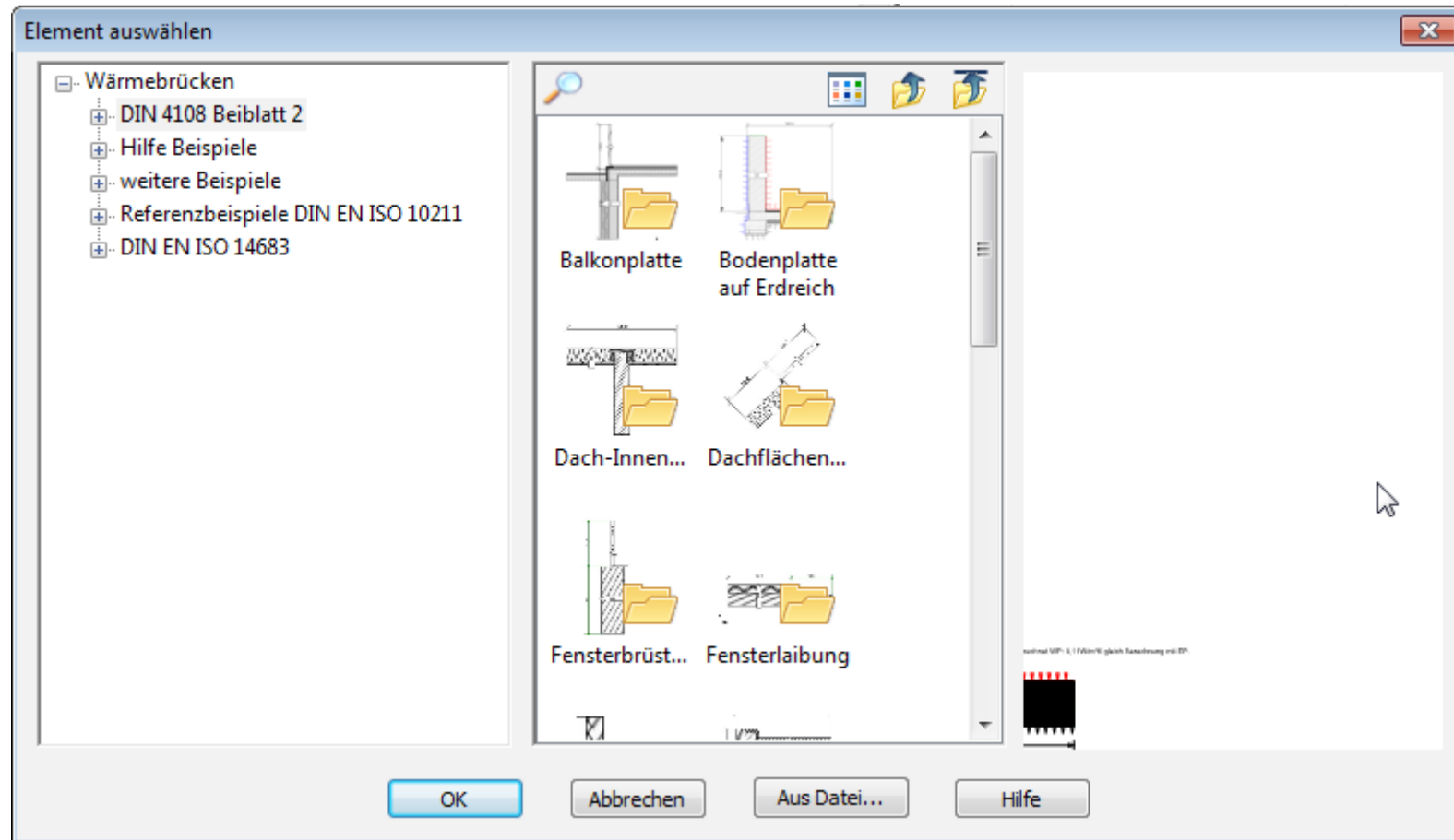
Drücken Sie F1, um Hilfe zu erhalten.

Selektion

1:1 sel X: Y: Z: 1:20 Zentimeter Ein NUM

# 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](http://www.bki.de)

**Kostenlose Testversion  
BKI Wärmebrückenplaner**

[www.bki.de/setup-waermebrueckenplaner](http://www.bki.de/setup-waermebrueckenplaner)