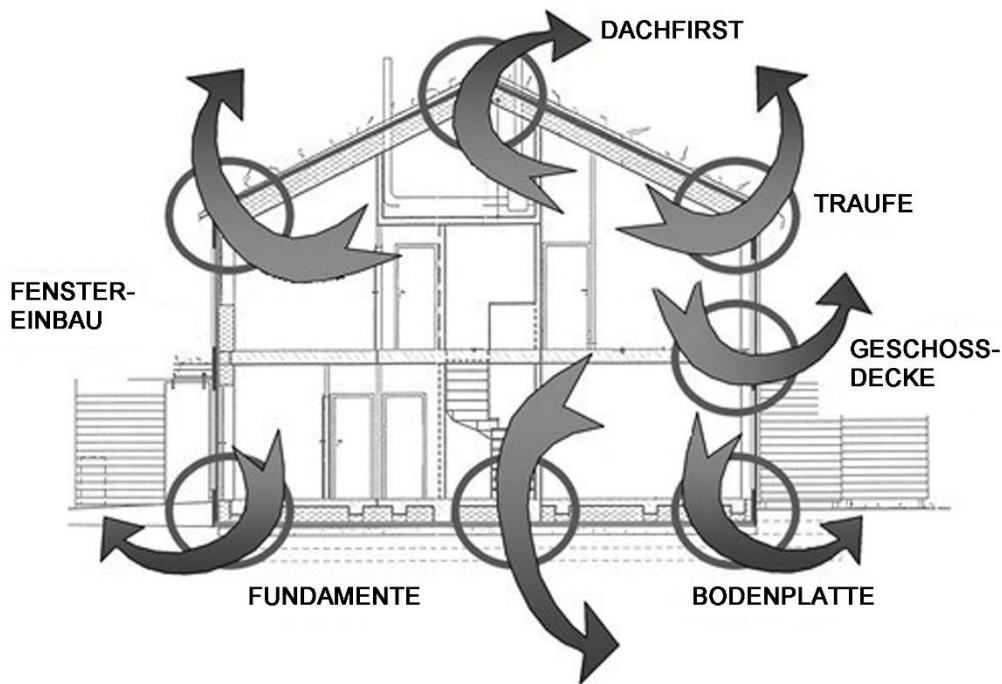


WÄRMEBRÜCKEN AN AUßENLUFT

Dokumentation zur Berechnung für die Passivhaus- Gebäudezertifizierung

Eine Wärmebrücke ist ein Bereich der Gebäudehülle mit erhöhtem Wärmestrom im Vergleich zum Wärmestrom der angrenzenden Flächen (sofern es einen Temperaturunterschied zwischen innen und außen gibt).

Wärmebrücken sind besonders relevant im kühlgemäßigten und kalten Klima. Durch den höheren Wärmestrom sinkt die Innenoberflächentemperatur und die Oberflächenfeuchte steigt. In ungünstigen Fällen führt dies zu einem erhöhten Schimmelwachstumsrisiko. Die erhöhten Wärmeverluste sind entsprechend den nachfolgenden Regeln bei der Energiebilanz zu berücksichtigen



Es gibt zwei Strategien zur Handhabung von Wärmebrücken:

- nur diejenigen Wärmebrücken berücksichtigen, deren linearer Wärmedurchgangskoeffizient Ψ größer als $0.01 \text{ W}/(\text{mK})$ ist oder;
- alle Wärmebrücken berücksichtigen.

Es gibt verschiedene Wärmebrücken-Programme auf dem Markt. Jedes dieser Programme kann dazu benutzt werden, Wärmebrücken für die Gebäudezertifizierung zu berechnen. Zu beachten ist, dass die Detailzeichnung sowie die Annahmen für Innen-/Außentemperaturen und die inneren und äußeren Wärmeübergangswiderstände, die in der Simulation verwendet werden, mit der ISO 10211: 2007 übereinstimmen.

HINWEIS! Auch PHPP-Konventionen müssen berücksichtigt werden, daher müssen sich die Berechnungen auf die Außenmaße des Gebäudes beziehen.

Für die Gebäudezertifizierung muss für jede Berechnung eine Dokumentation vorgelegt werden. Diese muss enthalten:

1. eine Grundriss- oder Schnittzeichnung des Gebäudes, in der der untersuchte Anschluss markiert ist;
2. eine Detailzeichnung mit Markierungen der verschiedenen Materialien und deren Wärmeleitfähigkeiten und Abmessungen;
3. PHPP U-Wert der anliegenden Konstruktionen
4. Randbedingungen, die in die Software eingegeben werden (Innen- und Außentemperaturen, T_i und T_e ; innerer und äußerer Wärmeübergangswiderstand, R_{si} und R_{se});
5. Isothermen-Grafik, die von der genutzten Software ausgegeben wird;
6. die von der Software ausgegebenen Ergebnisse: Ψ -Wert, falls gegeben oder andere Werte, z.B. Wärmestrom durch den Anschluss, welche benutzt werden, um den Ψ -Wert zu berechnen;
7. Berechnungen für den Ψ (oder χ)-Wert:

$$\Psi = \frac{\phi_{2D} - \phi_{1D}}{\Delta T}$$

wobei ϕ_{2D} der tatsächliche Wärmestrom pro Längeneinheit [W/m] des gestörten Anschlusses ist.

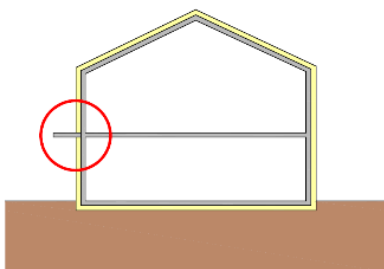
ϕ_{1D} der theoretische Wärmestrom pro Längeneinheit in einem ungestörten Anschluss, der auf Basis der Längen und U-Werte der Komponenten errechnet werden kann.

ΔT die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Räumen, an die die Komponenten angrenzen.

8. die minimale Innenoberflächentemperatur und der f_{Rsi} -Faktor.

BEISPIEL: Balkonanschluss

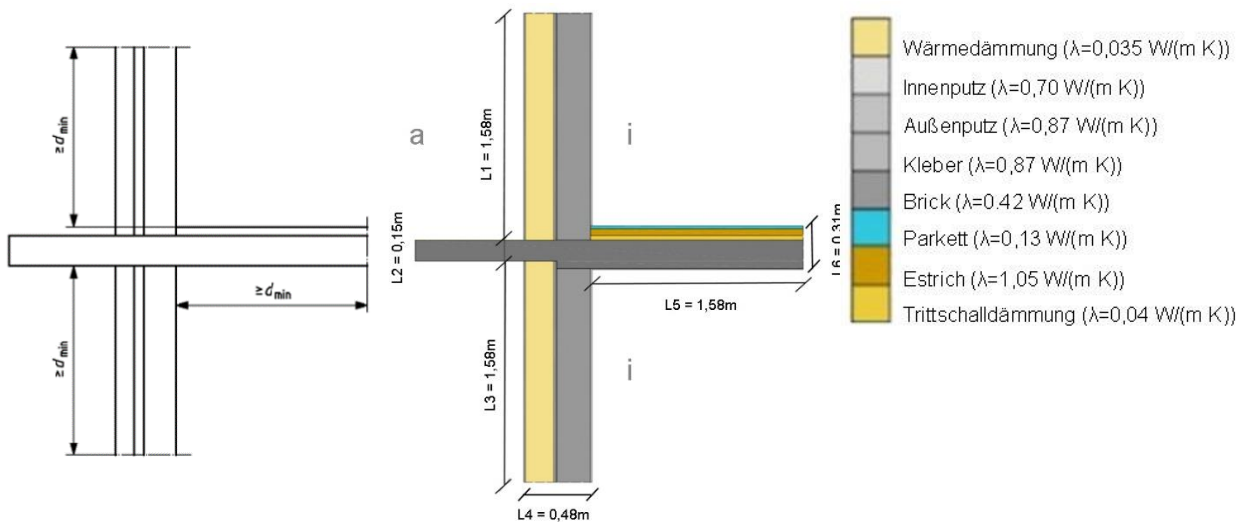
1. Eine Schnittzeichnung, aus der die Lage des untersuchten Anschlusses erkennbar wird



2. Eine Detailzeichnung mit Markierungen der verschiedenen Materialien und deren Leitfähigkeiten und Abmessungen

Die ISO-Norm 10211: 2007 besagt, dass die Länge der flankierenden Komponente das Maximum zwischen 1 m und der dreifachen Dicke der eigentlichen Komponente haben muss (d_{min}).

In diesem Fall sollte d_{min} die maximale Länge zwischen 1 m und drei Mal L4 (0,48 m*3 = 1,44 m) haben. Die Länge ist für die angrenzende Komponente wie folgt gewählt: L1=L3=L5= 1,58 m. Die absolute Länge der Wand beträgt 3,31 m (L1 + L2 + L3).



3. PHPP U-Wert des angrenzenden Aufbaus

Bauteil Nr.	Bauteil-Bezeichnung		Innendämmung?			
01ud	Außenwand					
Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W]						
Ausrichtung des Bauteils		innen R _{si}	0.13			
Angrenzend an		außen R _{se}	0.04			
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]
Innenputz	0.700					10
Mauerwerk	0.420					240
Putz	0.870					10
Kleber	0.870					10
Wärmedämmung	0.035					200
Außenputz	0.870					10
Flächenanteil Teilfläche 1		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe
100%						48.0 cm
U-Wert-Zuschlag		U-Wert:		0.154 W/(m ² K)		

In vielen Wärmestrom-Programmen wird der U-Wert automatisch berechnet, sobald die Komponenten-schichten eingegeben werden.

HINWEIS! Die Regelbauteilaufbauten der Wärmebrückenberechnung und des PHPPs müssen übereinstimmen!

4. Randbedingungen, die in die Software eingegeben werden

Für die Berechnung des Ψ -Wertes ist es unerheblich, welche Temperaturen für innen und außen eingestellt werden, solange es zu einem Temperaturabfall aufgrund des Bauteils kommt, da die Leitwerte unabhängig von den angenommenen Randbedingungen für die Temperaturen sind

Für die Berechnung des f_{Rsi} -Faktors werden herkömmlicherweise die folgenden Temperaturen im Rahmen der Komponentenzertifizierung im Passivhaus Institut verwendet:

$$T_i = 20^\circ\text{C}, T_e = -10^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 20 - (-10) = 30 \text{ K}$$

In diesem Beispiel werden die gleichen Temperaturbedingungen für die Berechnung des Ψ -Wertes und des f_{Rsi} -Faktors eingestellt.

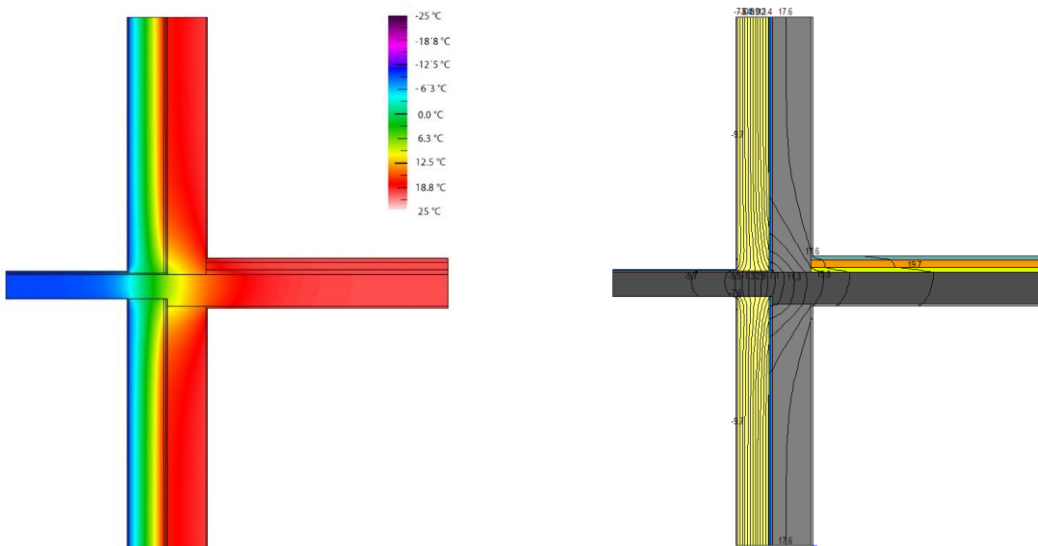
Die inneren und äußeren Wärmewiderstände sollten gemäß der Norm ISO 10211: 2007 definiert werden. In diesem Beispiel sind der innere und der äußere Wärmewiderstand:

$$R_{si} = 0.13 \text{ (m}^2\text{K)/W}$$

$$R_{se} = 0.04 \text{ (m}^2\text{K)/W}$$

HINWEIS! Achten Sie darauf die Wärmeübergangswiderstände in die Simulationssoftware korrekt einzugeben. In manche Softwares müssen die Kehrwerte des Wärmeübergangswiderstands eingegeben werden. Überprüfen Sie immer die angezeigten Einheiten neben dem einzugebenden Wert.

5. Isothermen-Grafik, die von der genutzten Software ausgegeben wird



6. Ergebnisse der Softwareberechnung

	U-Faktor W/m ² K	Delta T C	Länge mm	Rotation		Wärmestrom W	Wärmestrom -dichte W/m ²
außen	0.3143	30.0	3310	K/A	Projektiert Y	31.2070	9.4281
innen	0.3467	30.0	3000.01	K/A	Projektiert Y	31.2066	10.4022

Anzeige
 U-Faktor
 R-Wert

% Fehlerenergienorm

Exportieren
OK

(verwendete Software: Therm)

7. Berechnungen von Ψ -Wert

Für die Berechnung der Wärmebrücke werden Länge und U-Wert des Bauteils miteinander multipliziert und das Ergebnis vom von der Software errechneten Wärmestrom durch das Anschlussdetail abgezogen.

In Therm sollten sich die Softwareergebnisse auf Außenmaße beziehen. Sie werden folgendermaßen verwendet:

$$\Psi = \frac{\phi_{2D} - \phi_{1D}}{\Delta T} = U_Faktor * Länge - U_Wert * Länge$$

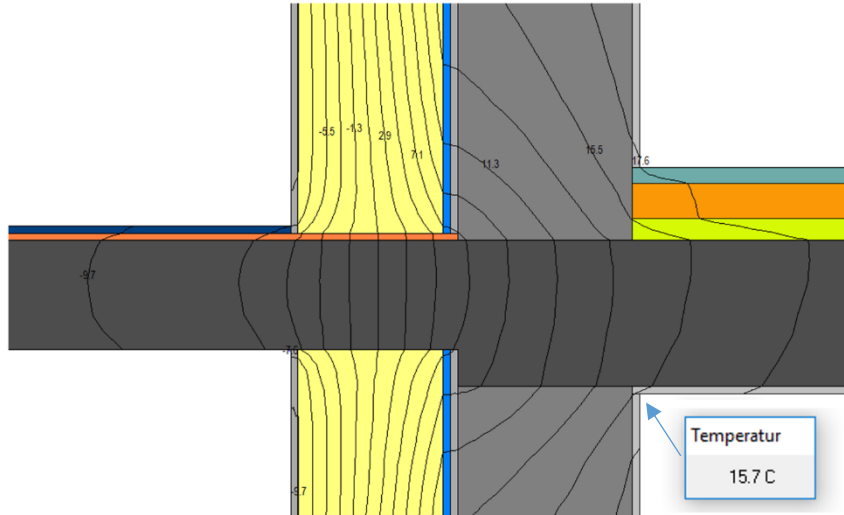
$$\Psi = 0.31 \frac{W}{m^2K} * 3.31 m - 0.15 \frac{W}{m^2K} * 3.31 m = 0.53 \frac{W}{m K}$$

HINWEIS: Eine punktuelle Wärmebrücke ist eine Störung des Wärmestroms, die durch einen χ -Wert [W/K] definiert ist:

$$\chi = \frac{\phi'_{2D} - \phi'_{1D}}{\Delta T}$$

Die zwei Größen ϕ'_{2D} [W] und ϕ'_{1D} [W] (Wärmeströme) werden von der für die Berechnung verwendeten Software definiert.

8. Minimale Innenoberflächentemperatur und f_{Rsi} -Faktor



Die minimale Innenoberflächentemperatur wird durch eine andere Simulation bestimmt. Diese wird identisch mit der ersten sein, mit Ausnahme davon, dass der innere Wärmeübergangswiderstand für alle Innenoberflächen 0,25 (m²K)/W beträgt.

$$f_{Rsi} = \frac{T_{si} - T_e}{T_i - T_e} = \frac{15.7 - (-10)}{20 - (-10)} = 0.86 = 86\%$$