

**Ingenieurbüro Schwark**  
UWB

## **Wärmebrücke Fenster**

# **Wärmebrückenberechnung Fenstersturz - Beispiel**

Die Marke DeltaUWB stellt einen besonderen Bezug zur detaillierten Wärmebrückenberechnung her. Die detaillierte Wärmebrückenberechnung ist in vielen Projekten eine hervorragende Möglichkeit, mit geringen Planungshonoraren Baukosten zu senken.

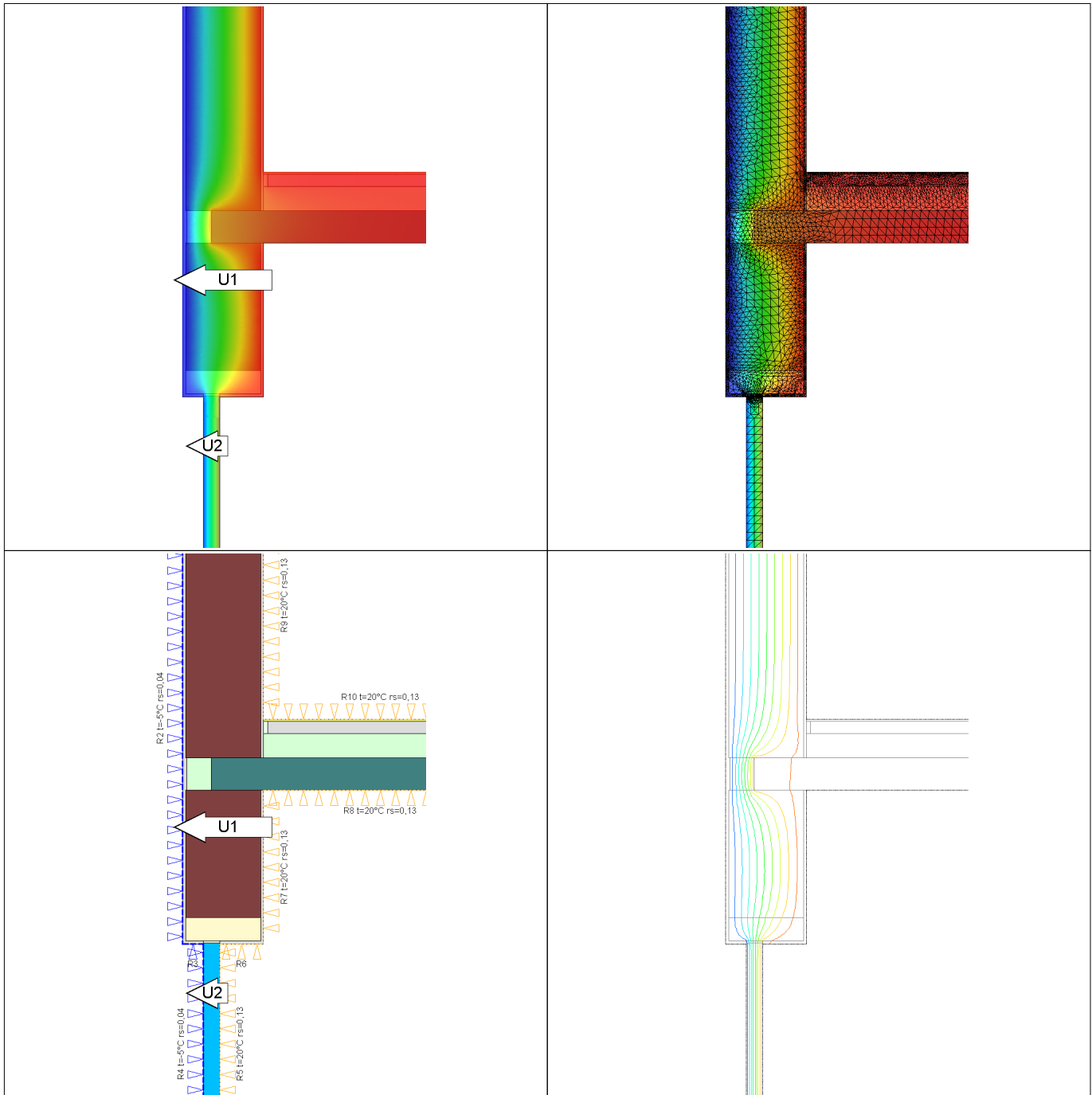
Wir als Ingenieurbüro Schwark haben drei wesentliche Kunden. Zum einen Bauherren, die ein Wohn- oder Nichtwohngebäude kaufen, bauen oder sanieren möchten und zum anderen Planer, Architekten und andere Energieberater, die Unteraufträge an uns vergeben oder einzelne Planungsdetails an uns auslagern. Hierzu zählen bspw. die detaillierte Wärmebrückenberechnung oder die Simulation des sommerlichen Wärmeschutzes.

<https://www.deltauwb.de/waermebrueckenberechnung/>

# Psi-Therm 2D

Datum: 10.1.2019

## Wärmebrückenberechnung (Ψ-Wert)



Nr.	Name	Länge	U-Wert	Korrekturfaktor
U1	U1	2,305 m	0,21 W/(m²K)	F_e (1,00)
U2	U2	1,000 m	0,93 W/(m²K)	F_e (1,00)

### Wärmebrückenverlustkoeffizient

$$\Psi = +0,116 \text{ W/(mK)}$$

# Psi-Therm 2D

Datum: 10.1.2019

## Materiallegende:

	Name	Lambda
	Beiblatt 2 - Dämmung	0,040 W/(mK)
	Beton EN 12524, armiert mit 2% Stahl	2,500 W/(mK)
	DIN Fenster mit $U_w=0,93$ [W/(mK)] (d=8cm)	0,088 W/(mK)
	Keramik-/Porzellan-Platten (DIN 12524)	1,300 W/(mK)
	Polystyrol Partikelschaum PS20 (WLG 035)	0,035 W/(mK)
	Polystyrol-Extruderschaum (WLG 035)	0,035 W/(mK)
	Porenbeton Plansteine 350	0,140 W/(mK)
	Porenbeton-Plansteine PP, DM (500 kg/m <sup>3</sup> )	0,080 W/(mK)
	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	1,000 W/(mK)
	Zement-Estrich	1,400 W/(mK)

## Randbedingungen und Wärmeströme:

Nr	Temp	Rsi/Rse	Länge	Wärmestrom
R 1	--	--	0,83 m	--
R 2	-5,00 °C	0,04	2,32 m	-13,961 W/m
R 3	-5,00 °C	0,04	0,10 m	-1,323 W/m
R 4	-5,00 °C	0,04	0,99 m	-22,875 W/m
R 5	20,00 °C	0,13	0,99 m	22,874 W/m
R 6	20,00 °C	0,13	0,22 m	2,152 W/m
R 7	20,00 °C	0,13	0,75 m	3,370 W/m
R 8	20,00 °C	0,13	1,14 m	2,935 W/m
R 9	20,00 °C	0,13	1,22 m	6,319 W/m
R 10	20,00 °C	0,13	1,14 m	0,508 W/m

## Berechnung des thermischen Leitwertes L2D für 2 Temperatur-Randbedingungen

Leitwert L2D	+1,52638 W/mK
Psi-Wert	+0,11569 W/mK

# Psi-Therm 2D

Datum: 10.1.2019

## Eingabedaten - Materialbereiche


Bild	Name	Lambda	
	M1 Porenbeton-Plansteine PP, DM (500 kg/m <sup>3</sup> )	0,080 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,38 m	-0,38 m
	2	+0,02 m	-0,38 m
	3	+0,02 m	-1,01 m
	4	+0,38 m	-1,01 m
Kontur	1	+0,38 m	+1,19 m
	2	+0,02 m	+1,19 m
	3	+0,02 m	-0,22 m
	4	+0,38 m	-0,22 m


Bild	Name	Lambda	
	M2 Beiblatt 2 - Dämmung	0,040 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,42 m	-0,04 m
	2	+0,40 m	-0,04 m
	3	+0,40 m	-0,10 m
	4	+0,42 m	-0,10 m
Kontur	1	+0,10 m	-1,12 m
	2	+0,10 m	-1,13 m
	3	+0,18 m	-1,13 m
	4	+0,18 m	-1,12 m


Bild	Name	Lambda	
	M3 Keramik-/Porzellan-Platten (DIN 12524)	1,300 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+1,54 m	-0,03 m
	2	+0,40 m	-0,03 m
	3	+0,40 m	-0,04 m
	4	+1,54 m	-0,04 m



Bild	Name	Lambda	
	M4 Zement-Estrich	1,400 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+1,54 m	-0,04 m
	2	+0,42 m	-0,04 m
	3	+0,42 m	-0,10 m
	4	+1,54 m	-0,10 m

Bild	Name	Lambda	
	M5 Polystyrol Partikelschaum PS20 (WLG 035)	0,035 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,40 m	-0,10 m
	2	+0,40 m	-0,22 m
	3	+1,54 m	-0,22 m
	4	+1,54 m	-0,10 m

# Psi-Therm 2D

Datum: 10.1.2019

## Eingabedaten - Materialbereiche

Bild	Name	Lambda	
	M6	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	
		1,000 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,40 m	+1,19 m
	2	+0,38 m	+1,19 m
	3	+0,38 m	-0,22 m
	4	+0,40 m	-0,22 m
Kontur	1	+0,38 m	-0,38 m
	2	+0,38 m	-1,12 m
	3	+0,18 m	-1,12 m
	4	+0,18 m	-1,14 m
	5	+0,40 m	-1,14 m
	6	+0,40 m	-0,38 m
Kontur	1	+0,02 m	+1,19 m
	2	+0,00 m	+1,19 m
	3	+0,00 m	-1,14 m
	4	+0,10 m	-1,14 m
	5	+0,10 m	-1,12 m
	6	+0,02 m	-1,12 m
	7	+0,01 m	-0,38 m
	8	+0,02 m	-0,38 m
	9	+0,02 m	-0,22 m
	10	+0,01 m	-0,22 m


Bild	Name	Lambda	
	M7	DIN Fenster mit $U_w=0,93$ [W/(mK)] (d=8cm)	
		0,088 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,10 m	-1,13 m
	2	+0,10 m	-1,14 m
	3	+0,10 m	-1,14 m
	4	+0,10 m	-2,12 m
	5	+0,18 m	-2,12 m
	6	+0,18 m	-1,13 m



Bild	Name	Lambda	
	M8	Polystyrol-Extruderschaum (WLG 035)	
		0,035 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,14 m	-0,22 m
	2	+0,02 m	-0,22 m
	3	+0,02 m	-0,38 m
	4	+0,14 m	-0,38 m

Bild	Name	Lambda	
	M9	Beton EN 12524, armiert mit 2% Stahl	
		2,500 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,14 m	-0,22 m
	2	+0,14 m	-0,38 m
	3	+1,54 m	-0,38 m
	4	+1,54 m	-0,22 m

# Psi-Therm 2D

**Datum: 10.1.2019**

## Eingabedaten - Materialbereiche

Bild	Name	Lambda
M10	Porenbeton Plansteine 350	0,140 W/(mK)

Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,38 m	-1,01 m
	2	+0,02 m	-1,01 m
	3	+0,02 m	-1,12 m
	4	+0,38 m	-1,12 m

## Eingabedaten - Randbereiche

Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R2 Außenwand, Dach, Wärmestrom horizontal und vertikal	-5,00 °C	0,04	2,32 m
	X	Y	
Anfangspunkt	+0,00 m		+1,19 m
Endpunkt	+0,00 m		-1,14 m

Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R3 Außenwand, Dach, Wärmestrom horizontal und vertikal	-5,00 °C	0,04	0,10 m
	X	Y	
Anfangspunkt	+0,00 m		-1,14 m
Endpunkt	+0,10 m		-1,14 m

Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R4 Außen, Wärmestrom horizontal	-5,00 °C	0,04	0,99 m
	X	Y	
Anfangspunkt	+0,10 m		-1,14 m
Endpunkt	+0,10 m		-2,12 m

Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R5 Innen beheizt - horizontal	+20,00 °C	0,13	0,99 m
	X	Y	
Anfangspunkt	+0,18 m		-2,12 m
Endpunkt	+0,18 m		-1,14 m

Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R6 Aussenwände, Innenwände, Decken beidseits beheizt	+20,00 °C	0,13	0,21 m
	X	Y	
Anfangspunkt	+0,18 m		-1,14 m
Endpunkt	+0,40 m		-1,14 m

Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R7 Aussenwände, Innenwände, Decken beidseits beheizt	+20,00 °C	0,13	0,75 m
	X	Y	
Anfangspunkt	+0,40 m		-1,14 m
Endpunkt	+0,40 m		-0,38 m

Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R8 Aussenwände, Innenwände, Decken beidseits beheizt	+20,00 °C	0,13	1,14 m
	X	Y	
Anfangspunkt	+0,40 m		-0,38 m

## Wärmebrückenberechnung

# Psi-Therm 2D

Datum: 10.1.2019

	X	Y
Endpunkt	+1,54 m	-0,38 m

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R9	Aussenwände, Innenwände, Decken beidseits beheizt	+20,00 °C	0,13	1,22 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+0,39 m	-0,03 m	
Endpunkt		+0,40 m	+1,19 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R10	Wärmestrom abwärts zu beheizten Räumen	+20,00 °C	0,13	1,14 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+1,54 m	-0,03 m	
Endpunkt		+0,40 m	-0,03 m	

## Eingabedaten - U-Werte

	Name	U-Wert	Fx
U1	U1	0,21	1,00
		X	Y
		+0,40 m	-0,56 m
		Ausrichtung	
		180 °	

	Name	U-Wert	Fx
U2	U2	0,93	1,00
		X	Y
		+0,18 m	-1,38 m
		Ausrichtung	
		180 °	

# Psi-Therm 2D

Datum: 10.1.2019

```
*****
PSI - WERT  BERECHNUNG
*****
NETZGENERIERUNG
Vereinigen der Wärmebrückenbereiche... fertig
Generierung der Elementzellen
  Es wurden : 1804  Elementzellen erzeugt.
Topologie optimieren... fertig
ENDE : NETZGENERIERUNG
Zusammensetzen der Finite-Elemente-Struktur... fertig
  Anzahl der Elemente____: 2090
  Anzahl der Knoten_____: 1171
START : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
Matrizen initialisieren...Anzahl der Knoten: 1171
Zusammenbau der Steifigkeitsmatrix und des Lastvektors... fertig
Gleichungssystem lösen:
  Begin der Iteration. Nach dem Verfahren der konjugierten Gradienten:
  ...fertig, das Gleichungssystem wurde gelöst.
  Anzahl der Iterationen: 182
  Die Temperaturen in den Netzknoten sind berechnet.
ENDE : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
*****
*** KONVERGENZ - TEST *****
*** Nach DIN10211:2008-04, A.2 *****
  Konvergenz - Struktur erzeugen... fertig
  Anzahl der Elemente____: 8360
  Anzahl der Knoten_____: 4431
START : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
Matrizen initialisieren...Anzahl der Knoten: 4431
Zusammenbau der Steifigkeitsmatrix und des Lastvektors... fertig
Gleichungssystem lösen:
  Begin der Iteration. Nach dem Verfahren der konjugierten Gradienten:
  ...fertig, das Gleichungssystem wurde gelöst.
  Anzahl der Iterationen: 449
  Die Temperaturen in den Netzknoten sind berechnet.
ENDE : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
Summe der Absolutwerte aller eindringenden Wärmeströme:
  aus der Basisberechnung      [W/m]: 38,311
  aus der Konvergenzberechnung [W/m]: 38,16
Konvergenz [%]: 0,4 <= 1
```

=====  
Berechnung der Wärmeströme

Randbedingung	Typ	Wärmestrom q [W/m]	Länge [m]	Temperatur	Rs(i,e) [m2K/W]
1	Neumann	0,000	0,825	--	--
10	Robin	0,508	1,140	20,000	0,130
9	Robin	6,319	1,215	20,000	0,130
5	Robin	22,874	0,985	20,000	0,130
4	Robin	-22,875	0,985	-5,000	0,040
6	Robin	2,152	0,215	20,000	0,130
7	Robin	3,370	0,755	20,000	0,130
3	Robin	-1,323	0,100	-5,000	0,040
2	Robin	-13,961	2,320	-5,000	0,040
8	Robin	2,935	1,140	20,000	0,130
Summe :		0,00056			



# Psi-Therm 2D

Datum: 10.1.2019

Gesamtwärmestrom(positiv)  $Q_+ = 38,15955$  [W/m]

Gesamtwärmestrom(vom Innenraum ausgehend)  $Q = 38,15955$  [W/m]

=====

Psi-Wert Berechnung:

=====

Tabelle der ungestörten U-Werte

Nummer	Beschreibung	Länge	U-Wert ungestört	Bezeichnung	Faktor
	Temperaturkorrekturfaktoren	[m]	[W/m <sup>2</sup> K]		
1	U1	2,305	0,210	F_e	1,000
2	U2	1,000	0,927	F_e	1,000

Berechnung des thermischen Leitwertes L2D für 2 Temperatur-Randbedingungen

Temperaturdifferenz (deltaT) : 25,00000 [ K ]

L2D =  $Q / \text{deltaT}$  = 1,52638 [ W/mK ]

=====

L2D = 1,526 [ W/mK ]

- (0,210 \* 2,305 \* 1,000) = -0,484 [ W/mK ]

- (0,927 \* 1,000 \* 1,000) = -0,927 [ W/mK ]

=====

Psi-Wert = 0,11569 [ W/mK ]

\*\*\*\*\*

\*\*\* E N D E der BERECHNUNG \*\*\*

\*\*\*\*\*