

**Ingenieurbüro Schwark**  
UWB

## **Beispielberechnung**

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.

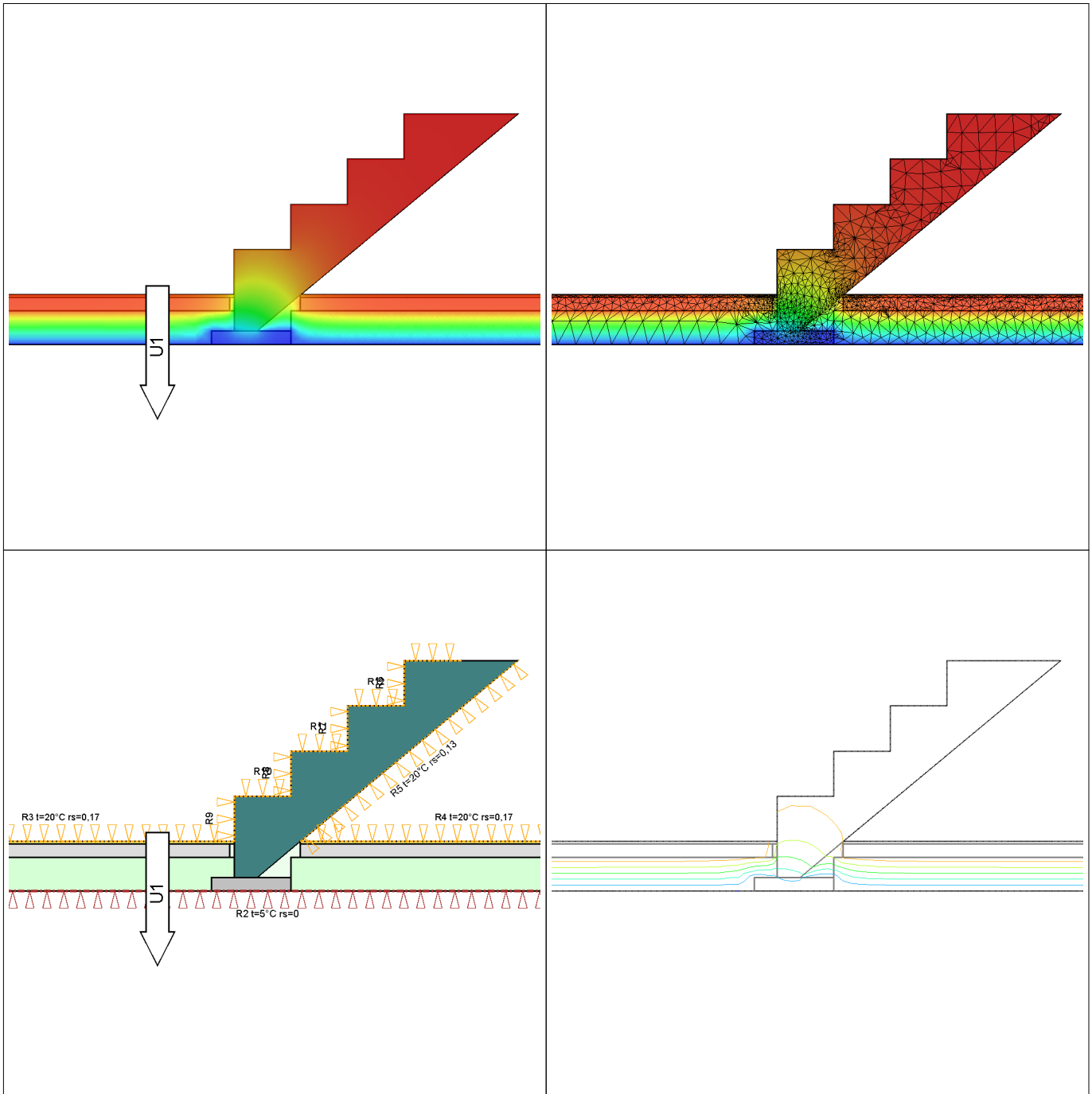
Wir als Ingenieurbüro Schwark haben drei wesentliche Kunden. Zum einen Bauherren, die ein Wohn- oder Nichtwohngebäude kaufen, bauen oder sanieren möchten und zum anderen Planer, Architekten und andere Energieberater, die Unteraufträge an uns vergeben oder einzelne Planungsdetails an uns auslagern. Hierzu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

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

# Psi-Therm 2D

Datum: 10.1.2019

## Wärmebrückenberechnung ( $\Psi$ -Wert)



Nr.	Name	Länge	U-Wert	Korrekturfaktor
U1	U1	3,355 m	0,22 W/(m²K)	F_ad (0,60)

### Wärmebrückenverlustkoeffizient

$$\Psi = +0,662 \text{ W/(mK)}$$

# Psi-Therm 2D

Datum: 10.1.2019

## Materiallegende:

	Name	Lambda
	Beiblatt 2 - Dämmung	0,040 W/(mK)
	Beiblatt 2 - unbewehrter Beton	2,300 W/(mK)
	Beton EN 12524, armiert mit 2% Stahl	2,500 W/(mK)
	Keramik-/Porzellan-Platten (DIN 12524)	1,300 W/(mK)
	Polystyrol Partikelschaum PS20 (WLG 035)	0,035 W/(mK)
	Zement-Estrich	1,400 W/(mK)

## Randbedingungen und Wärmeströme:

Nr	Temp	Rsi/Rse	Länge	Wärmestrom
R 1	--	--	0,65 m	--
R 2	5,00 °C	0,00	3,36 m	-27,727 W/m
R 3	20,00 °C	0,17	1,53 m	7,129 W/m
R 4	20,00 °C	0,17	1,53 m	6,151 W/m
R 5	20,00 °C	0,13	1,25 m	3,565 W/m
R 6	20,00 °C	0,13	0,20 m	0,042 W/m
R 7	20,00 °C	0,13	0,20 m	0,223 W/m
R 8	20,00 °C	0,13	0,20 m	1,156 W/m
R 9	20,00 °C	0,13	0,20 m	4,586 W/m
R 10	20,00 °C	0,13	0,25 m	3,872 W/m
R 11	20,00 °C	0,13	0,25 m	0,814 W/m
R 12	20,00 °C	0,13	0,25 m	0,153 W/m
R 13	20,00 °C	0,13	0,29 m	0,034 W/m

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

Leitwert L2D	+1,10895 W/mK
Psi-Wert	+0,66224 W/mK

# Psi-Therm 2D

Datum: 10.1.2019

## Eingabedaten - Materialbereiche

Bild	Name	Lambda	
	M1 Keramik-/Porzellan-Platten (DIN 12524)	1,300 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,00 m	+0,00 m
	2	-1,53 m	+0,00 m
	3	-1,53 m	-0,01 m
	4	+0,00 m	-0,01 m
Kontur	1	+1,83 m	+0,00 m
	2	+0,29 m	+0,00 m
	3	+0,29 m	-0,01 m
	4	+1,83 m	-0,01 m

Bild	Name	Lambda	
	M2 Beiblatt 2 - Dämmung	0,040 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	-0,02 m	-0,01 m
	2	-0,02 m	-0,07 m
	3	+0,00 m	-0,07 m
	4	+0,00 m	-0,01 m
Kontur	1	+0,29 m	+0,00 m
	2	+0,10 m	-0,16 m
	3	+0,25 m	-0,16 m
	4	+0,25 m	-0,07 m
	5	+0,29 m	-0,07 m

Bild	Name	Lambda	
	M3 Zement-Estrich	1,400 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	-0,02 m	-0,01 m
	2	-1,53 m	-0,01 m
	3	-1,53 m	-0,07 m
	4	-0,02 m	-0,07 m
Kontur	1	+1,83 m	-0,01 m
	2	+0,29 m	-0,01 m
	3	+0,29 m	-0,07 m
	4	+1,83 m	-0,07 m

Bild	Name	Lambda	
	M4 Polystyrol Partikelschaum PS20 (WLG 035)	0,035 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,00 m	-0,07 m
	2	-1,53 m	-0,07 m
	3	-1,53 m	-0,22 m
	4	-0,10 m	-0,22 m
	5	-0,10 m	-0,16 m
	6	+0,00 m	-0,16 m
Kontur	1	+1,83 m	-0,07 m
	2	+0,25 m	-0,07 m
	3	+0,25 m	-0,22 m
	4	+1,83 m	-0,22 m

# Psi-Therm 2D

**Datum: 10.1.2019**

## Eingabedaten - Materialbereiche



Bild	Name	Lambda	
	M5 Beton EN 12524, armiert mit 2% Stahl	2,500 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,75 m	+0,80 m
	2	+0,75 m	+0,60 m
	3	+0,50 m	+0,60 m
	4	+0,50 m	+0,40 m
	5	+0,25 m	+0,40 m
	6	+0,25 m	+0,20 m
	7	+0,00 m	+0,20 m
	8	+0,00 m	-0,16 m
	9	+0,10 m	-0,16 m
	10	+1,25 m	+0,80 m

Bild	Name	Lambda	
	M6 Beiblatt 2 - unbewehrter Beton	2,300 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	-0,10 m	-0,16 m
	2	-0,10 m	-0,22 m
	3	+0,25 m	-0,22 m
	4	+0,25 m	-0,16 m

## Eingabedaten - Randbereiche

Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R2 Erdreich, bis 1 Meter tief	+5,00 °C	0,00	3,36 m
	X	Y	
Anfangspunkt	-1,53 m	-0,22 m	
Endpunkt	+1,83 m	-0,22 m	

Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R3 Wärmestrom abwärts zu unbeheizten Räumen	+20,00 °C	0,17	1,53 m
	X	Y	
Anfangspunkt	+0,00 m	+0,00 m	
Endpunkt	-1,53 m	+0,00 m	

Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R4 Wärmestrom abwärts zu unbeheizten Räumen	+20,00 °C	0,17	1,53 m
	X	Y	
Anfangspunkt	+1,83 m	+0,00 m	
Endpunkt	+0,29 m	+0,00 m	

Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R5 Aussenwände, Innenwände, Decken beidseits beheizt	+20,00 °C	0,13	1,25 m
	X	Y	
Anfangspunkt	+0,29 m	+0,00 m	
Endpunkt	+1,25 m	+0,80 m	

Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R6 Aussenwände, Innenwände, Decken beidseits beheizt	+20,00 °C	0,13	0,20 m

## Wärmebrückenberechnung

# Psi-Therm 2D

**Datum: 10.1.2019**

	X	Y
Anfangspunkt	+0,75 m	+0,80 m
Endpunkt	+0,75 m	+0,60 m

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R7	Aussenwände, Innenwände, Decken beidseits beheizt	+20,00 °C	0,13	0,20 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+0,50 m	+0,60 m	
Endpunkt		+0,50 m	+0,40 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R8	Aussenwände, Innenwände, Decken beidseits beheizt	+20,00 °C	0,13	0,20 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+0,25 m	+0,40 m	
Endpunkt		+0,25 m	+0,20 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R9	Aussenwände, Innenwände, Decken beidseits beheizt	+20,00 °C	0,13	0,20 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+0,00 m	+0,20 m	
Endpunkt		+0,00 m	+0,00 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R10	Aussenwände, Innenwände, Decken beidseits beheizt	+20,00 °C	0,13	0,25 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+0,25 m	+0,20 m	
Endpunkt		+0,00 m	+0,20 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R11	Aussenwände, Innenwände, Decken beidseits beheizt	+20,00 °C	0,13	0,25 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+0,50 m	+0,40 m	
Endpunkt		+0,25 m	+0,40 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R12	Aussenwände, Innenwände, Decken beidseits beheizt	+20,00 °C	0,13	0,25 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+0,75 m	+0,60 m	
Endpunkt		+0,50 m	+0,60 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R13	Aussenwände, Innenwände, Decken beidseits beheizt	+20,00 °C	0,13	0,25 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+1,00 m	+0,80 m	
Endpunkt		+0,75 m	+0,80 m	

## Eingabedaten - U-Werte

	Name	U-Wert	Fx
U1	U1	0,22	0,60

# Psi-Therm 2D

Datum: 10.1.2019

X	Y	Ausrichtung
-0,34 m	+0,00 m	90 °

# Psi-Therm 2D

Datum: 10.1.2019

```
*****
PSI - WERT  BERECHNUNG
*****
NETZGENERIERUNG
Vereinigen der Wärmebrückenbereiche... fertig
Generierung der Elementzellen
    Es wurden : 1491  Elementzellen erzeugt.
Topologie optimieren... fertig
ENDE : NETZGENERIERUNG
Zusammensetzen der Finite-Elemente-Struktur... fertig
    Anzahl der Elemente___: 1758
    Anzahl der Knoten____: 1000
START : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
Matrizen initialisieren...Anzahl der Knoten: 1000
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: 157
    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___: 7032
    Anzahl der Knoten____: 3757
START : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
Matrizen initialisieren...Anzahl der Knoten: 3757
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: 377
    Die Temperaturen in den Netzknoten sind berechnet.
ENDE : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
Summe der Absolutwerte aller eindringenden Wärmeströme:
    aus der Basisberechnung      [W/m]: 28,233
    aus der Konvergenzberechnung [W/m]: 27,743
Konvergenz [%]: 1,8 > 1  der Nachweis ist nicht erfüllt !!
=====
=== Elementnetz optimieren =====
=== Iteration 1 =====
Topologie optimieren... fertig
Zusammensetzen der Finite-Elemente-Struktur... fertig
    Anzahl der Elemente___: 2736
    Anzahl der Knoten____: 1515
START : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
Matrizen initialisieren...Anzahl der Knoten: 1515
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: 226
    Die Temperaturen in den Netzknoten sind berechnet.
```



# Psi-Therm 2D

Datum: 10.1.2019

```

E N D E : F I N I T E - E L E M E N T E - B E R E C H N U N G
=== Iteration 1 Konvergenz : 0,07
=== K O N V E R G E N Z - T E S T nach automatischer Netzverdichtung
S T A R T : F I N I T E - E L E M E N T E - B E R E C H N U N G
Matrizen initialisieren...Anzahl der Knoten: 5765
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: 564
  Die Temperaturen in den Netzknoten sind berechnet.

```

```

E N D E : F I N I T E - E L E M E N T E - B E R E C H N U N G
Summe der Absolutwerte aller eindringenden Wärmeströme:
  aus der Basisberechnung [W/m]: 27,724
  aus der Konvergenzberechnung [W/m]: 27,516
Konvergenz [%]: 0,8 <= 1
=====

```

Berechnung der Wärmeströme

Randbedingung	Typ	Wärmestrom q [W/m]	Länge [m]	Temperatur	Rs(i,e) [m2K/W]
1	Neumann	0,000	0,650	--	--
2	Robin	-27,727	3,355	5,000	0,000
3	Robin	7,129	1,530	20,000	0,170
4	Robin	6,151	1,533	20,000	0,170
5	Robin	3,565	1,248	20,000	0,130
6	Robin	0,042	0,200	20,000	0,130
7	Robin	0,223	0,200	20,000	0,130
8	Robin	1,156	0,200	20,000	0,130
9	Robin	4,586	0,200	20,000	0,130
10	Robin	3,872	0,250	20,000	0,130
11	Robin	0,814	0,250	20,000	0,130
12	Robin	0,153	0,250	20,000	0,130
13	Robin	0,034	0,290	20,000	0,130
Summe :		-0,00273			

```

Gesamtwärmestrom(positiv) Q+ = 27,72384 [W/m]
Gesamtwärmestrom(vom Innenraum ausgehend) Q = 27,72384 [W/m]
=====

```

Psi-Wert Berechnung:

=====

Tabelle der ungestörten U-Werte

Nummer	Beschreibung	Länge [m]	U-Wert ungestört [W/m2K]	Bezeichnung	Faktor
1	U1 Temperaturkorrekturfaktoren	3,355	0,222	F_ad	0,600

Berechnung des thermischen Leitwertes L2D für 2 Temperatur-Randbedingungen

```

Temperaturdifferenz (deltaT) : 25,00000 [ K ]
L2D = Q / deltaT = 1,10895 [ W/mK ]
=====

```

```

L2D = 1,109 [ W/mK ]
- (0,222 * 3,355 * 0,600) = -0,447 [ W/mK ]
=====

```

```

Psi-Wert = 0,66224 [ W/mK ]

```

```

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

```