

**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.

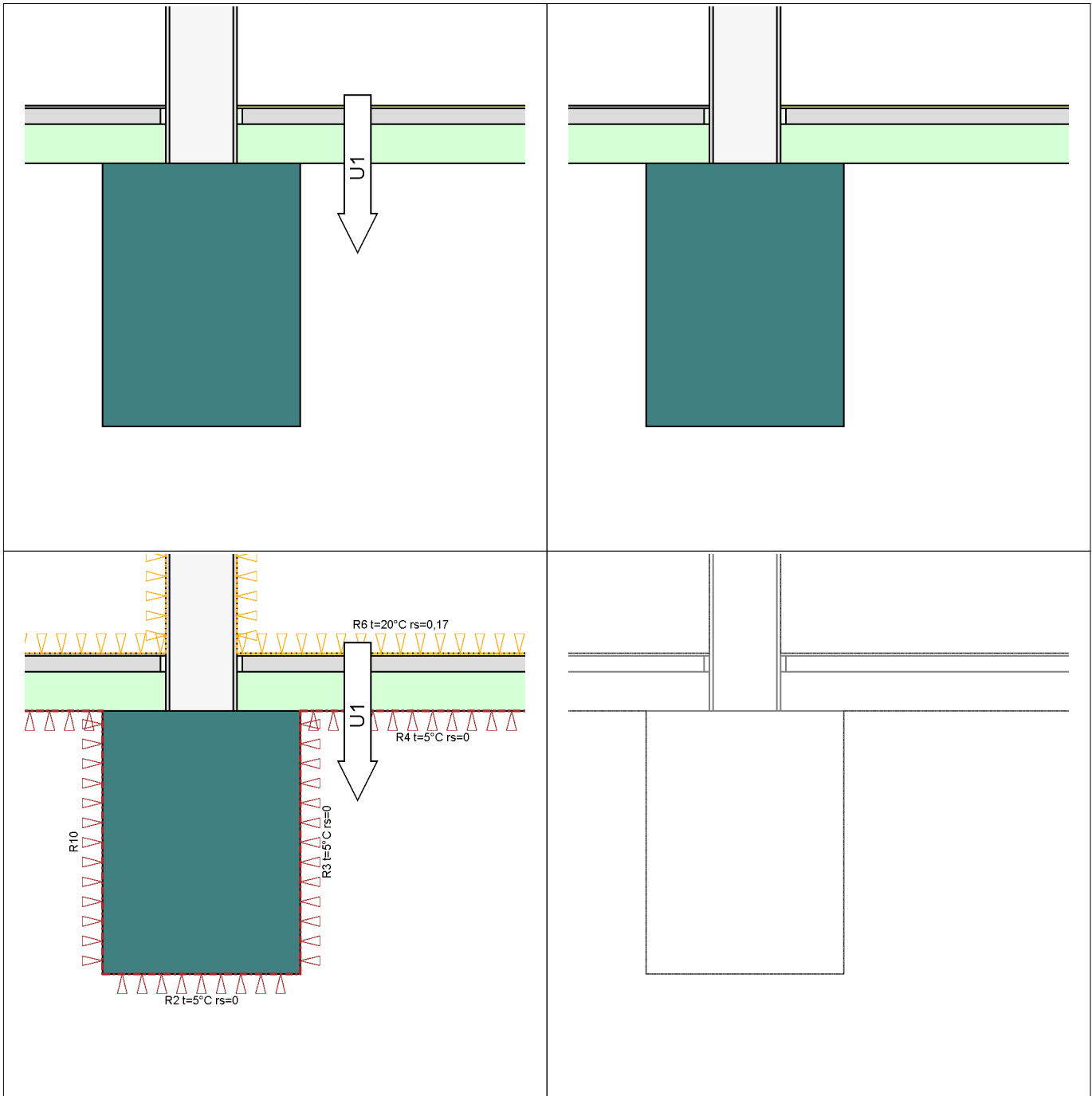
Wir als Ingenieurbüro Schwark haben drei wesentliche Kunden. Zum einen Bauherren, die ein Wohn- oder Nichtwohngebäude kaufen, bauen oder sanieren möchten und zum anderen Planer, Architekten und andere Energieberater, die Unteraufträge an uns vergeben oder einzelne Planungsdetails an uns auslagern. Hierzu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

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

# Psi-Therm 2D

Datum: 1.1.2019

## Wärmebrückenberechnung ( $\Psi$ -Wert)



Nr.	Name	Länge	U-Wert	Korrekturfaktor
U1	U2	2,750 m	0,22 W/(m <sup>2</sup> K)	F_ad (0,60)

### Wärmebrückenverlustkoeffizient

$$\Psi = +0,360 \text{ W/(mK)}$$

# Psi-Therm 2D

Datum: 1.1.2019

## Materiallegende:

	Name	Lambda
	Beiblatt 2 - Dämmung	0,040 W/(mK)
	Beton EN 12524, armiert mit 2% Stahl	2,500 W/(mK)
	Fliesen	1,300 W/(mK)
	Keramik-/Porzellan-Platten (DIN 12524)	1,300 W/(mK)
	Mauerwerk aus Kalksandstein 1800 (DIN 106 T.1+2)	0,990 W/(mK)
	Polystyrol Partikelschaum PS20 (WLG 035)	0,035 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	--	--	0,71 m	--
R 2	5,00 °C	0,00	0,75 m	-0,427 W/m
R 3	5,00 °C	0,00	1,00 m	-5,357 W/m
R 4	5,00 °C	0,00	1,00 m	-3,511 W/m
R 5	20,00 °C	0,13	1,19 m	3,693 W/m
R 6	20,00 °C	0,17	1,24 m	5,397 W/m
R 7	20,00 °C	0,17	1,24 m	5,378 W/m
R 8	20,00 °C	0,13	1,19 m	3,692 W/m
R 9	5,00 °C	0,00	1,00 m	-3,457 W/m
R 10	5,00 °C	0,00	1,00 m	-5,409 W/m

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

Leitwert L2D	+0,72640 W/mK
Psi-Wert	+0,36024 W/mK

# Psi-Therm 2D

Datum: 1.1.2019

## Eingabedaten - Materialbereiche


Bild	Name	Lambda	
	M1 Mauerwerk aus Kalksandstein 1800 (DIN 106 T.1+2)	0,990 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,32 m	+1,19 m
	2	+0,08 m	+1,19 m
	3	+0,08 m	-0,22 m
	4	+0,32 m	-0,22 m


Bild	Name	Lambda	
	M2 Beton EN 12524, armiert mit 2% Stahl	2,500 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	-0,18 m	-0,22 m
	2	-0,18 m	-1,22 m
	3	+0,57 m	-1,22 m
	4	+0,58 m	-0,22 m


Bild	Name	Lambda	
	M3 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	1,000 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,34 m	+1,19 m
	2	+0,32 m	+1,19 m
	3	+0,32 m	-0,22 m
	4	+0,34 m	-0,22 m
Kontur	1	+0,08 m	+1,19 m
	2	+0,07 m	+1,19 m
	3	+0,07 m	-0,22 m
	4	+0,08 m	-0,22 m



Bild	Name	Lambda	
	M4 Polystyrol Partikelschaum PS20 (WLG 035)	0,035 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,34 m	-0,07 m
	2	+0,34 m	-0,22 m
	3	+1,58 m	-0,22 m
	4	+1,58 m	-0,07 m
Kontur	1	+0,06 m	-0,07 m
	2	-1,18 m	-0,07 m
	3	-1,18 m	-0,22 m
	4	+0,06 m	-0,22 m

Bild	Name	Lambda	
	M5 Keramik-/Porzellan-Platten (DIN 12524)	1,300 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+1,58 m	+0,00 m
	2	+0,34 m	+0,00 m
	3	+0,34 m	-0,01 m
	4	+1,58 m	-0,01 m

# Psi-Therm 2D

**Datum: 1.1.2019**

## Eingabedaten - Materialbereiche

Bild	Name	Lambda	
	M6 Beiblatt 2 - Dämmung	0,040 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,36 m	-0,01 m
	2	+0,34 m	-0,01 m
	3	+0,34 m	-0,07 m
	4	+0,36 m	-0,07 m
Kontur	1	+0,06 m	-0,01 m
	2	+0,05 m	-0,01 m
	3	+0,05 m	-0,07 m
	4	+0,06 m	-0,07 m

Bild	Name	Lambda	
	M7 Zement-Estrich	1,400 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,36 m	-0,01 m
	2	+0,36 m	-0,07 m
	3	+1,58 m	-0,07 m
	4	+1,58 m	-0,01 m
Kontur	1	+0,05 m	-0,01 m
	2	-1,18 m	-0,01 m
	3	-1,18 m	-0,07 m
	4	+0,05 m	-0,07 m

Bild	Name	Lambda	
	M8 Fliesen	1,300 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,06 m	+0,00 m
	2	-1,18 m	+0,00 m
	3	-1,18 m	-0,01 m
	4	+0,06 m	-0,01 m

## Eingabedaten - Randbereiche

Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R2 Erdreich, bis 1 Meter tief	+5,00 °C	0,00	0,75 m
	X	Y	
Anfangspunkt	-0,17 m	-1,22 m	
Endpunkt	+0,58 m	-1,22 m	

Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R3 Erdreich, bis 1 Meter tief	+5,00 °C	0,00	1,00 m
	X	Y	
Anfangspunkt	+0,58 m	-1,22 m	
Endpunkt	+0,58 m	-0,22 m	

Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R4 Erdreich, bis 1 Meter tief	+5,00 °C	0,00	1,00 m
	X	Y	
Anfangspunkt	+0,58 m	-0,22 m	
Endpunkt	+1,58 m	-0,22 m	

# Psi-Therm 2D

**Datum: 1.1.2019**

## Eingabedaten - Randbereiche

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R5	Aussenwände, Innenwände, Decken beidseits beheizt	+20,00 °C	0,13	1,19 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+0,34 m	+0,00 m	
Endpunkt		+0,34 m	+1,19 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R6	Wärmestrom abwärts zu unbeheizten Räumen	+20,00 °C	0,17	1,24 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+1,58 m	+0,00 m	
Endpunkt		+0,34 m	+0,00 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R7	Wärmestrom abwärts zu unbeheizten Räumen	+20,00 °C	0,17	1,24 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+0,06 m	+0,00 m	
Endpunkt		-1,18 m	+0,00 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R8	Aussenwände, Innenwände, Decken beidseits beheizt	+20,00 °C	0,13	1,19 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+0,07 m	+1,19 m	
Endpunkt		+0,07 m	+0,00 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R9	Erdreich, bis 1 Meter tief	+5,00 °C	0,00	1,00 m
		X	Y	
Anfangspunkt		-1,18 m	-0,22 m	
Endpunkt		-0,18 m	-0,22 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R10	Erdreich, bis 1 Meter tief	+5,00 °C	0,00	1,00 m
		X	Y	
Anfangspunkt		-0,18 m	-0,22 m	
Endpunkt		-0,18 m	-1,22 m	

## Eingabedaten - U-Werte

	Name	U-Wert	Fx
U1	U2	0,22	0,60
X		Y	
+0,79 m		+0,00 m	
		Ausrichtung	
		90 °	

# Psi-Therm 2D

Datum: 1.1.2019

```
*****
PSI - WERT  BERECHNUNG
*****
NETZGENERIERUNG
Vereinigen der Wärmebrückenbereiche... fertig
Generierung der Elementzellen
    Es wurden : 1550  Elementzellen erzeugt.
Topologie optimieren... fertig
ENDE : NETZGENERIERUNG
Zusammensetzen der Finite-Elemente-Struktur... fertig
    Anzahl der Elemente____: 1854
    Anzahl der Knoten_____: 1044
START  : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
Matrizen initialisieren...Anzahl der Knoten: 1044
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: 146
    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____: 7416
    Anzahl der Knoten_____: 3941
START  : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
Matrizen initialisieren...Anzahl der Knoten: 3941
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: 327
    Die Temperaturen in den Netzknoten sind berechnet.
ENDE : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
Summe der Absolutwerte aller eindringenden Wärmeströme:
    aus der Basisberechnung      [W/m]: 18,293
    aus der Konvergenzberechnung [W/m]: 18,145
Konvergenz [%]: 0,8 <= 1
=====
=== Elementnetz optimieren =====
=== Iteration 1 =====
Topologie optimieren... fertig
Zusammensetzen der Finite-Elemente-Struktur... fertig
    Anzahl der Elemente____: 3702
    Anzahl der Knoten_____: 1997
START  : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
Matrizen initialisieren...Anzahl der Knoten: 1997
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: 234
    Die Temperaturen in den Netzknoten sind berechnet.
```

# Psi-Therm 2D

Datum: 1.1.2019

```

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 : 0,082
=== 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: 7695
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: 563
  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]: 18,16
  aus der Konvergenzberechnung [W/m]: 18,101
Konvergenz [%]: 0,3 <= 1
=====

```

Berechnung der Wärmeströme

Randbedingung	Typ	Wärmestrom q [W/m]	Länge [m]	Temperatur	Rs(i,e) [m2K/W]
1	Neumann	0,000	0,710	--	--
2	Robin	-0,427	0,750	5,000	0,000
3	Robin	-5,357	1,000	5,000	0,000
4	Robin	-3,511	1,000	5,000	0,000
5	Robin	3,693	1,185	20,000	0,130
6	Robin	5,397	1,240	20,000	0,170
7	Robin	5,378	1,240	20,000	0,170
8	Robin	3,692	1,185	20,000	0,130
9	Robin	-3,457	1,000	5,000	0,000
10	Robin	-5,409	1,000	5,000	0,000
Summe :		-0,00135			

Gesamtwärmestrom(positiv) Q+ = 18,15994 [W/m]

Gesamtwärmestrom(vom Innenraum ausgehend) Q = 18,15994 [W/m]

=====  
Psi-Wert Berechnung:

=====  
Tabelle der ungestörten U-Werte

Nummer	Beschreibung	Länge [m]	U-Wert ungestört [W/m2K]	Bezeichnung	Faktor
1	U2	2,750	0,222	F_ad	0,600

Berechnung des thermischen Leitwertes L2D für 2 Temperatur-Randbedingungen

Temperaturdifferenz (deltaT) : 25,00000 [ K ]  
L2D = Q / deltaT = 0,72640 [ W/mK ]

=====  
L2D = 0,726 [ W/mK ]  
- (0,222 \* 2,750 \* 0,600) = -0,366 [ W/mK ]

=====  
Psi-Wert = 0,36024 [ W/mK ]

```

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

```