

Ingenieurbüro Schwark
UWB

Beispielberechnung

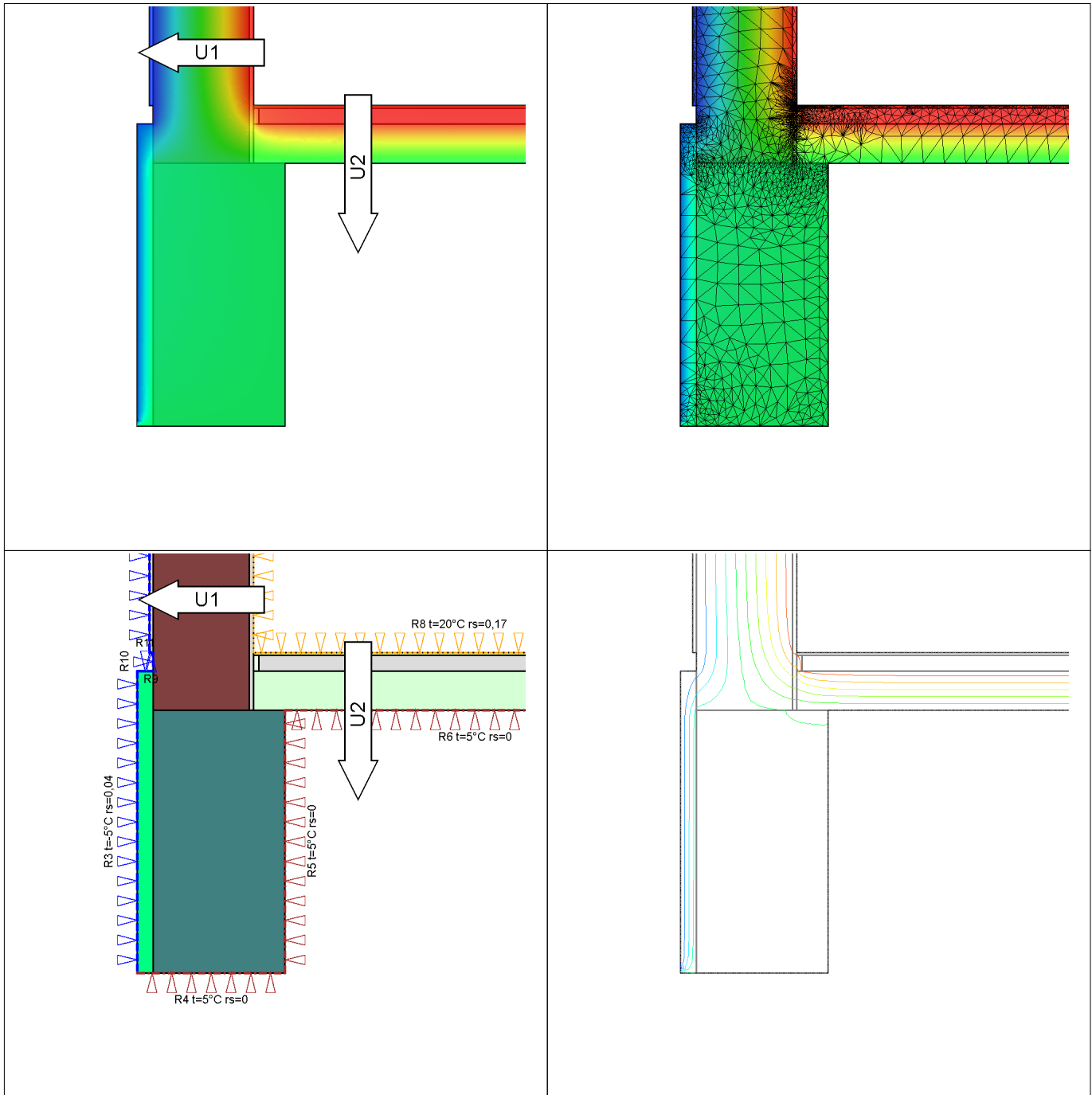
Die Marke DeltaUWB stellt einen besonderen Bezug zur detaillierten Wärmebrückenberechnung her. Die detaillierte Wärmebrückenberechnung ist in vielen Projekten eine hervorragende Möglichkeit, mit geringen Planungshonoraren Baukosten zu senken.

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

Wärmebrückenberechnung (Ψ -Wert)



Nr.	Name	Länge	U-Wert	Korrekturfaktor
U1	U1	1,405 m	0,21 W/(m ² K)	F_e (1,00)
U2	U2	1,955 m	0,22 W/(m ² K)	F_ad (0,60)

Wärmebrückenverlustkoeffizient

$$\Psi = -0,033 \text{ W/(mK)}$$

Psi-Therm 2D

Datum: 31.1.2019

Materiallegende:

	Name	Lambda
	Beiblatt 2 - Dämmung	0,040 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)
	Polystyrol-Extruderschaum (WLG 040)	0,040 W/(mK)
	Porenbeton-Plansteine PP, DM (500 kg/m ³)	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	--	--	0,61 m	--
R 2	-5,00 °C	0,04	1,19 m	-6,101 W/m
R 3	-5,00 °C	0,04	1,15 m	-8,086 W/m
R 4	5,00 °C	0,00	0,56 m	3,966 W/m
R 5	5,00 °C	0,00	1,00 m	2,632 W/m
R 6	5,00 °C	0,00	1,44 m	-4,771 W/m
R 7	20,00 °C	0,13	1,19 m	6,916 W/m
R 8	20,00 °C	0,17	1,56 m	6,143 W/m
R 9	-5,00 °C	0,04	0,02 m	-0,061 W/m
R 10	-5,00 °C	0,04	0,07 m	-0,472 W/m
R 11	-5,00 °C	0,04	0,06 m	-0,170 W/m

Berechnung des thermischen Leitwertes L2D für 2 Temperatur-Randbedingungen

Leitwert L2D	+0,52235 W/mK
Psi-Wert	-0,03297 W/mK

Psi-Therm 2D

Datum: 31.1.2019

Eingabedaten - Materialbereiche


Bild	Name	Lambda	
	M1 Porenbeton-Plansteine PP, DM (500 kg/m ³)	0,080 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
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 Beton EN 12524, armiert mit 2% Stahl	2,500 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,52 m	-0,22 m
	2	+0,02 m	-0,22 m
	3	+0,01 m	-1,22 m
	4	+0,52 m	-1,22 m


Bild	Name	Lambda	
	M3 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	+0,02 m	+1,19 m
	2	+0,00 m	+1,19 m
	3	+0,00 m	+0,00 m
	4	+0,02 m	+0,00 m


Bild	Name	Lambda	
	M4 Polystyrol Partikelschaum PS20 (WLG 035)	0,035 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+1,96 m	-0,07 m
	2	+0,40 m	-0,07 m
	3	+0,40 m	-0,22 m
	4	+1,96 m	-0,22 m




Bild	Name	Lambda	
	M5 Keramik-/Porzellan-Platten (DIN 12524)	1,300 W/(mK)	
Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+1,96 m	+0,00 m
	2	+0,40 m	+0,00 m
	3	+0,40 m	-0,01 m
	4	+1,96 m	-0,01 m

Bild	Name	Lambda
	M6 Beiblatt 2 - Dämmung	0,040 W/(mK)


Psi-Therm 2D

Datum: 31.1.2019

Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,42 m	-0,01 m
	2	+0,40 m	-0,01 m
	3	+0,40 m	-0,07 m
	4	+0,42 m	-0,07 m

Bild	Name	Lambda
	M7 Zement-Estrich	1,400 W/(mK)

Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+1,96 m	-0,01 m
	2	+0,41 m	-0,01 m
	3	+0,41 m	-0,07 m
	4	+1,96 m	-0,07 m

Bild	Name	Lambda
	M8 Polystyrol-Extruderschaum (WLG 040)	0,040 W/(mK)

Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,01 m	-0,07 m
	2	-0,05 m	-0,07 m
	3	-0,05 m	-1,22 m
	4	+0,01 m	-1,22 m

Eingabedaten - Randbereiche

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

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R3	Außenwand, Dach, Wärmestrom horizontal und vertikal	-5,00 °C	0,04	1,15 m
		X	Y	
Anfangspunkt		-0,04 m	-0,07 m	
Endpunkt		-0,04 m	-1,22 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R4	Erdreich, bis 1 Meter tief	+5,00 °C	0,00	0,56 m
		X	Y	
Anfangspunkt		-0,05 m	-1,22 m	
Endpunkt		+0,52 m	-1,22 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R5	Erdreich, bis 1 Meter tief	+5,00 °C	0,00	1,00 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+0,52 m	-1,22 m	
Endpunkt		+0,52 m	-0,22 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R6	Erdreich, bis 1 Meter tief	+5,00 °C	0,00	1,44 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+0,52 m	-0,22 m	
Endpunkt		+1,96 m	-0,22 m	

Wärmebrückenberechnung

Psi-Therm 2D

Datum: 31.1.2019

Eingabedaten - Randbereiche

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R7	Aussenwände, Innenwände, Decken beidseits beheizt	+20,00 °C	0,13	1,19 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+0,40 m	+0,00 m	
Endpunkt		+0,40 m	+1,19 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R8	Wärmestrom abwärts zu unbeheizten Räumen	+20,00 °C	0,17	1,56 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+1,96 m	+0,00 m	
Endpunkt		+0,40 m	+0,00 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R9	Außenwand, Dach, Wärmestrom horizontal und vertikal	-5,00 °C	0,04	0,02 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+0,00 m	+0,00 m	
Endpunkt		+0,02 m	+0,00 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R10	Außenwand, Dach, Wärmestrom horizontal und vertikal	-5,00 °C	0,04	0,07 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+0,02 m	+0,00 m	
Endpunkt		+0,02 m	-0,07 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R11	Außenwand, Dach, Wärmestrom horizontal und vertikal	-5,00 °C	0,04	0,06 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+0,02 m	-0,07 m	
Endpunkt		-0,04 m	-0,07 m	

Eingabedaten - U-Werte

	Name	U-Wert	Fx
U1	U1	0,21	1,00
		X	Y
		+0,40 m	+0,20 m
		Ausrichtung	
		180 °	

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

Psi-Therm 2D

Datum: 31.1.2019

```
*****
PSI - WERT  BERECHNUNG
*****
NETZGENERIERUNG
Vereinigen der Wärmebrückenbereiche... fertig
Generierung der Elementzellen
    Es wurden : 1193  Elementzellen erzeugt.
Topologie optimieren... fertig
ENDE : NETZGENERIERUNG
Zusammensetzen der Finite-Elemente-Struktur... fertig
    Anzahl der Elemente___: 1424
    Anzahl der Knoten____: 815
START : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
Matrizen initialisieren...Anzahl der Knoten: 815
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: 140
    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___: 5696
    Anzahl der Knoten____: 3053
START : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
Matrizen initialisieren...Anzahl der Knoten: 3053
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: 315
    Die Temperaturen in den Netzknoten sind berechnet.
ENDE : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
    Summe der Absolutwerte aller eindringenden Wärmeströme:
        aus der Basisberechnung      [W/m]: 23,094
        aus der Konvergenzberechnung [W/m]: 20,621
    Konvergenz [%]: 12 > 1  der Nachweis ist nicht erfüllt !!
    =====
=== Elementnetz optimieren =====
=== Iteration 1 =====
Topologie optimieren... fertig
Zusammensetzen der Finite-Elemente-Struktur... fertig
    Anzahl der Elemente___: 2450
    Anzahl der Knoten____: 1343
START : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
Matrizen initialisieren...Anzahl der Knoten: 1343
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: 249
    Die Temperaturen in den Netzknoten sind berechnet.
```

Psi-Therm 2D

Datum: 31.1.2019

```

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 : 0,985
=== Iteration 2 =====
Topologie optimieren... fertig
Zusammensetzen der Finite-Elemente-Struktur... fertig
  Anzahl der Elemente____: 4003
  Anzahl der Knoten_____: 2130
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: 2130
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: 384
  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
=== Iteration 2 Konvergenz : 5,522
=== Iteration 3 =====
Topologie optimieren... fertig
Zusammensetzen der Finite-Elemente-Struktur... fertig
  Anzahl der Elemente____: 4470
  Anzahl der Knoten_____: 2375
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: 2375
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: 419
  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
=== Iteration 3 Konvergenz : 0,405
=== 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: 9219
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: 992
  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]: 19,656
  aus der Konvergenzberechnung [W/m]: 19,069
Konvergenz [%]: 3,1 > 1 der Nachweis ist nicht erfüllt !!
=====
```

Berechnung der Wärmeströme

Randbedingung	Typ	Wärmestrom q [W/m]	Länge [m]	Temperatur	Rs(i,e) [m2K/W]
1	Neumann	0,000	0,615	--	--
2	Robin	-6,101	1,185	-5,000	0,040
3	Robin	-8,086	1,150	-5,000	0,040
4	Robin	3,966	0,560	5,000	0,000
5	Robin	2,632	1,000	5,000	0,000

Psi-Therm 2D

Datum: 31.1.2019

6	Robin	-4,771	1,440	5,000	0,000
7	Robin	6,916	1,185	20,000	0,130
8	Robin	6,143	1,560	20,000	0,170
9	Robin	-0,061	0,015	-5,000	0,040
10	Robin	-0,472	0,070	-5,000	0,040
11	Robin	-0,170	0,060	-5,000	0,040
Summe :		-0,00371			

Gesamtwärmestrom(positiv) Q+ = 19,65643 [W/m]

Gesamtwärmestrom(vom Innenraum ausgehend) Q = 13,05874 [W/m]

=====

Psi-Wert Berechnung:

=====

Tabelle der ungestörten U-Werte

Nummer	Beschreibung	Länge	U-Wert ungestört	Bezeichnung	Faktor
Temperaturkorrekturfaktoren		[m]	[W/m2K]		
1	U1	1,405	0,210	F_e	1,000
2	U2	1,955	0,222	F_ad	0,600

Berechnung des thermischen Leitwertes L2D für 2 Temperatur-Randbedingungen

Temperaturdifferenz (deltaT) : 25,00000 [K]

L2D = Q / deltaT = 0,52235 [W/mK]

=====

L2D = 0,522 [W/mK]

- (0,210 * 1,405 * 1,000) = -0,295 [W/mK]

- (0,222 * 1,955 * 0,600) = -0,260 [W/mK]

=====

Psi-Wert = -0,03297 [W/mK]

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