

**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.

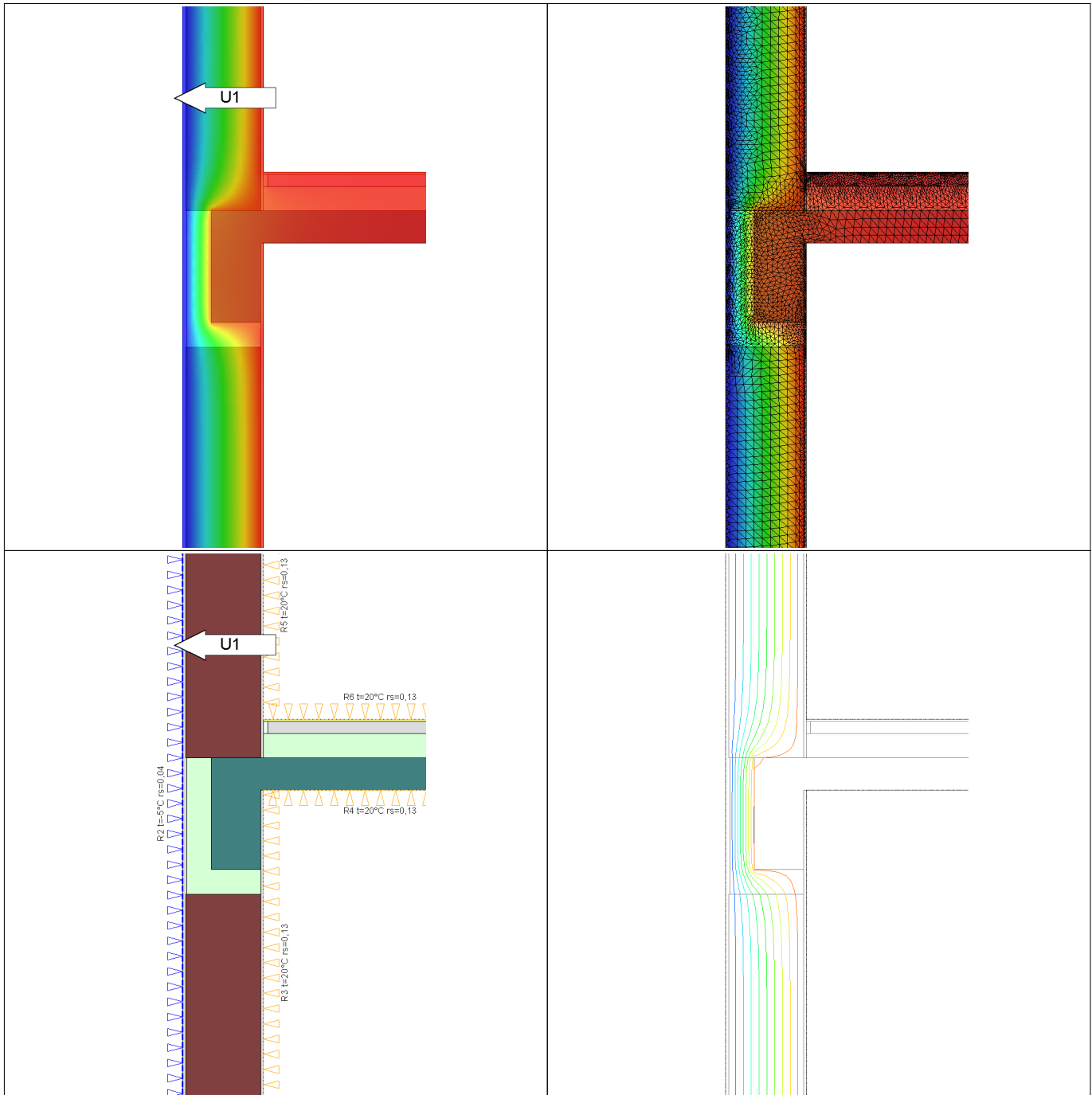
Wir als Ingenieurbüro Schwark haben drei wesentliche Kunden. Zum einen Bauherren, die ein Wohn- oder Nichtwohngebäude kaufen, bauen oder sanieren möchten und zum anderen Planer, Architekten und andere Energieberater, die Unteraufträge an uns vergeben oder einzelne Planungsdetails an uns auslagern. Hierzu 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  | U2   | 3,260 m | 0,21 W/(m <sup>2</sup> K) | F_e (1,00)      |

### Wärmebrückenverlustkoeffizient

$$\Psi = +0,060 \text{ W/(mK)}$$

# 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) |
|  | 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 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 | --       | --      | 1,14 m | --          |
| R 2 | -5,00 °C | 0,04    | 3,26 m | -18,621 W/m |
| R 3 | 20,00 °C | 0,13    | 1,70 m | 9,916 W/m   |
| R 4 | 20,00 °C | 0,13    | 1,14 m | 2,015 W/m   |
| R 5 | 20,00 °C | 0,13    | 1,22 m | 6,270 W/m   |
| R 6 | 20,00 °C | 0,13    | 1,14 m | 0,419 W/m   |


Berechnung des thermischen Leitwertes L2D für 2 Temperatur-Randbedingungen


|              |               |
|--------------|---------------|
| Leitwert L2D | +0,74483 W/mK |
| Psi-Wert     | +0,06031 W/mK |


# Psi-Therm 2D


Datum: 10.1.2019


## Eingabedaten - Materialbereiche


| Bild  | Name  | Lambda       |         |
|---|---|--------------|---------|
|  | M1<br>Porenbeton-Plansteine PP, DM (500 kg/m <sup>3</sup> ) | 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 |
| Kontur  | 1   | +0,01 m      | -0,89 m |
|   | 2   | +0,02 m      | -2,08 m |
|   | 3   | +0,38 m      | -2,08 m |
|   | 4   | +0,38 m      | -0,89 m |

| Bild  | Name                       | Lambda       |         |
|---|----------------------------|--------------|---------|
|  | M2<br>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 |

| Bild  | Name   | Lambda       |         |
|---|--|--------------|---------|
|  | M3<br>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<br>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<br>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 |

| Bild  | Name   | Lambda       |
|---|--|--------------|
|  | M6<br>Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk | 1,000 W/(mK) |


# Psi-Therm 2D

Datum: 10.1.2019

| 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 | -2,08 m |
|        | 3  | +0,40 m | -2,08 m |
|        | 4  | +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 | -2,08 m |
|        | 4  | +0,02 m | -2,08 m |
|        | 5  | +0,01 m | -0,89 m |
|        | 6  | +0,02 m | -0,89 m |
|        | 7  | +0,02 m | -0,22 m |
|        | 8  | +0,01 m | -0,22 m |

| Bild  | Name                                      | Lambda       |
|---|---|--------------|
|  | M7<br>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 | -0,89 m |
|        | 4  | +0,38 m | -0,89 m |
|        | 5  | +0,38 m | -0,77 m |
|        | 6  | +0,14 m | -0,77 m |

| Bild  | Name                                       | Lambda       |
|---|--|--------------|
|  | M8<br>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 | -0,77 m |
|        | 3  | +0,38 m | -0,77 m |
|        | 4  | +0,38 m | -0,38 m |
|        | 5  | +1,54 m | -0,38 m |
|        | 6  | +1,54 m | -0,22 m |

## Eingabedaten - Randbereiche

|    | Name  | Temperature | Rsi/Rse | Länge  |
|----|---|-------------|---------|--------|
| R2 | Außenwand, Dach, Wärmestrom horizontal und vertikal | -5,00 °C    | 0,04    | 3,26 m |
|    |   | X           | Y       |        |
|    | Anfangspunkt  | +0,00 m     | +1,19 m |        |
|    | Endpunkt  | +0,00 m     | -2,08 m |        |

|    | Name  | Temperature | Rsi/Rse | Länge  |
|----|---|-------------|---------|--------|
| R3 | Aussenwände, Innenwände, Decken beidseits beheizt | +20,00 °C   | 0,13    | 1,70 m |
|    |   | X           | Y       |        |
|    | Anfangspunkt                                      | +0,40 m     | -2,08 m |        |
|    | Endpunkt  | +0,40 m     | -0,38 m |        |

# Psi-Therm 2D

**Datum: 10.1.2019**

## Eingabedaten - Randbereiche

|              | Name   | Temperature | Rsi/Rse | Länge   |
|--------------|--|-------------|---------|---------|
| R4           | Aussenwände, Innenwände, Decken<br>beidseits beheizt | +20,00 °C   | 0,13    | 1,14 m  |
|              |  | X           |         | Y       |
| Anfangspunkt |  | +0,40 m     |         | -0,38 m |
| Endpunkt     |  | +1,54 m     |         | -0,38 m |

|              | Name   | Temperature | Rsi/Rse | Länge   |
|--------------|--|-------------|---------|---------|
| R5           | Aussenwände, Innenwände, Decken<br>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   |
|--------------|---|-------------|---------|---------|
| R6           | Wärmestrom abwärts zu beheizten<br>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      | U2   | 0,21    | 1,00        |
| X       |      | Y       | Ausrichtung |
| +0,42 m |      | +0,33 m | 180 °       |

# Psi-Therm 2D

Datum: 10.1.2019

```
*****
PSI - WERT  BERECHNUNG
*****
NETZGENERIERUNG
Vereinigen der Wärmebrückenbereiche... fertig
Generierung der Elementzellen
    Es wurden : 1816  Elementzellen erzeugt.
Topologie optimieren... fertig
ENDE : NETZGENERIERUNG
Zusammensetzen der Finite-Elemente-Struktur... fertig
    Anzahl der Elemente____: 2084
    Anzahl der Knoten_____: 1165
START : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
Matrizen initialisieren...Anzahl der Knoten: 1165
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: 176
    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____: 8336
    Anzahl der Knoten_____: 4413
START : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
Matrizen initialisieren...Anzahl der Knoten: 4413
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: 431
    Die Temperaturen in den Netzknoten sind berechnet.
ENDE : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
Summe der Absolutwerte aller eindringenden Wärmeströme:
    aus der Basisberechnung      [W/m]: 18,686
    aus der Konvergenzberechnung [W/m]: 18,621
Konvergenz [%]: 0,3 <= 1
=====
Berechnung der Wärmeströme
Randbedingung      Typ      Wärmestrom      Länge      Temperatur      Rs(i,e)
                   q [W/m]        [m]
1      Neumann      0,000          1,140          --             --
6      Robin        0,419          1,140          20,000         0,130
5      Robin        6,270          1,215          20,000         0,130
3      Robin        9,916          1,695          20,000         0,130
2      Robin       -18,621         3,260          -5,000         0,040
4      Robin        2,015          1,140          20,000         0,130
Summe : -0,00011
Gesamtwärmestrom(positiv)          Q+ = 18,62071 [W/m]
Gesamtwärmestrom(vom Innenraum ausgehend) Q = 18,62071 [W/m]
=====
Psi-Wert Berechnung:
```

# Psi-Therm 2D

Datum: 10.1.2019

=====

Tabelle der ungestörten U-Werte

| Nummer                      | Beschreibung | Länge | U-Wert ungestört | Bezeichnung | Faktor |
|-----------------------------|--------------|-------|------------------|-------------|--------|
| Temperaturkorrekturfaktoren |              | [m]   | [W/m2K]          |             |        |
| 1                           | U2           | 3,260 | 0,210            | F_e         | 1,000  |

Berechnung des thermischen Leitwertes L2D für 2 Temperatur-Randbedingungen

Temperaturdifferenz (deltaT) : 25,00000 [ K ]  
L2D = Q / deltaT = 0,74483 [ W/mK ]

=====

L2D = 0,745 [ W/mK ]

- (0,210 \* 3,260 \* 1,000) = -0,685 [ W/mK ]

=====

Psi-Wert = 0,06031 [ W/mK ]

\*\*\*\*\*

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

\*\*\*\*\*