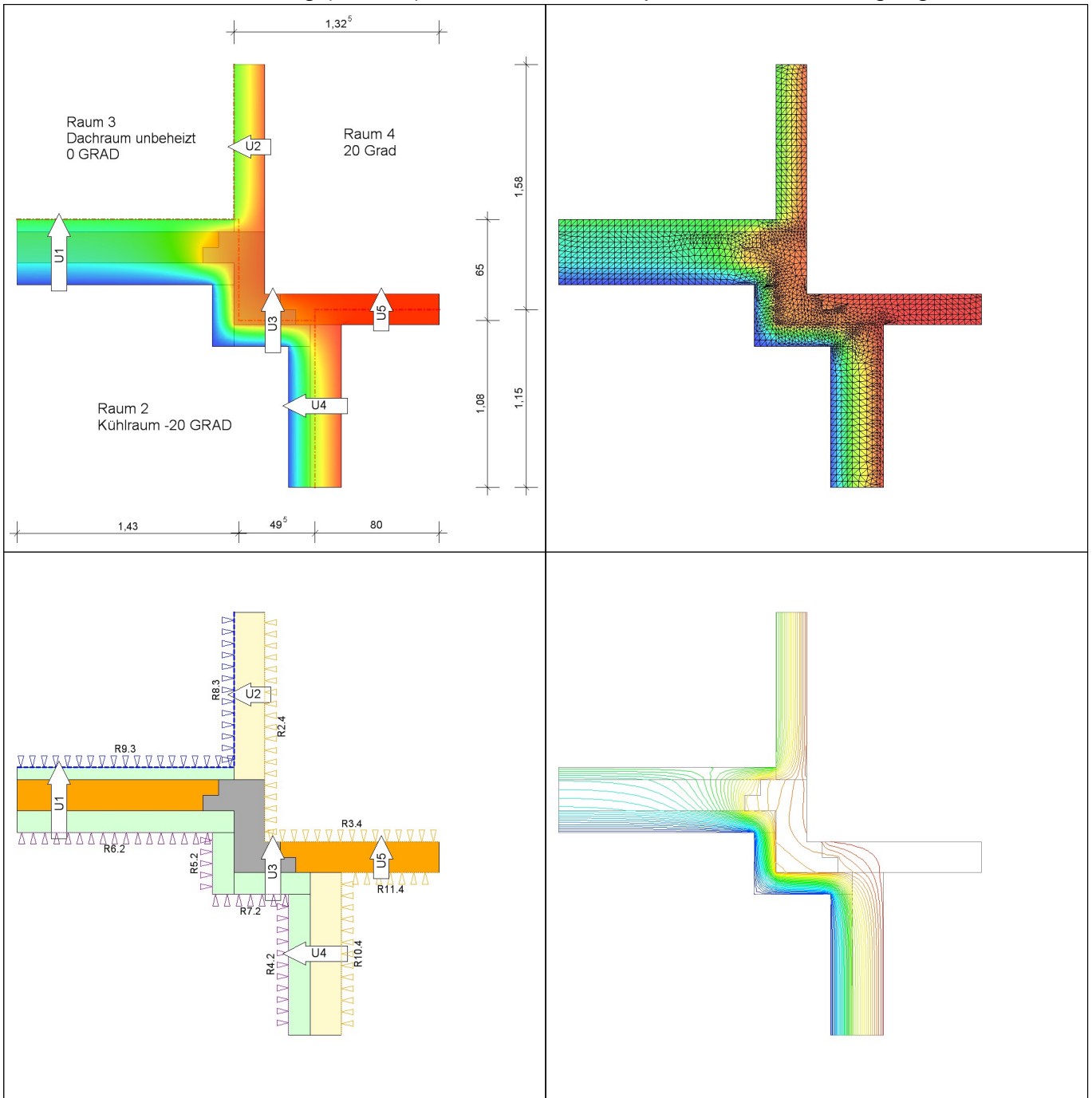
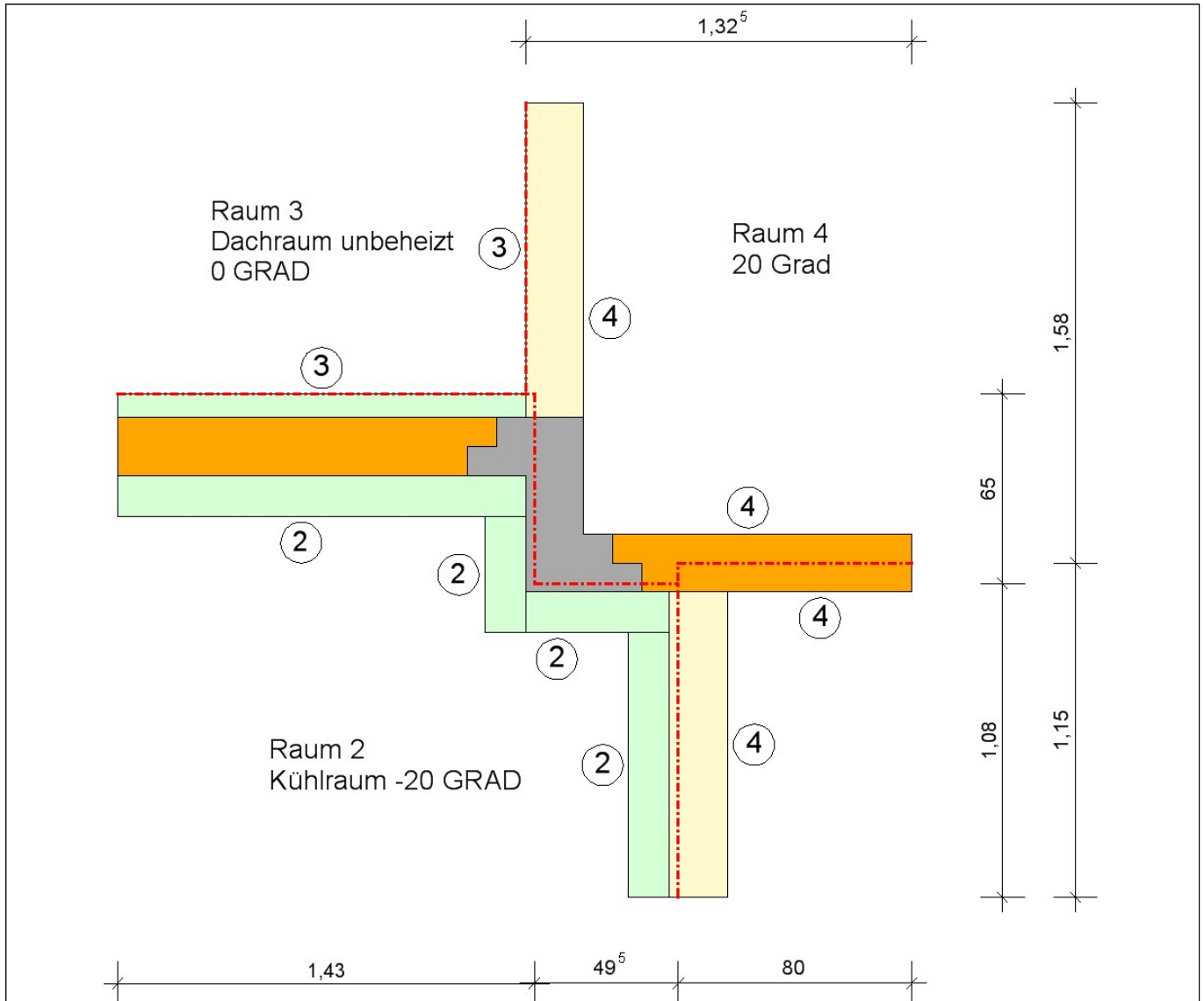


Wärmebrückenberechnung (Ψ -Wert) für mehr als 2 Temperatur - Randbedingungen



Nr.	Name	Länge	U-Wert	Korrekturfaktor
U1	U1	2,290 m	0,13 W/(m²K)	F _e (1,00)
U2	U2	1,580 m	0,75 W/(m²K)	F _e (1,00)
U3	U3	0,495 m	0,23 W/(m²K)	F _e (1,00)
U4	U4	1,150 m	0,15 W/(m²K)	F _e (1,00)
U5	U5	0,800 m	0,60 W/(m²K)	F _e (1,00)

Leitwertberechnung: (Raumdefinition)



Leitwertberechnung: (Leitwertmatrix)

Leitwertmatrix, Leitwerte in [W/mK] der wärmetechnisch verbundenen Räume aus der 2-D-Berechnung (0.0 = keine wärmetechnische Verbindung)

Raum	j = 2	j = 3	j = 4
i = 2	--	0,1430	0,3630
i = 3	0,1430	--	0,9435
i = 4	0,3630	0,9435	--

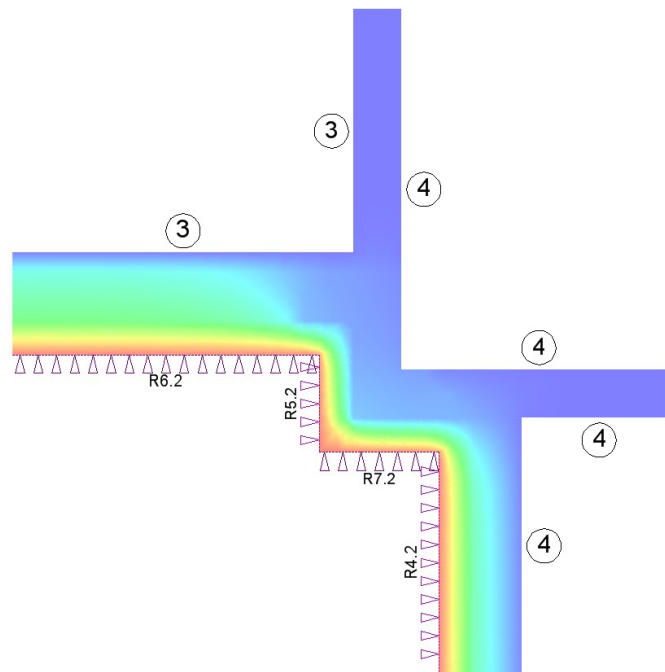
Bauvorhaben:

Psi-Therm 2011

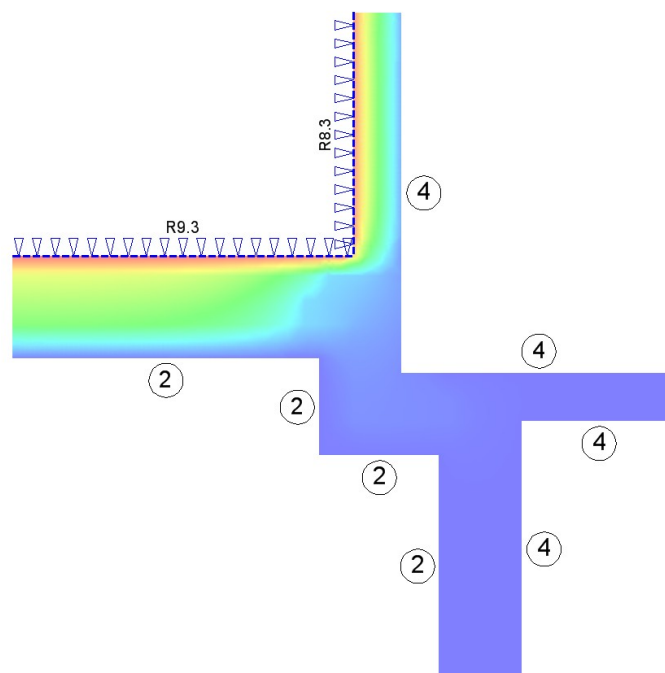
Datum: 1.2.2011

Berechnung der Wärmeströme:

Ausgehend von Raum Nr:2



Ausgehend von Raum Nr:3



Bauvorhaben:

Psi-Therm 2011

Datum: 1.2.2011

Berechnung der Psi-Werte:

Ψ-Wert Nr. 1 **Innen - Aussen**

Tabelle: Für diesen Ψ-Wert maßgebliche Leitwerte der wärmetechnisch verbundenen Räume (aus 2 -D-Berechnung)

Name (i:j)	L2D	Korrekturfaktor	DeltaT	Q
L2D(4:2)	0,363 W/mK	1,00	40,00	14,522 W/mK
L2D(4:3)	0,944 W/mK	1,00	20,00	18,871 W/mK
Summe	1,307 W/mK			33,392 W/mK

Tabelle: Maßgebliche ungestörte U-Werte der wärmetechnisch verbundenen Räume für diesen Ψ-Wert

Name	U-Wert	Länge	Korrekturfaktor	L2D
U2	0,746 W/(m²K)	1,580 m	1,00	1,178 W/mK
U3	0,231 W/(m²K)	0,495 m	1,00	0,114 W/mK
U4	0,149 W/(m²K)	1,150 m	1,00	0,171 W/mK
Summe				1,463 W/mK

$$\Psi = 1,307 - 1,463 = 0,157 \text{ W/mK}$$

Ψ-Wert Nr. 2 **Vom Kühlraum ausgehend**

Tabelle: Für diesen Ψ-Wert maßgebliche Leitwerte der wärmetechnisch verbundenen Räume (aus 2 -D-Berechnung)

Name (i:j)	L2D	Korrekturfaktor	DeltaT	Q
L2D(2:3)	0,143 W/mK	1,00	20,00	2,861 W/mK
L2D(2:4)	0,363 W/mK	1,00	40,00	14,523 W/mK
Summe	0,506 W/mK			17,384 W/mK

Tabelle: Maßgebliche ungestörte U-Werte der wärmetechnisch verbundenen Räume für diesen Ψ-Wert

Name	U-Wert	Länge	Korrekturfaktor	L2D
U1	0,126 W/(m²K)	2,290 m	1,00	0,289 W/mK
U3	0,231 W/(m²K)	0,495 m	1,00	0,114 W/mK
U4	0,149 W/(m²K)	1,150 m	1,00	0,171 W/mK
Summe				0,575 W/mK






$$\Psi = 0,506 - 0,575 = 0,069 \text{ W/mK}$$

Bauvorhaben:

Psi-Therm 2011

Datum: 1.2.2011

Materiallegende:

	Name	Lambda
	Hebel Deckenplatte DE300 P4,4/0,55	0,140 W/(mK)
	Ytong Planblock PPW 6/0,70 - 0,18	0,180 W/(mK)
	Ytong Planblock PP 2/0,35 - 0,08	0,080 W/(mK)
	Normalbeton (2200)	1,600 W/(mK)
	Polyethan (PUR) Ortschaum DIN 18159-1 (WLG 035)	0,035 W/(mK)

Bauvorhaben:

Psi-Therm 2011

Datum: 1.2.2011**Eingabedaten - Materialbereiche**


Bild		Name	Lambda	
	M1	Hebel Deckenplatte DE300 P4,4/0,55	0,140 W/(mK)	
Name		Nr	X	Y
Kontur		1	-1,00 m	-0,18 m
		2	-1,00 m	-0,38 m
		3	+0,20 m	-0,38 m
		4	+0,20 m	-0,28 m
		5	+0,30 m	-0,28 m
		6	+0,30 m	-0,18 m
Kontur		1	+1,73 m	-0,58 m
		2	+0,70 m	-0,58 m
		3	+0,70 m	-0,68 m
		4	+0,80 m	-0,68 m
		5	+0,80 m	-0,78 m
		6	+1,73 m	-0,78 m


Bild		Name	Lambda	
	M2	Ytong Planblock PPW 6/0,70 - 0,18	0,180 W/(mK)	
Name		Nr	X	Y
Kontur		1	+0,60 m	+0,90 m
		2	+0,40 m	+0,90 m
		3	+0,40 m	-0,18 m
		4	+0,60 m	-0,18 m


Bild		Name	Lambda	
	M3	Ytong Planblock PP 2/0,35 - 0,08	0,080 W/(mK)	
Name		Nr	X	Y
Kontur		1	+1,09 m	-0,78 m
		2	+0,89 m	-0,78 m
		3	+0,89 m	-1,83 m
		4	+1,09 m	-1,83 m



Bild		Name	Lambda	
	M4	Normalbeton (2200)	1,600 W/(mK)	
Name		Nr	X	Y
Kontur		1	+0,30 m	-0,18 m
		2	+0,30 m	-0,28 m
		3	+0,20 m	-0,28 m
		4	+0,20 m	-0,38 m
		5	+0,40 m	-0,38 m
		6	+0,40 m	-0,78 m
		7	+0,80 m	-0,78 m
		8	+0,80 m	-0,68 m
		9	+0,70 m	-0,68 m
		10	+0,70 m	-0,58 m
		11	+0,60 m	-0,58 m
		12	+0,60 m	-0,18 m

Bild		Name	Lambda	
	M5	Polyethan (PUR) Ortschaum DIN 18159-1 (WLG 035)	0,035 W/(mK)	

Bauvorhaben:

Psi-Therm 2011

Datum: 1.2.2011

Name	Nr	X	Y
Kontur	1	+0,40 m	-0,38 m
	2	-1,00 m	-0,38 m
	3	-1,00 m	-0,52 m
	4	+0,40 m	-0,52 m
Kontur	1	+0,89 m	-0,78 m
	2	+0,40 m	-0,78 m
	3	+0,40 m	-0,92 m
	4	+0,89 m	-0,92 m
Kontur	1	+0,40 m	-0,52 m
	2	+0,26 m	-0,52 m
	3	+0,26 m	-0,92 m
	4	+0,40 m	-0,92 m
Kontur	1	+0,89 m	-0,92 m
	2	+0,75 m	-0,92 m
	3	+0,75 m	-1,83 m
	4	+0,89 m	-1,83 m
Kontur	1	+0,40 m	-0,10 m
	2	-1,00 m	-0,10 m
	3	-1,00 m	-0,18 m
	4	+0,40 m	-0,18 m

Eingabedaten - Randbereiche

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R2	Aussenwände, Innenwände - horizontal	+20,00 °C	0,13	1,48 m
		X		Y
Anfangspunkt		+0,60 m		-0,58 m
Endpunkt		+0,60 m		+0,90 m

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R3	Wärmestrom abwärts zu unbeheizten Räumen	+20,00 °C	0,17	1,13 m
		X		Y
Anfangspunkt		+1,73 m		-0,58 m
Endpunkt		+0,60 m		-0,58 m

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R4	Innen freie Eingabe	-20,00 °C	0,13	0,91 m
		X		Y
Anfangspunkt		+0,75 m		-0,92 m
Endpunkt		+0,75 m		-1,83 m

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R5	Innen freie Eingabe	-20,00 °C	0,13	0,40 m
		X		Y
Anfangspunkt		+0,26 m		-0,52 m
Endpunkt		+0,26 m		-0,92 m

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R6	Kühlraum aufwärts	-20,00 °C	0,10	1,26 m
		X		Y
Anfangspunkt		-1,00 m		-0,52 m
Endpunkt		+0,26 m		-0,52 m

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R7	Kühlraum aufwärts	-20,00 °C	0,10	0,49 m

Bauvorhaben:**Psi-Therm 2011****Datum: 1.2.2011**

	X	Y
Anfangspunkt	+0,26 m	-0,92 m
Endpunkt	+0,75 m	-0,92 m

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R8	Dach belüftet, Decke belüftet	+0,00 °C	0,10	1,00 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+0,40 m	+0,90 m	
Endpunkt		+0,40 m	-0,10 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R9	Dach belüftet, Decke belüftet	+0,00 °C	0,10	1,40 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+0,40 m	-0,10 m	
Endpunkt		-1,00 m	-0,10 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R10	Aussenwände, Innenwände - horizontal	+20,00 °C	0,13	1,05 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+1,09 m	-1,83 m	
Endpunkt		+1,09 m	-0,78 m	

	Name	Temperature	Rsi/Rse	Länge
R11	Aussenwände, Innenwände - horizontal	+20,00 °C	0,13	0,63 m
		X	Y	
Anfangspunkt		+1,09 m	-0,78 m	
Endpunkt		+1,73 m	-0,78 m	

Eingabedaten - U-Werte

	Name	U-Wert	Fx
U1	U1	2,29	1,00
	X	Y	Ausrichtung
	-0,73 m	-0,52 m	90 °

	Name	U-Wert	Fx
U2	U2	1,58	1,00
	X	Y	Ausrichtung
	+0,60 m	+0,37 m	180 °

	Name	U-Wert	Fx
U3	U3	0,50	1,00
	X	Y	Ausrichtung
	+0,65 m	-0,92 m	90 °

	Name	U-Wert	Fx
U4	U4	1,15	1,00
	X	Y	Ausrichtung
	+1,09 m	-1,30 m	180 °

	Name	U-Wert	Fx
U5	U5	0,80	1,00
	X	Y	Ausrichtung
	+1,35 m	-0,78 m	90 °

Psi-Therm 2011

Datum: 1.2.2011

```

*****
PSI - WERT BERECHNUNG mit mehr als 2 Temperaturrandbedingungen
*****
NETZGENERIERUNG
Vereinigen der Wärmebrückenbereiche... fertig
Generierung der Elementzellen
    Es wurden : 745 Elementzellen erzeugt.
Topologie optimieren... fertig
ENDE : NETZGENERIERUNG
Zusammensetzen der Finite-Elemente-Struktur... fertig
    Anzahl der Elemente____: 954
    Anzahl der Knoten_____: 551
START : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
Matrizen initialisieren...Anzahl der Knoten: 551
Zusammenbau der Steifigkeitsmatrix und des Lastvektors... fertig
    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____: 3816
    Anzahl der Knoten_____: 2055
START : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
Matrizen initialisieren...Anzahl der Knoten: 2055
Zusammenbau der Steifigkeitsmatrix und des Lastvektors... fertig
    Begin der Iteration. Nach dem Verfahren der konjugierten Gradienten:
...fertig, das Gleichungssystem wurde gelöst.
    Anzahl der Iterationen: 351
    Die Temperaturen in den Netzknoten sind berechnet.
ENDE : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
    Summe der Absolutwerte aller eindringenden Wärmeströme:
        aus der Basisberechnung [W/m]: 33,393
        aus der Konvergenzberechnung [W/m]: 33,195
    Konvergenz [%]: 0,6 <= 1
=====
*****
BERECHNUNG DER LEITWERTMATRIX
*****
Zusammensetzen der Finite-Elemente-Struktur... fertig
    Anzahl der Elemente____: 954
    Anzahl der Knoten_____: 551
++++ Berechnung der Einwirkungen aus Raum Nr.: 2
    Setzen der Randbedingungen...fertig
START : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG
Matrizen initialisieren...Anzahl der Knoten: 551
Zusammenbau der Steifigkeitsmatrix und des Lastvektors... fertig
    Begin der Iteration. Nach dem Verfahren der konjugierten Gradienten:
...fertig, das Gleichungssystem wurde gelöst.
    Anzahl der Iterationen: 134
    Die Temperaturen in den Netzknoten sind berechnet.
ENDE : FINITE - ELEMENTE - BERECHNUNG

```

Randbedingungen

Randbedingung	Typ	Wärmestrom q [W/m]	Länge [m]	Temperatur	Rs (i, e) [m2K/W]
1	Neumann	0,0000	1,1600	--	--
2	Robin	-0,1476	1,4800	0,0000	0,1300
3	Robin	-0,0761	1,1261	0,0000	0,1700
4	Robin	0,1462	0,9081	1,0000	0,1300
5	Robin	0,0727	0,4000	1,0000	0,1300
6	Robin	0,1931	1,2600	1,0000	0,1000
7	Robin	0,0942	0,4940	1,0000	0,1000
8	Robin	-0,0058	1,0000	0,0000	0,1000
9	Robin	-0,1372	1,4000	0,0000	0,1000
10	Robin	-0,1362	1,0481	0,0000	0,1300
11	Robin	-0,0032	0,6321	0,0000	0,1300

Berechnung der Leitwerte für Raum: 2

L2D(2:2) = 0,5061 W/mK (0,1462 + 0,0727 + 0,1931 + 0,0942)

L2D(2:3) = -0,1430 W/mK (-0,0058 + -0,1372)

L2D(2:4) = -0,3631 W/mK (-0,1476 + -0,0761 + -0,1362 + -0,0032)

Summe = 0,0000

++++ Berechnung der Einwirkungen aus Raum Nr.: 3

Setzen der Randbedingungen...fertig

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: 551

Zusammenbau der Steifigkeitsmatrix und des Lastvektors... fertig

Begin der Iteration. Nach dem Verfahren der konjugierten Gradienten:
...fertig, das Gleichungssystem wurde gelöst.

Anzahl der Iterationen: 126

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

Randbedingungen

Randbedingung	Typ	Wärmestrom q [W/m]	Länge [m]	Temperatur	Rs (i, e) [m2K/W]
1	Neumann	0,0000	1,1600	--	--
2	Robin	-0,9184	1,4800	0,0000	0,1300
3	Robin	-0,0242	1,1261	0,0000	0,1700
4	Robin	-0,0003	0,9081	0,0000	0,1300
5	Robin	-0,0045	0,4000	0,0000	0,1300
6	Robin	-0,1350	1,2600	0,0000	0,1000
7	Robin	-0,0033	0,4940	0,0000	0,1000
8	Robin	0,8111	1,0000	1,0000	0,1000
9	Robin	0,2755	1,4000	1,0000	0,1000
10	Robin	-0,0007	1,0481	0,0000	0,1300
11	Robin	-0,0003	0,6321	0,0000	0,1300

Berechnung der Leitwerte für Raum: 3

L2D(3:2) = -0,1431 W/mK (-0,0003 + -0,0045 + -0,1350 + -0,0033)

L2D(3:3) = 1,0866 W/mK (0,8111 + 0,2755)

L2D(3:4) = -0,9436 W/mK (-0,9184 + -0,0242 + -0,0007 + -0,0003)

Summe = 0,0000

++++ Berechnung der Einwirkungen aus Raum Nr.: 4

Setzen der Randbedingungen...fertig

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: 551

Zusammenbau der Steifigkeitsmatrix und des Lastvektors... fertig

Begin der Iteration. Nach dem Verfahren der konjugierten Gradienten:
...fertig, das Gleichungssystem wurde gelöst.

Anzahl der Iterationen: 153

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

Randbedingungen

Randbedingung	Typ	Wärmestrom q [W/m]	Länge [m]	Temperatur	Rs (i,e) [m ² K/W]
1	Neumann	0,0000	1,1600	--	--
2	Robin	1,0659	1,4800	1,0000	0,1300
3	Robin	0,1002	1,1261	1,0000	0,1700
4	Robin	-0,1458	0,9081	0,0000	0,1300
5	Robin	-0,0682	0,4000	0,0000	0,1300
6	Robin	-0,0581	1,2600	0,0000	0,1000
7	Robin	-0,0909	0,4940	0,0000	0,1000
8	Robin	-0,8053	1,0000	0,0000	0,1000
9	Robin	-0,1382	1,4000	0,0000	0,1000
10	Robin	0,1369	1,0481	1,0000	0,1300
11	Robin	0,0035	0,6321	1,0000	0,1300

Berechnung der Leitwerte für Raum: 4

L2D(4:2) = -0,3630 W/mK (-0,1458 + -0,0682 + -0,0581 + -0,0909)

L2D(4:3) = -0,9435 W/mK (-0,8053 + -0,1382)

L2D(4:4) = 1,3066 W/mK (1,0659 + 0,1002 + 0,1369 + 0,0035)

Summe = 0,0000

LEITWERTMATRIX L2D in W/mK :

Raum	2	3	4
2	0,5061	-0,1430	-0,3631
3	-0,1431	1,0866	-0,9436
4	-0,3630	-0,9435	1,3066

PSI-WERTE:

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