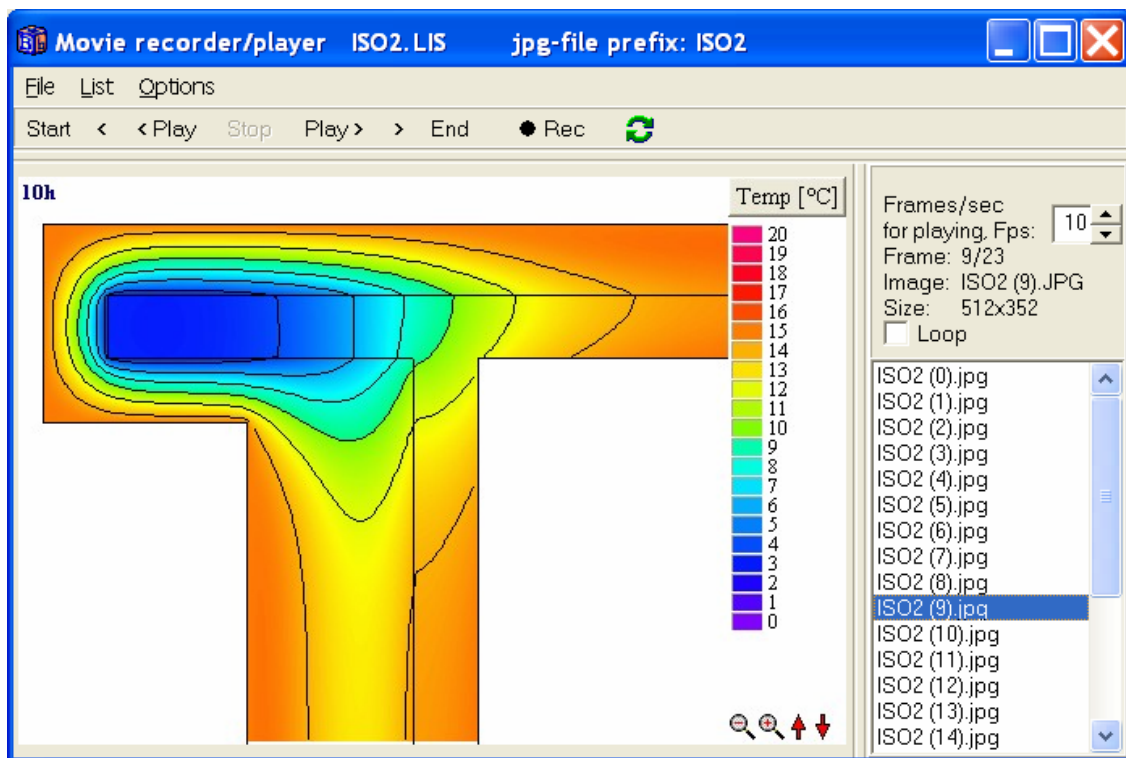


# HEAT2

PC-Programm für zweidimensionale Wärmeübertragung

Update-Handbuch für Version 6

(Änderungen ab Version 5)



Stand 6. September 2003

**BLOCON**

[www.buildingphysics.com](http://www.buildingphysics.com)

# Inhalt

<b>1.</b>	<b>NEUES IN HEAT2 VERSION 6.....</b>	<b>3</b>
1.1	WÄRMEBRÜCKENBERECHNUNG NACH EN ISO 10211 .....	3
1.2	REPORT GENERATOR.....	3
1.3	MOVIE MAKER .....	3
1.4	TEMPERATUR- BZW. WÄRMESTROMPROFILE .....	3
1.5	EXPANSIVES BERECHNUNGSNETZ.....	3
1.6	BOUNDARY SPLITTER .....	4
1.7	VERBESSERUNGEN DER MATERIALDATENBANK.....	4
1.8	ERHÖHUNG VERSCHIEDENER FELDBEGRENZUNGEN.....	4
1.9	WEITERE ÄNDERUNGEN .....	4
<b>2.</b>	<b>WÄRMEBRÜCKENBERECHNUNG NACH EN ISO 10211 .....</b>	<b>5</b>
2.1	PARALLELE SCHNITTEBENEN .....	5
2.2	NICHT PARALLELE SCHNITTEBENEN .....	7
<b>3.</b>	<b>REPORT GENERATOR .....</b>	<b>10</b>
<b>4.</b>	<b>MOVIE-MAKER .....</b>	<b>12</b>
4.1	ERZEUGEN EINES FILMS .....	12
4.2	ERZEUGEN EINES AVI-FILES .....	13
<b>5.</b>	<b>TEMPERATUR- BZW. WÄRMESTROMPROFILE .....</b>	<b>14</b>
5.1	DARSTELLUNGSOPTIONEN.....	14
5.2	PROFIL ÜBER ALLE MODELLGRENZEN (OBERFLÄCHEN).....	14
5.3	ZEICHNEN VON TEMPERATURPROFILIEN IM PREPROZESSOR .....	16
5.4	ZEICHNEN VON TEMPERATURLINIEN MIT HILFE MANUELLER KOORDINATEN .....	16
<b>6.</b>	<b>EXPANSIVES BERECHNUNGSNETZ.....</b>	<b>18</b>
6.1	WERKZEUG "EXPANSION POINT" .....	18
6.2	DIALOGFENSTER FÜR DAS BERECHNUNGSNETZ.....	19
<b>7.</b>	<b>WERKZEUG "BOUNDARY SPLITTER" .....</b>	<b>21</b>
<b>8.</b>	<b>VERBESSERUNGEN DER MATERIALDATENBANK.....</b>	<b>22</b>
8.1	HIERARCHISCHE GLIEDERUNG .....	22
8.2	STANDARD-MATERIALDATENBANK.....	24
<b>9.</b>	<b>ERHÖHUNG VERSCHIEDENER FELDBEGRENZUNGEN.....</b>	<b>24</b>
<b>10.</b>	<b>WEITERE ÄNDERUNGEN .....</b>	<b>24</b>
10.1	VERBESSERUNGEN DES PREPROZESSORS .....	24
10.2	VORSCHLAG FÜR DIE RANDBEDINGUNGEN .....	25
10.3	VERSCHIEDENES .....	25

# 1. Neues in HEAT2 Version 6

Blocon ist stolz, Ihnen eine neue Version von HEAT2 (6.0) vorzustellen zu können. Seit dem Erscheinen von Version 5 sind mittlerweile drei Jahre vergangen. Inzwischen wurden viele wichtige Eigenschaften ergänzt.

Aktuelle Informationen zum Programm finden Sie unter [www.buildingphysics.com](http://www.buildingphysics.com) und [www.buildingphysics.de](http://www.buildingphysics.de) (deutsche Seite).

Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über die neuen Eigenschaften, die Version 5 hinzugefügt wurden:

## 1.1 Wärmebrückenberechnung nach EN ISO 10211

HEAT2 berechnet automatisch die längenbezogenen thermischen Leitwerte ( $L^{2D}$ ) und die linearen Wärmebrückenverlustkoeffizienten ( $\psi$ ) nach EN ISO 10211 für ein breites Spektrum von Wärmebrückenproblemen. Außerdem wird der Temperaturfaktor ( $f_{Rsi}$ ) für den kältesten Punkt der Innenoberfläche ermittelt. Bei instationären Berechnungen ist es jetzt möglich, die niedrigste Oberflächentemperatur für den gesamten Jahres- bzw. Tagesgang des Außenklimas zu berechnen.

## 1.2 Report Generator

Der Report-Generator erzeugt ein druckbares Dokument (Bericht). Es können sowohl Texte als auch Bilder mit den Projektinfodaten sowie den Ein- und Ausgabedaten in den Report integriert werden.

## 1.3 Movie Maker

Mit dem Movie-Maker werden grafische Ergebnisse wie Temperaturfelder, Isothermen und Wärmestromverläufe als Film aufgezeichnet und in ein Standard-AVI-File umgewandelt. Das AVI-File kann entweder unkomprimiert gespeichert werden (hohe Qualität) oder aber komprimiert werden (niedrigere Qualität, dafür aber geringere Dateigröße, z.B. für den eMail-Versand).

## 1.4 Temperatur- bzw. Wärmestromprofile

Es ist jetzt möglich, für im Preprozessor willkürlich positionierte Geraden den Temperaturverlauf (oder die Wärmestromdichte) zu berechnen und grafisch darzustellen. Die Anzahl der Temperaturprofile ist nicht beschränkt. Die erzeugten Diagramme bzw. Tabellen können ausgedruckt oder in unterschiedliche Formate exportiert werden (Text, Excel, HTML, XML, Metafile, Bitmap). Es kann jetzt auch eine Grafik mit allen Oberflächentemperaturen erzeugt werden.

## 1.5 Expansives Berechnungsnetz

Ein expansives Berechnungsnetz kann jetzt durch das Einfügen eines sogenannten "expansion points" im Preprozessor einfacher erzeugt werden. Außerdem wurde ein neuer Dialog für die Definition des Berechnungsnetzes entwickelt.

## **1.6 Boundary splitter**

Im Preprozessor können nun alle Randsegmente durch sogenannte "split points" unterteilt werden. Dadurch werden die Randsegmente in Teilsegmente aufgeteilt. Den Teilsegmenten können unterschiedliche Randbedingungen zugeordnet werden.

## **1.7 Verbesserungen der Materialdatenbank**

Im Materialdatenfenster wurde eine Suchfunktion für Baustoffe ergänzt.

Bei der Materialauswahl können jetzt neben der Materialbezeichnung auch die thermischen Eigenschaften direkt angezeigt werden. Die Materialdatenbank erhielt außerdem eine hierarchische Gliederung mit zwei Ebenen. Das beim Programmstart verwendete Standard-Materialfile kann frei gewählt werden.

Es wurde eine neue Materialdatenbank mit über 1200 Baustoffen aus DIN V 4108-4 (2002-02) ergänzt. Für alle Stoffe sind jetzt auch Wärmekapazitäten verfügbar.

## **1.8 Erhöhung verschiedener Feldbegrenzungen**

Die Größe vieler Feldbegrenzungen wurde erhöht. So wurde z.B. die maximale Anzahl der Berechnungsknoten von 62.500 (250·250) auf 122.500 (350·350) verdoppelt. Weitere Informationen hierzu siehe Abschnitt 9.

HEAT2 6.0 mit 122.500 Knoten benötigt nur ca. 13 MB RAM und weniger als 5 MB Festplattenspeicher.

## **1.9 Weitere Änderungen**

Es wurde eine Vielzahl kleinerer Verbesserungen durchgeführt, siehe Abschnitt 10.

Die wichtigsten sind:

- Erweiterungen des Preprozessors
- Automatischer Vorschlag für die Randbedingungen
- Neues Design der "file open/save"-Dialogfelder im XP-Stil
- Neue Routine für eine genauere Interpolation der Temperaturen
- Export von Diagrammdateien in unterschiedliche Formate (Text, Excel, HTML, XML, Metafile, Bitmap)
- Größenänderung des Postprozessor-Fensters ohne Aktualisierung des Fensterinhaltes
- Ausgabe der berechneten Wärmeströme mit höherer Genauigkeit (mehr Fließkommastellen) im Rekorder
- Angabe der Längen der Randsegmente und der Randbedingungen im "Boundary flows"-Fenster
- Neues Dialogfenster für das Reset der Anfangsbedingungen (initial conditions)
- Automatische Korrektur falsch eingegebener Dezimaltrennzeichen

## 2. Wärmebrückenberechnung nach EN ISO 10211

HEAT2 berechnet automatisch die längenbezogenen thermischen Leitwerte ( $L^{2D}$ ) und die linearen Wärmebrückenverlustkoeffizienten ( $\psi$ ) nach EN ISO 10211 für ein breites Spektrum von Wärmebrückenproblemen. Außerdem wird der Temperaturfaktor ( $f_{Rsi}$ ) für den kältesten Punkt der Innenoberfläche ermittelt. Bei instationären Berechnungen ist es jetzt möglich, die niedrigste Oberflächentemperatur für den gesamten Jahres- bzw. Tagesgang des Außenklimas zu berechnen.

Eine automatische Berechnung ist möglich, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

1. Es muß zwei Randbedingungen mit unterschiedlichen Temperaturen geben (z.B.  $T = 20\text{ °C}$  und  $T = 0\text{ °C}$ ). Fälle mit drei unterschiedlichen Temperaturen können manuell unter Verwendung einer Matrix  $T_{ij}$  und  $g_{ij}$  berechnet werden, siehe EN ISO 10211.
2. Sind die Schnittebenen zueinander parallel, muß der U-Wert der ungestörten flankierenden Elemente (im Bereich der Schnittebenen) gleich sein, siehe Beispiel in Bild 1.

### 2.1 Parallele Schnittebenen

Bild 1 zeigt eine wärmegeämmte Wand, die durch eine Betondecke unterbrochen ist. Die inneren (raumseitigen) Grenzen sind mit den Nummern 2 - 6 und die äußeren mit 8 - 12 bezeichnet. Die Schnittebenen (1 und 7) sind parallel und haben den gleichen U-Wert. Bild 2 zeigt die Randbedingungen und die berechnete Temperaturverteilung.

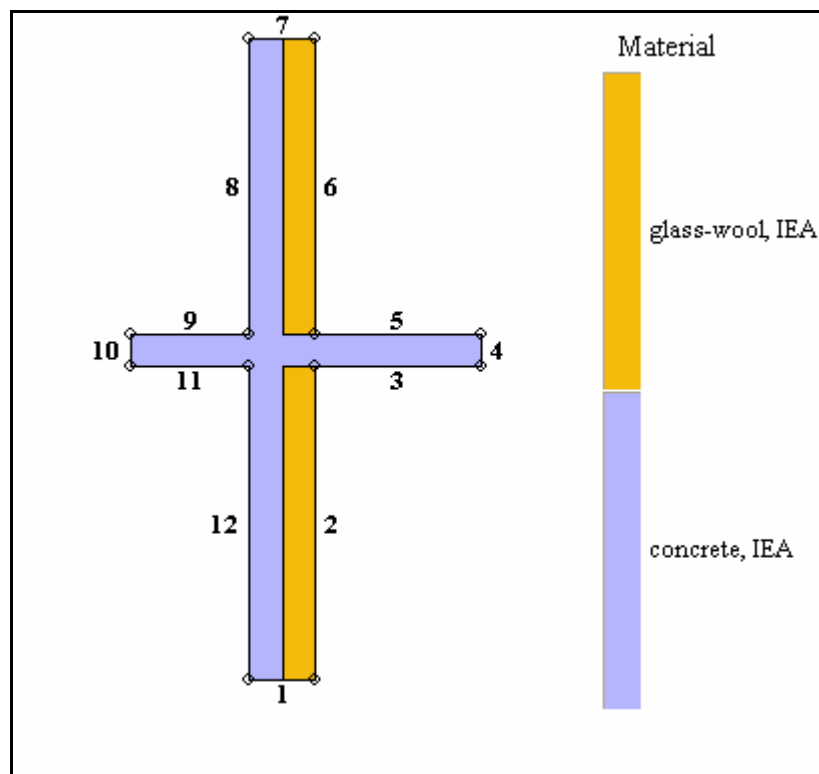


Bild 1: Wärmegeämmte Wand, die durch eine Betondecke unterbrochen ist.

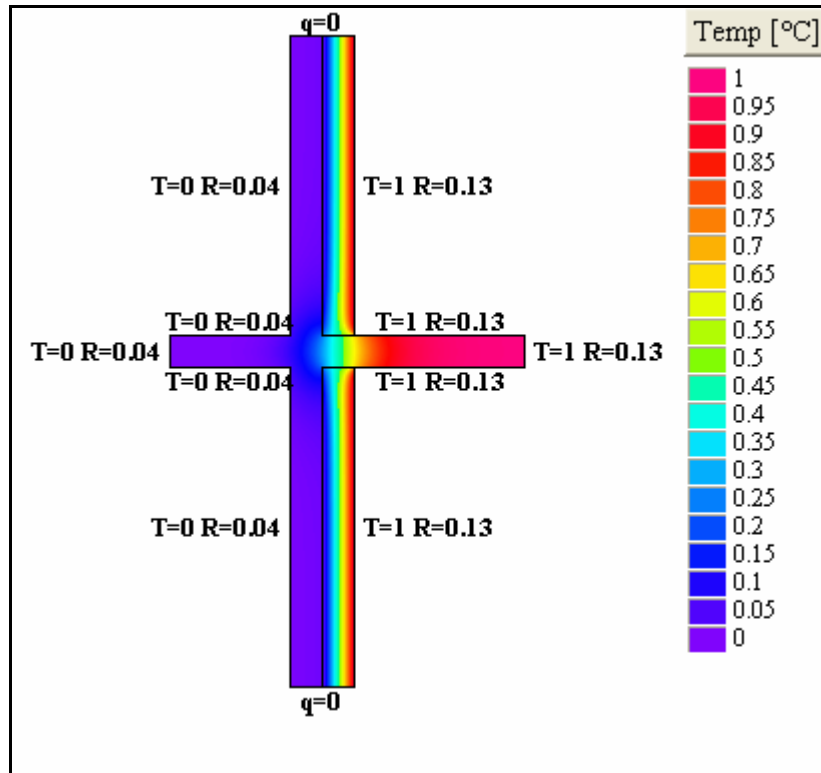


Bild 2. Randbedingungen und berechnete Temperaturverteilung.

HEAT2 erkennt automatisch die Innen- und Außenseiten des Modells.

Die Ergebnisse werden im "Boundary Flows"-Fenster angezeigt, sofern im Menüpunkt "Output" die Option "Calculate thermal bridges (EN ISO 10211-2)" aktiviert wurde. Der thermische Leitwert ( $L^{2D}$ ) ist als Quotient der Summe aller positiven Wärmeströme und der Temperaturdifferenz definiert. Der längenbezogene Wärmebrückenverlustkoeffizient ( $\psi$ ) ergibt sich aus dem thermischen Leitwert abzüglich des Wärmestroms durch die ungestörte Wand über die gesamte Wandhöhe ( $U \cdot L$ ). Außerdem wird der mittlere U-Wert des wärmeübertragenden Bauteils angegeben. Für die inneren und äußeren Oberflächen werden die minimalen/maximalen Temperaturen angezeigt. Am Punkt (x, y) mit der niedrigsten raumseitigen Oberflächentemperatur wird der Temperaturfaktor  $f_{Rsi}$  ermittelt.

Bound	$q$ [W/m <sup>2</sup> ]	$q$ [W/m]	length [m]	BC
2	0.1647	0.3228	1.96	T=1 R=0.13
3	0.4685	0.4873	1.04	T=1 R=0.13
4	0.0175	0.0035	0.2	T=1 R=0.13
5	0.4685	0.4873	1.04	T=1 R=0.13
6	0.1651	0.3038	1.84	T=1 R=0.13
8	-0.3392	-0.624	1.84	T=0 R=0.04
9	-0.2276	-0.1684	0.74	T=0 R=0.04
10	-0.0036	-0.0007	0.2	T=0 R=0.04
11	-0.2276	-0.1684	0.74	T=0 R=0.04
12	-0.3281	-0.6431	1.96	T=0 R=0.04
Sum flows:				0 W/m
Sum pos flows:				1.6046 W/m

THERMAL BRIDGES ACCORDING TO EN ISO 10211:

Thermal coupling coefficient:  
 $L^{2D} = q_{in}/dT = 1.6046/1 = 1.6046$  W/(m·K)

Thermal transmittance coefficient:  
 $\Psi=L^2D-U_{1D}*L=1.6046-0.1586*4= 0.9702 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Average U-value for section:  
 $U_{avr}=U_{1D}+\Psi/L=0.4012 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Horizontal cut-off planes found.

One-dimensional U-values at cut-off planes [W/(m<sup>2</sup>·K)]:

	exact	calc	error(%)
lower boundary:	0.1586	0.1587	<0.5
upper boundary:	0.1586	0.1587	<0.5

Extreme temperatures and temperature factor f\_Rsi:  
Indoor Min: 0.6629°C f\_Rsi=f\_0.13=0.6629 at (x, y)=(1.14, 1.96)  
Max: 0.9979°C  
Outdoor Min: 0.0001°C  
Max: 0.0648°C  
Indoor boundaries : 2 3 4 5 6  
Outdoor boundaries: 8 9 10 11 12

Für die Schnittebenen wird von HEAT2 der exakte (eindimensionale) und der numerisch berechnete U-Wert angegeben. Im vorliegenden Fall betrifft dies die Grenzen 1 (unten) und 7 (oben). Befindet sich die Schnittebene zu dicht am zentralen Element der Wärmebrücke, führt dies zu einer Abweichung zwischen dem exakten und dem numerisch berechneten U-Wert. Dies kann zu falschen Ergebnissen, z.B. beim  $\psi$ -Wert, führen.

Der Abstand zwischen den Schnittebenen und dem zentralen Element sollte nach EN ISO 10211 in der Regel mindestens 1 m betragen.

## 2.2 Nicht parallele Schnittebenen

Bild 3 zeigt eine Ecke mit Außendämmung. Die raumseitigen Grenzen sind mit 2 - 3 und die äußeren mit 5 - 8 bezeichnet. Die Schnittebenen (1 und 4) sind nicht parallel und besitzen unterschiedliche U-Werte. Bild 4 zeigt die Randbedingungen und die berechnete Temperaturverteilung.

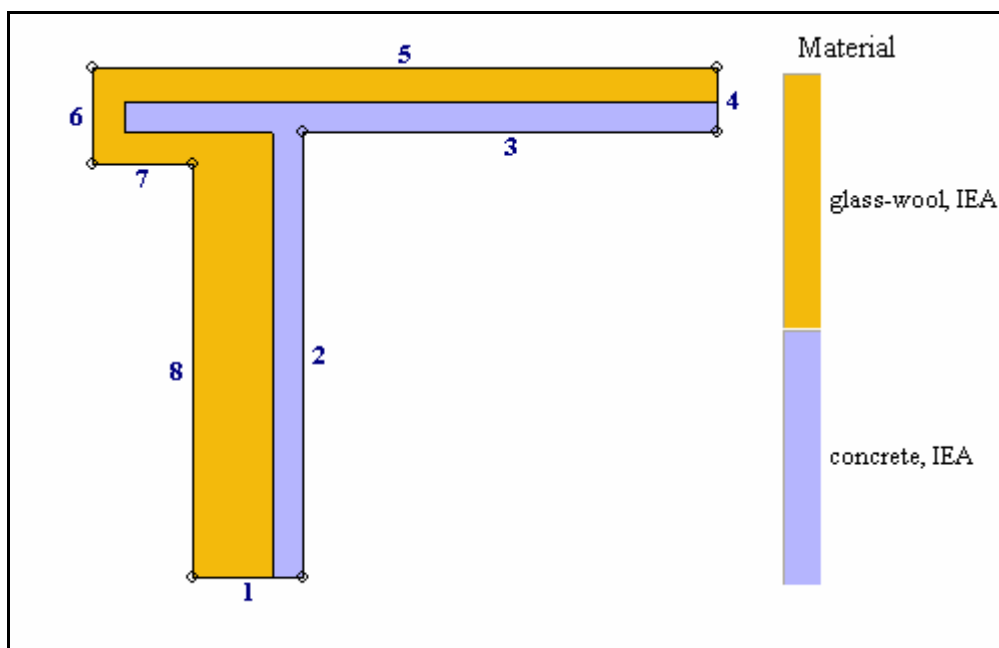


Bild 3: Ecke mit Außendämmung.

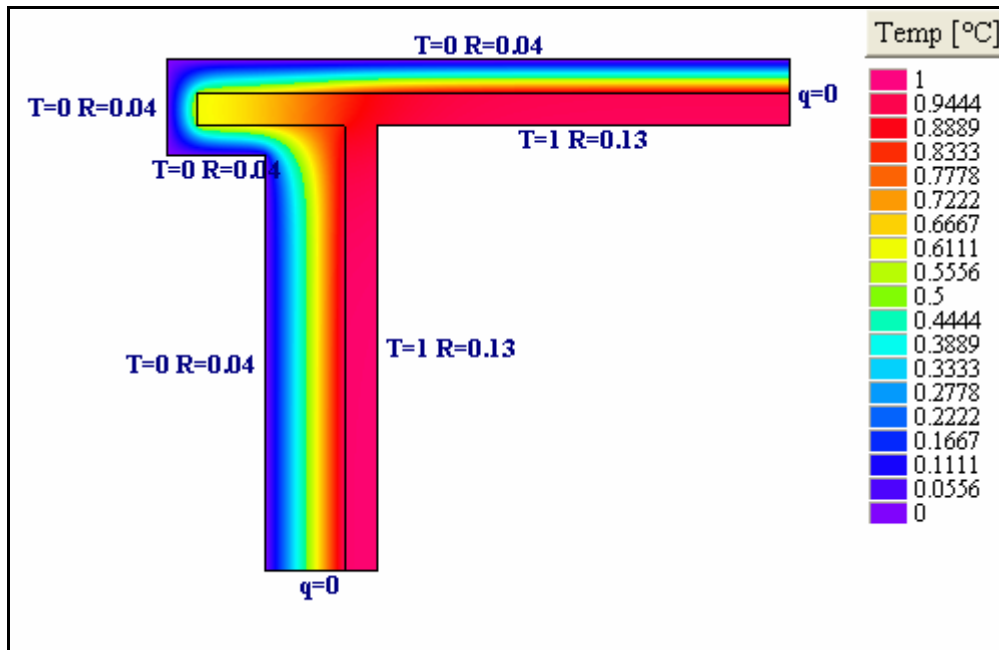


Bild 4. Randbedingungen und berechnete Temperaturverteilung.

Im "Boundary Flows"-Fenster werden die nachfolgenden Berechnungsergebnisse angezeigt. Der Wärmebrückenverlustkoeffizient  $\psi$  wird nach EN ISO 10211 auf der Grundlage der inneren bzw. äußeren Abmessungen ermittelt, siehe Bild 5. Der innenmaßbezogene Wert ergibt sich über die Länge  $1,44 + 1,34 = 2,78$  m zu  $\psi_i = 0,2124$  W/(m·K). Die äußere Länge beträgt  $(0,36 + 1,34) + (1,44 + 0,21) = 3,35$  m. Daraus ergibt sich  $\psi_e = 0,0847$  W/(m·K).

Der Temperaturfaktor  $f_{Rsi}$  beträgt für den kältesten Punkt der raumseitigen Oberfläche 0,9042 (in der Ecke).

Bound	q [W/m <sup>2</sup> ]	q [W/m]	length [m]	BC
2	0.2102	0.3027	1.44	T=1 R=0.13
3	0.348	0.4663	1.34	T=1 R=0.13
5	-0.25	-0.505	2.02	T=0 R=0.04
6	-0.1034	-0.0321	0.31	T=0 R=0.04
7	-0.1774	-0.0568	0.32	T=0 R=0.04
8	-0.1306	-0.175	1.34	T=0 R=0.04
Sum flows:		0.0001 W/m		
Sum pos flows:		0.769 W/m		

THERMAL BRIDGES ACCORDING TO EN ISO 10211:

Thermal coupling coefficient:

$$L^{2D} = q_{in}/dT = 0.769/1 = 0.769 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$$

Corner found with both horizontal and vertical cut-off planes.

Internal and external lengths are not the same:

$L(i) = 1.44 + 1.34 = 2.78$  m gives thermal transmittance coefficient:

$$\Psi(i) = L^{2D} - U_1 \cdot L_1 - U_2 \cdot L_2 = 0.769 - 0.1237 \cdot 1.44 - 0.2825 \cdot 1.34 = 0.2124 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$$

$$\text{Average U-value: } U_{avr}(i) = (U_1 \cdot L_1 + U_2 \cdot L_2 + \Psi(i)) / L(i) = 0.2766 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

$L(e) = 1.65 + 1.7 = 3.35$  m gives thermal transmittance coefficient:

$$\Psi(e) = L^{2D} - U_1 \cdot L_1 - U_2 \cdot L_2 = 0.769 - 0.1237 \cdot 1.65 - 0.2825 \cdot 1.7 = 0.0847 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$$

$$\text{Average U-value: } U_{avr}(e) = (U_1 \cdot L_1 + U_2 \cdot L_2 + \Psi(e)) / L(e) = 0.2295 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

One-dimensional U-values at cut-off planes [W/(m<sup>2</sup>·K)]:



	exact	calc	error(%)
lower boundary:	0.1237	0.1241	<0.5
right boundary:	0.2825	0.2829	<0.5

Extreme temperatures and temperature factor  $f_{Rsi}$ :

Indoor Min: 0.9042°C  $f_{Rsi}=f_{0.13}=0.9042$  at (x, y)=(0.68, 1.44)  
 Max: 0.9838°C  
 Outdoor Min:-0.0010°C  
 Max: 0.0571°C  
 Indoor boundaries : 2 3  
 Outdoor boundaries: 5 6 7 8

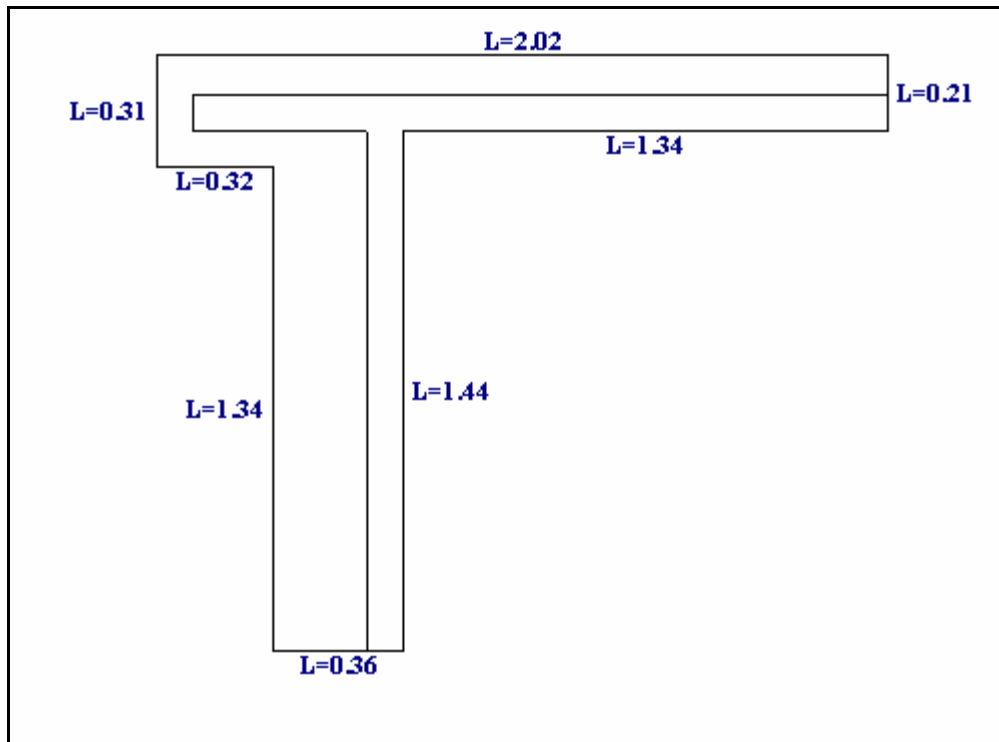
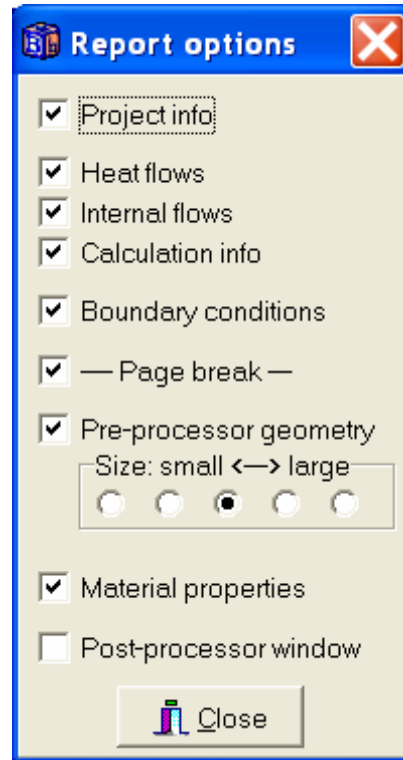


Bild 5: Längen der Randsegmente.

### 3. Report Generator

Der Report-Generator erzeugt ein druckbares Dokument (Bericht), wahlweise mit Texten und Bildern mit den Projektdaten sowie den Ein- und Ausgabedaten, siehe Menüpunkt "Output/Report preview F2". Bild 6 zeigt die für den Report verfügbaren Optionen (Menüpunkt "Output/Report options").



- Projektinfo
- Wärmeströme
- Interne Wärmeströme <sup>\*)</sup>
- Berechnungsinfo
- Randbedingungen
- Seitenumbruch
- Preprozessor-Fenster, Geometrie  
Größe: klein ← → groß
- Materialkennwerte
- Postprozessor-Fenster

<sup>\*)</sup> nur bei internen Modifikationen

Bild 6: Reportoptionen.

Ein Reportbeispiel ist nachfolgend dargestellt (ohne Grafiken).

HEAT2 report: ISO2

Input file: ISO2.DAT (\*.H2P), last saved on 9/2/2003 9:01:00 PM

Project info:

Boundary flows	Bound	q [W/m <sup>2</sup> ]	q [W/m]	length [m]	BC
	2	0.2102	0.3027	1.44	T=1 R=0.13
	3	0.348	0.4663	1.34	T=1 R=0.13
	5	-0.25	-0.505	2.02	T=0 R=0.04
	6	-0.1034	-0.0321	0.31	T=0 R=0.04
	7	-0.1774	-0.0568	0.32	T=0 R=0.04
	8	-0.1306	-0.175	1.34	T=0 R=0.04
Sum flows:		0.0001 W/m			
Sum pos flows:		0.769 W/m			

THERMAL BRIDGES ACCORDING TO EN ISO 10211:

Thermal coupling coefficient:  
 $L^{2D} = q_{in} / dT = 0.769 / 1 = 0.769 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

Corner found with both horizontal and vertical cut-off planes.  
 Internal and external lengths are not the same:

$L(i) = 1.44 + 1.34 = 2.78 \text{ m}$  gives thermal transmittance coefficient:  
 $\Psi(i) = L^{2D} - U_1 \cdot L_1 - U_2 \cdot L_2 = 0.769 - 0.1237 \cdot 1.44 - 0.2825 \cdot 1.34 = 0.2124 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

Average U-value:  $U_{avr}(i)=(U_1*L1+U_2*L2+Psi(i))/L(i)=0.2766 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

$L(e)=1.65+1.7=3.35 \text{ m}$  gives thermal transmittance coefficient:

$Psi(e)=L^2D-U_1*L1-U_2*L2=0.769-0.1237*1.65-0.2825*1.7=0.0847 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Average U-value:  $U_{avr}(e)=(U_1*L1+U_2*L2+Psi(e))/L(e)=0.2295 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

One-dimensional U-values at cut-off planes [ $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$ ]:

	exact	calc	error(%)
lower boundary:	0.1237	0.1241	<0.5
right boundary:	0.2825	0.2829	<0.5

Extreme temperatures and temperature factor  $f_{Rsi}$ :

Indoor Min:  $0.9042^\circ\text{C}$   $f_{Rsi}=f_{0.13}=0.9042$  at  $(x, y)=(0.68, 1.44)$

Max:  $0.9838^\circ\text{C}$

Outdoor Min:  $-0.0010^\circ\text{C}$

Max:  $0.0571^\circ\text{C}$

Indoor boundaries : 2 3

Outdoor boundaries: 5 6 7 8

Calculation:

Steady-state simulation, 10898 iterations

Stable time step: 0.8902 s

Determined at cell (88,108)  $(dx,dy)=(0.0032,0.0019)$

Number of cells: 17664 ( $N_x=197, N_y=161$ )

Boundary conditions:

3 types

$q=0 \text{ W/m}$

$T=1^\circ\text{C}, R=0.13 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$

$T=0^\circ\text{C}, R=0.04 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$

Materials:

	Lx	Ly	C
	[ $\text{W/(m}\cdot\text{K)}$ ]	[ $\text{W/(m}\cdot\text{K)}$ ]	[ $\text{MJ/(m}^3\cdot\text{K)}$ ]
glass-wool, IEA	0.033	0.033	0.062
concrete, IEA	2.7	2.7	1.83

Report generated 2/2003 9:30 PM HEAT2 version 6.0

## 4. Movie Maker

### 4.1 Erzeugen eines Films

Der sogenannte Movie-Maker ermöglicht das Aufzeichnen von grafischen Ausgabedaten wie Temperaturfeldern, Isothermen oder Wärmeströmen und die Erzeugung eines Standard-AVI-Files. Das AVI-File kann entweder unkomprimiert gespeichert werden (hohe Qualität) oder aber komprimiert werden (geringere Qualität, dafür aber geringere Dateigröße, z.B. für den eMail-Versand).

Bild 6 zeigt das Rekorder- und Abspielfenster (siehe Menüpunkt "Output/Movie recorder/player").

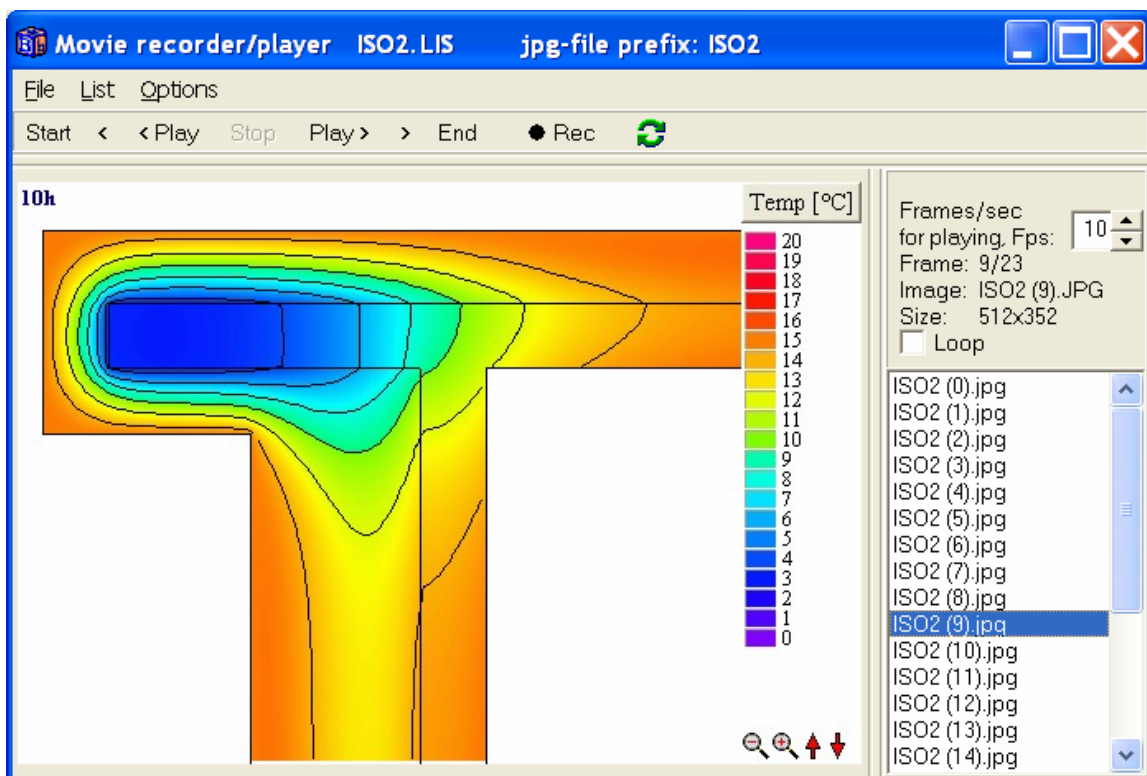


Bild 6: Movie-Rekorder und -Abspielfenster.

Ein Film wird durch eine Folge (Liste) von JPG-Files definiert. Für die Liste wird zuerst ein Dateiname gewählt. Bild 6 zeigt eine mit "ISO2.LIS" bezeichnete Liste. Die LIS-Datei (\*.LIS) kann abgespeichert bzw. wieder geöffnet werden.

Der Movie-Rekorder zeichnet bei jedem Bildschirm-Update den Inhalt des Postprozessorfensters auf. Das Updatintervall ist im Menüpunkt "Solve/Update interval" definiert. Die Bilder werden gesammelt und auf der Festplatte als JPG-Files mit dem Dateinamen des LIS-Files und einer fortlaufenden Nummerierung gespeichert (siehe Bild 6, rechts). Das LIS-File selbst ist nur eine Text-Datei mit den Bezeichnungen der JPG-Files:

```
ISO2 (0).jpg  
ISO2 (1).jpg  
ISO2 (2).jpg  
ISO2 (3).jpg  
...
```

Alle JPG-Files und das zugehörige LIS-File müssen sich im gleichen Dateiordner befinden.

Das Erzeugen eines Films beinhaltet folgende Schritte:

1. Vorbereiten des gewünschten Bildinhalts im Postprozessor (z.B. Zoomen des geometrischen Modells / Anzeige von Temperaturen und Isothermen / Skalierung usw.). Beachten Sie die Fenstergröße des Postprozessors: Je größer das Fenster ist, desto größer wird auch das Filmfenster und damit auch das AVI-File.
2. Bei instationären (transienten) Berechnungen kann die Simulationszeit in der linken oberen Ecke des Postprozessors angezeigt werden (Menüpunkt "Options/Show simulation time").
3. Wählen des gewünschten Updateintervalls (Menüpunkt "Solve/Update interval").
4. Öffnen des Movie-Rekorders (Menüpunkt "Output/Movie recorder/player"). Geben Sie über den Menüpunkt File/new einen Namen für das LIS-File ein. Tip: Speichern Sie das LIS-File im HEAT2-Ordner "Movie". Wenn sehr viele JPG-Files erzeugt werden, kann es sinnvoll sein die Daten außerhalb des HEAT2-Ordners zu speichern.
5. Start der Aufzeichnung mit der Schaltfläche "REC" (im Aufzeichnungsmodus ändert sich die Farbe auf Rot). Beachten sie, daß jetzt die Größe des Postprozessor-Fensters nicht mehr verändert werden kann (Voraussetzung für den Export ins AVI-Format). Starten Sie die Simulation. Die Bilder werden jetzt aufgezeichnet. Um die Aufzeichnung zu stoppen, drücken Sie wieder auf die Schaltfläche REC.
6. Jetzt kann der Film mit der Schaltfläche "Play" abgespielt werden. Aktivieren Sie die "Loop"-Box, wenn der Film in einer kontinuierlichen Schleife abgespielt werden soll.
7. Vergessen Sie nicht die LIS-Datei zu speichern. Die JPG-Files sind bereits gespeichert.

Die Bildfrequenz (frames per second FPS) beim Abspielen kann auf der rechten Seite des Rekorder- und Abspielfensters eingestellt werden. Beachten Sie, daß die Wiedergabegeschwindigkeit von der Leistung Ihres Computers und Ihrer Grafikkarte abhängig ist.

Hinweis: Befindet sich bei der Bildaufzeichnung bereits eine JPG-Datei mit dem gleichen Dateinamen auf der Festplatte, wird die Datei nicht überschrieben sondern es wird ein neuer Dateiname vergeben. Existiert z.B. bereits eine Datei ISO2 (4).jpg, wird die neue Datei gespeichert unter ISO2 (4\_1).jpg und ebenfalls der Liste hinzugefügt.

## 4.2 Erzeugen eines AVI-Files

Ein aufgezeichneter Film kann in ein AVI-File exportiert werden. Der Export ist in unterschiedlichen Formaten und Komprimierungsqualitäten möglich. Er kann unkomprimiert (in hoher Qualität) oder komprimiert erfolgen (niedrigere Qualität, dafür aber geringere Dateigröße), siehe Bild 7. Alle Formate sind mit den übliche AVI-Playern (z.B. Microsoft's Windows Media Player) abspielbar. Auch HEAT2 beinhaltet einen einfachen AVI-Player (Menüpunkt "Output/AVI-player").

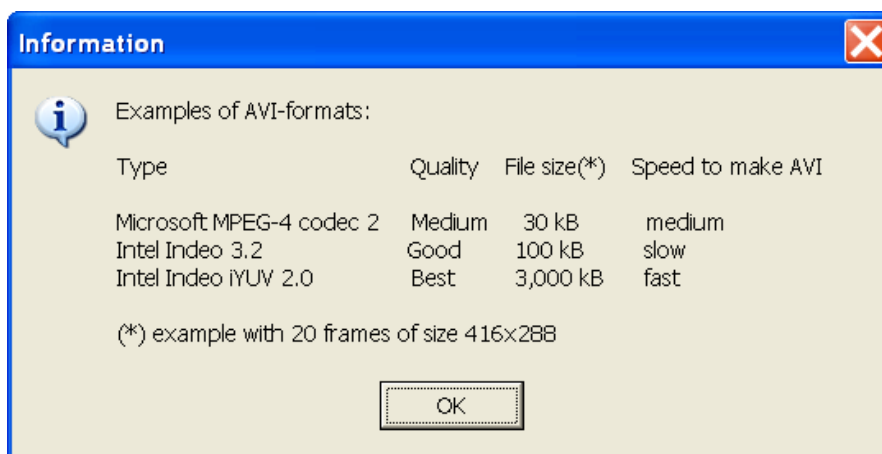


Bild 7: Beispiele für AVI-Formate.

Das Umwandeln eines Films in ein AVI-File erfolgt über den Menüpunkt "File/Export to AVI ..." im Movie-Rekorder. Beachten Sie, daß die Bildfrequenz (FPS) das AVI-File beim Abspielen beeinflusst.

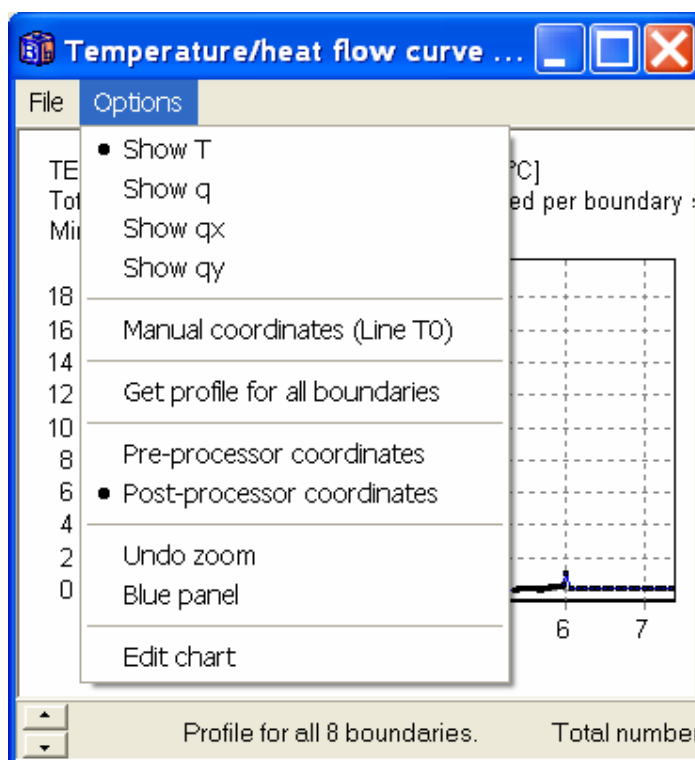
Hinweis: Einige AVI-Format können möglicherweise aufgrund des Betriebssystems oder der Größe der JPG-Files nicht erzeugt oder dargestellt werden. Wählen Sie in diesem Fall ein anders Format.

## 5. Temperatur- bzw. Wärmestromprofile

Es ist jetzt möglich, für im Preprozessor willkürlich positionierte Geraden den Temperaturverlauf (oder die Wärmestromdichte) zu berechnen und grafisch darzustellen. Die Anzahl der Temperaturprofile ist nicht beschränkt. Die erzeugten Diagramme bzw. Tabellen können ausgedruckt oder in unterschiedliche Formate exportiert werden (Text, Excel, HTML, XML, Metafile, Bitmap). Es kann auch ein Profil (Diagramm) mit den Oberflächentemperaturen aller Modellgrenzen erzeugt werden.

### 5.1 Darstellungsoptionen

Durch Aktivieren von "Temperature along line/boundaries" unter dem Menüpunkt "Output" wird das Diagrammfenster "Temperature/heat flow curve ..." angezeigt. Bild 8 zeigt verfügbaren Darstellungsoptionen.



- Darstellung T
- Darstellung q
- Darstellung qx
- Darstellung qy
- Manuelle Koordinaten (Linie T0)
- Zeige Profile für alle Grenzen
- Preprozessor-Koordinaten
- Postprozessor-Koordinaten
- Rückgängig Zoom
- Blauer Hintergrund
- Diagramm bearbeiten

Bild 8: Darstellungsoptionen für Temperatur/Wärmestromprofile

### 5.2 Profil über alle Modellgrenzen (Oberflächen)

Betrachten wir die Option "Get profile for all boundaries". Bild 9 zeigt die berechneten Oberflächentemperaturen für das Detail Ecke mit Außendämmung nach Bild 3. Die Raumtemperatur beträgt dabei 20 °C und die Außentemperatur 0 °C. In Bild 10 sind die ermittelten Wärmestromdichten (jeweils senkrecht zu den 8 Randsegmenten) dargestellt.

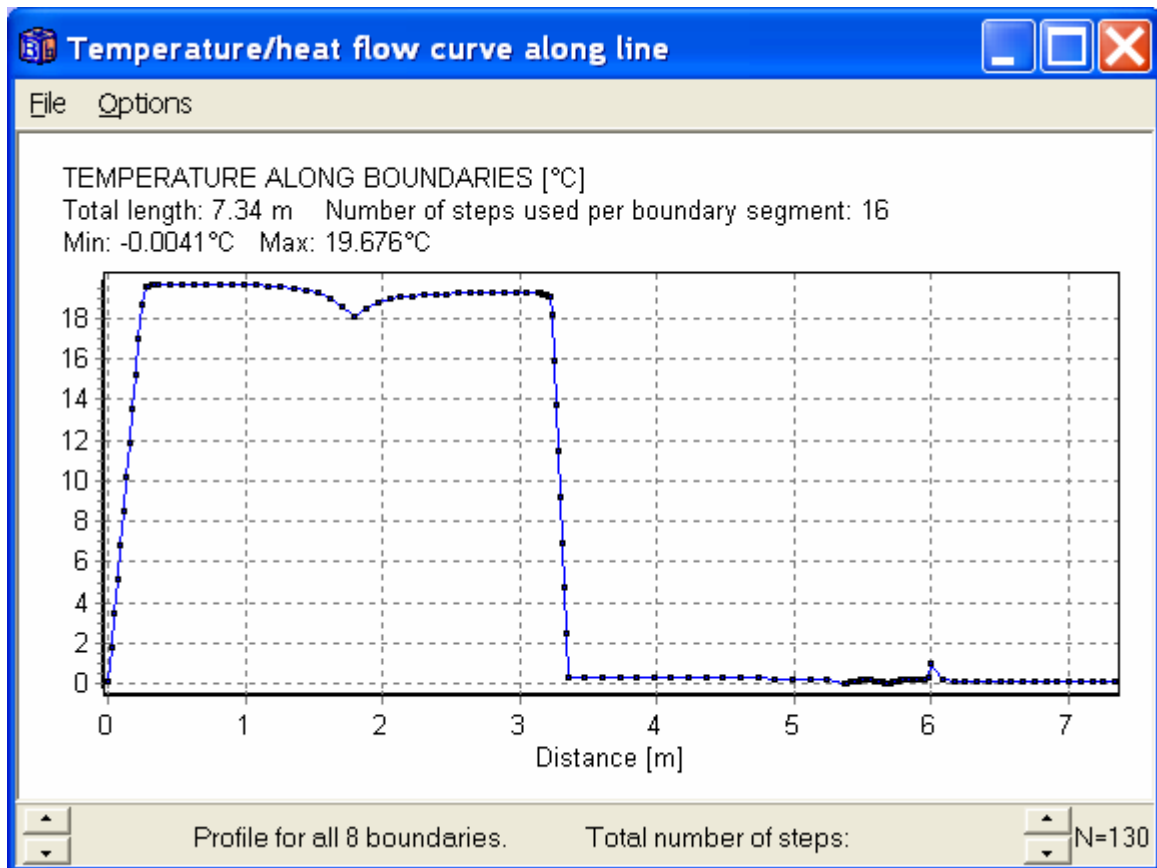


Bild 9: Oberflächentemperaturen über die 8 Randsegmente für das Berechnungsbeispiel nach Bild 3.

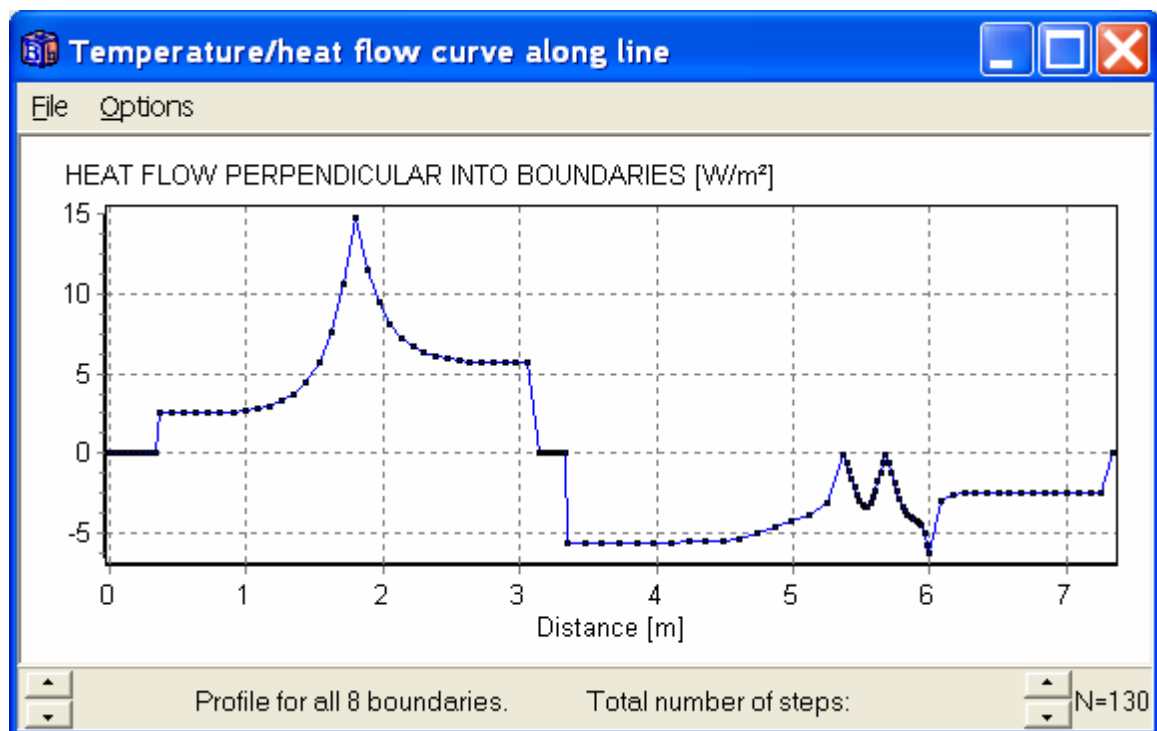


Bild 10: Wärmestromdichten, senkrecht zu den 8 Randsegmenten.

### 5.3 Zeichnen von Temperaturprofilen im Preprozessor

Der Preprozessor wurde durch ein neues Werkzeug zum Zeichnen von sogenannten "Temperaturlinien" ergänzt (siehe Werkzeugleiste, drittes Werkzeug von rechts). Damit können willkürliche Geraden eingefügt werden, für die anschließend der Temperaturverlauf (oder die Wärmestromdichte) in einem Diagramm dargestellt wird. Das Beispiel in Bild 11 enthält zwei Temperaturlinien. Bild 12 zeigt das Temperaturprofil entlang der Linie 1. Durch Drücken der Nach oben/Nach unten - Pfeile in der linken unteren Ecke des Diagrammfensters kann zur Linie 2 gewechselt werden.

Die angegebenen Koordinaten können sich entweder auf die Preprozessor- oder auf die Postprozessor-Koordinaten beziehen, siehe Darstellungsoptionen in Bild 8.

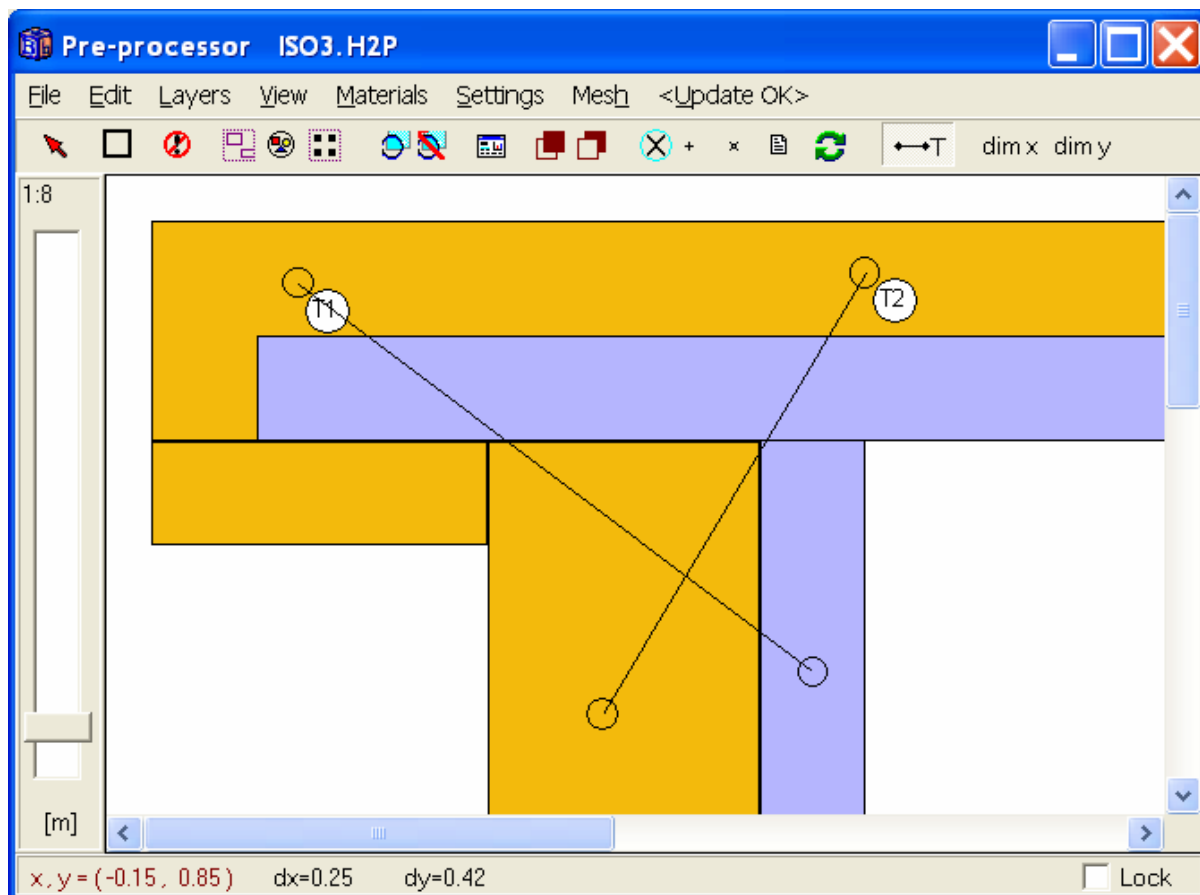


Bild 11: Zwei Temperaturlinien, gezeichnet im Preprozessor.

### 5.4 Zeichnen von Temperaturlinien mit Hilfe manueller Koordinaten

Es ist auch möglich, die Koordinaten der Temperaturlinien manuell einzugeben. Diese Möglichkeit muß genutzt werden, wenn das geometrische Modell nur durch Text-Eingaben definiert wurde. Ein weitere Anwendungsfall ergibt sich, wenn die im Preprozessor definierten Abmessungen nachträglich mit der Texteingabe (unter "Input/Mesh in x-dir/y-dir") geändert werden (Beispiel: erdberührtes Bauteil, bei dem das einbezogene Erdreich nachträglich mit der Texteingabe vergrößert wird). In diesen Fällen können nur die Postprozessor-Koordinaten verwendet werden, siehe Bild 13.



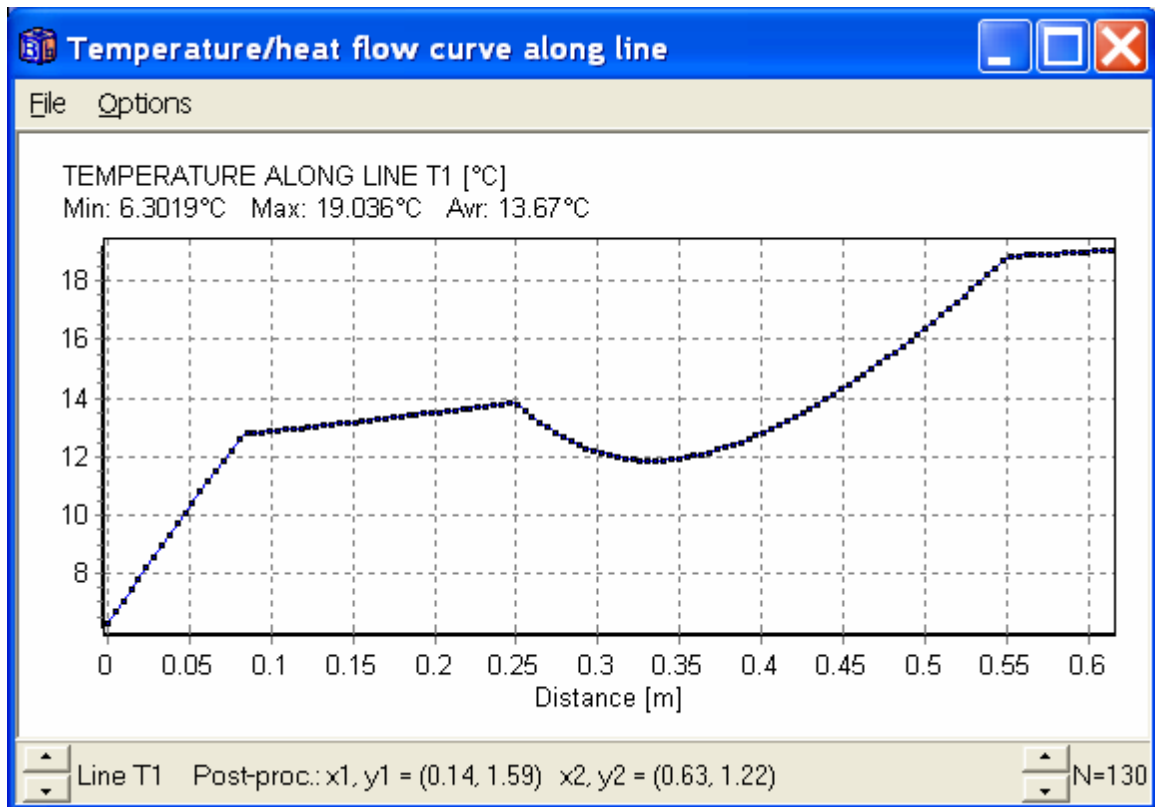


Bild 12: Temperaturprofil entlang der Linie 1.

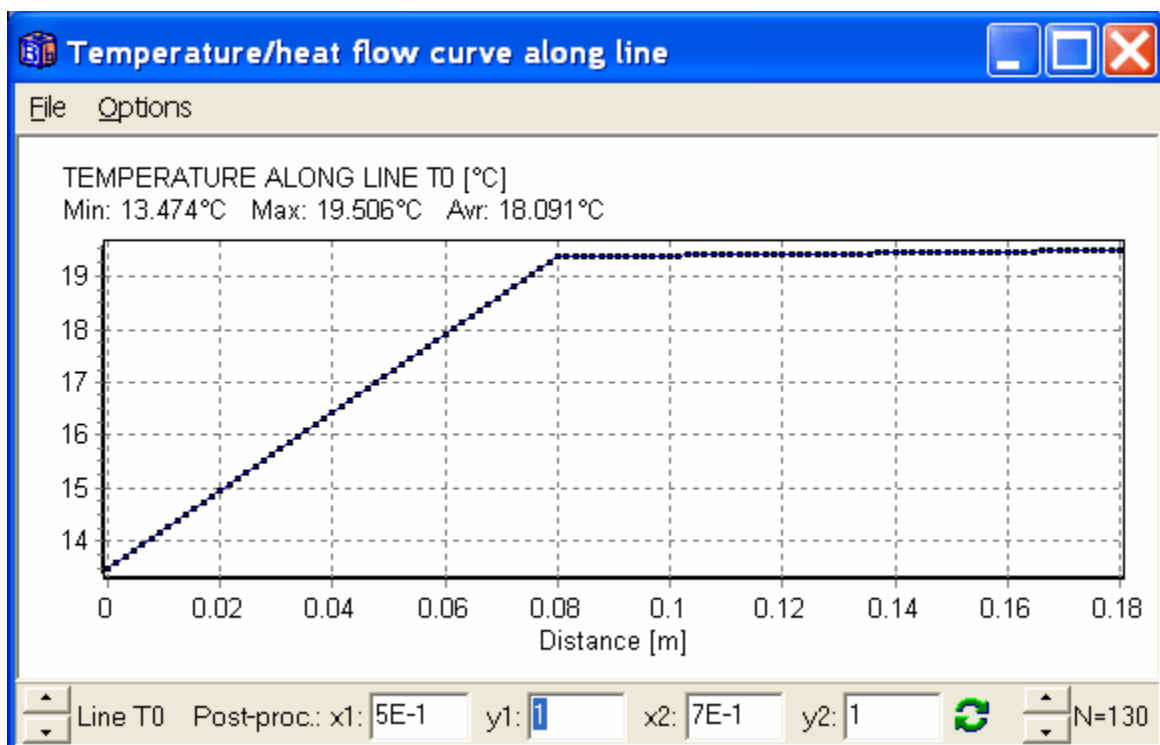


Bild 13: Temperaturprofil entlang einer manuell eingegebenen Linie, bezeichnet mit T0.

## 6. Expansives Berechnungsnetz

### 6.1 Werkzeug "expansion point"

Ein expansives Berechnungsnetz kann jetzt im Preprozessor mit Hilfe des "expansion point"-Werkzeugs (X) einfacher erzeugt werden, siehe Bild 14. In diesem Beispiel wurde ein expansion point in der Ecke plaziert. Bild 15 zeigt ein equidistantes Berechnungsnetz (oben) und das durch den expansion point definierte expansive Netz (unten).

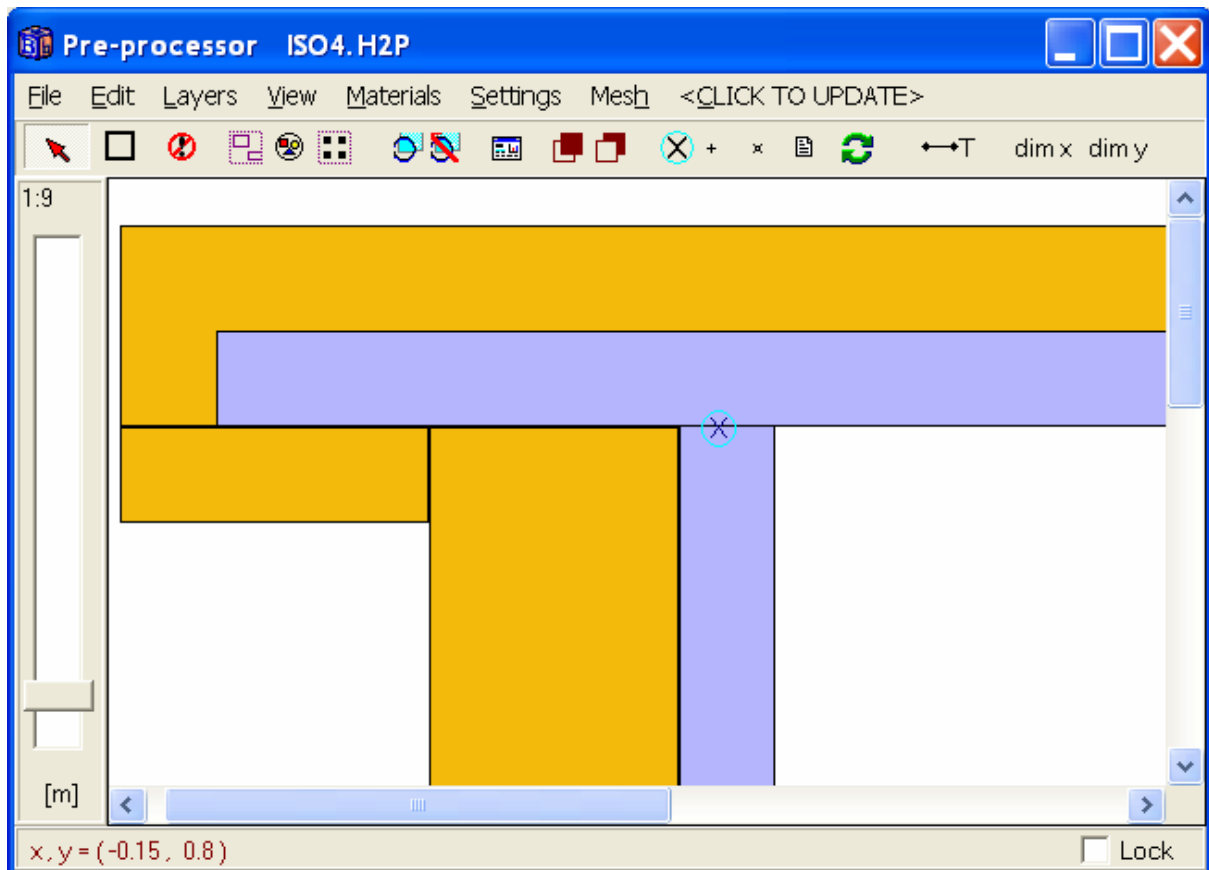


Bild 14: "expansion point"-Werkzeug im Preprozessor.

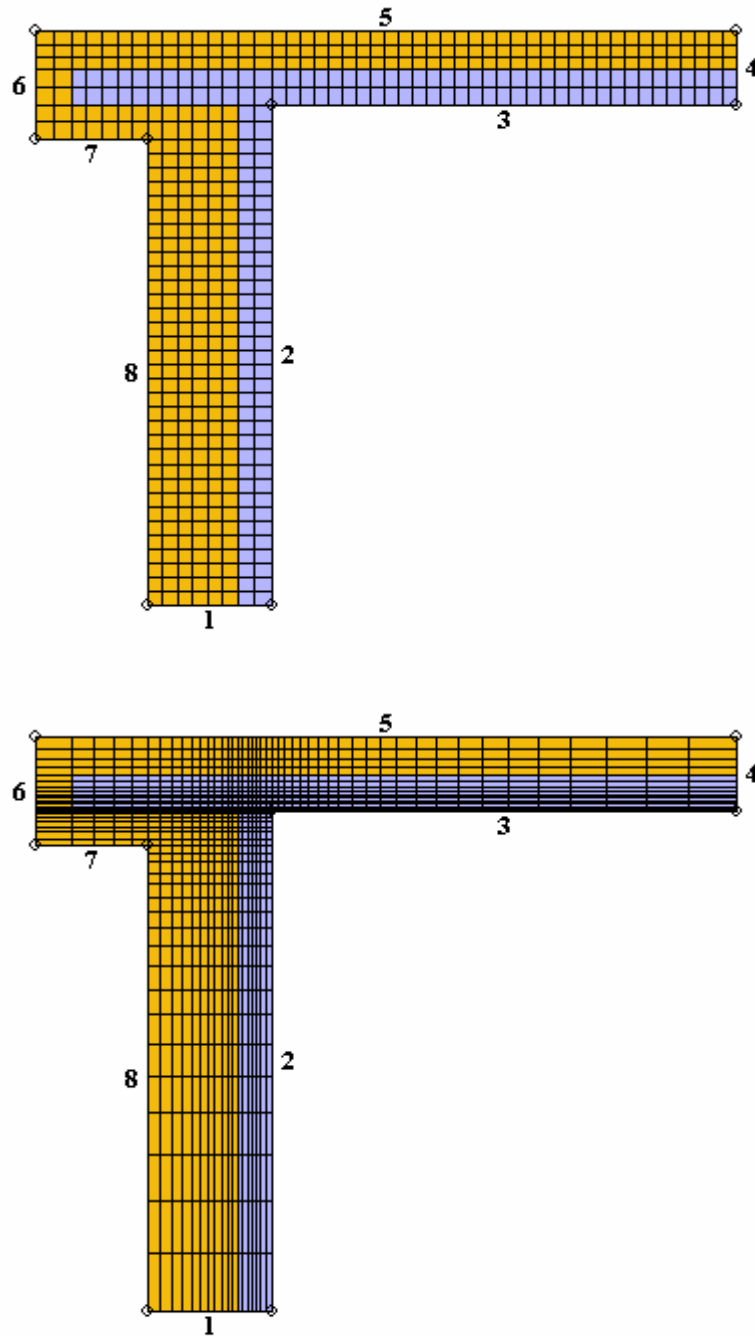


Bild 15: Equidistantes Berechnungsnetz (oben) und expansives Netz (unten).

## 6.2 Dialogfenster für das Berechnungsnetz

Bild 16 zeigt das neue Dialogfenster für die Erstellung des Berechnungsnetzes. Das Fenster wird im Preprozessor über den Menüpunkt "Mesh" geöffnet. Es können hier auch die Daten für den expansion point definiert werden.

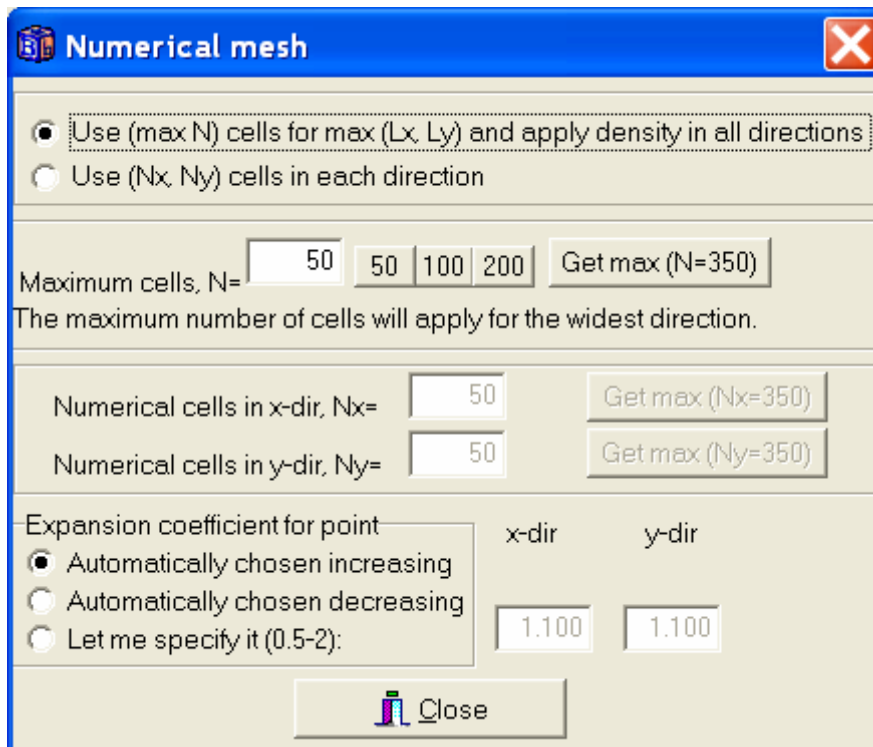


Bild 16. Dialogfenster für das Berechnungsnetz.

## 7. Werkzeug "boundary splitter"

Auf alle Randsegmente können im Preprozessor sogenannte "boundary split points" (  $\times$  ) gesetzt werden. Dies ermöglicht die Aufteilung von geraden Randsegmenten in mehrere Teilsegmente, denen anschließend unterschiedliche Randbedingungen zugeordnet werden können.

Bild 17 zeigt ein Beispiel mit vier split points. In Bild 18 ist resultierende Nummerierung der Randsegmente dargestellt. Für alle Segmente können die Randbedingungen frei gewählt werden (z.B. unterschiedliche Wärmeübergangswiderstände).

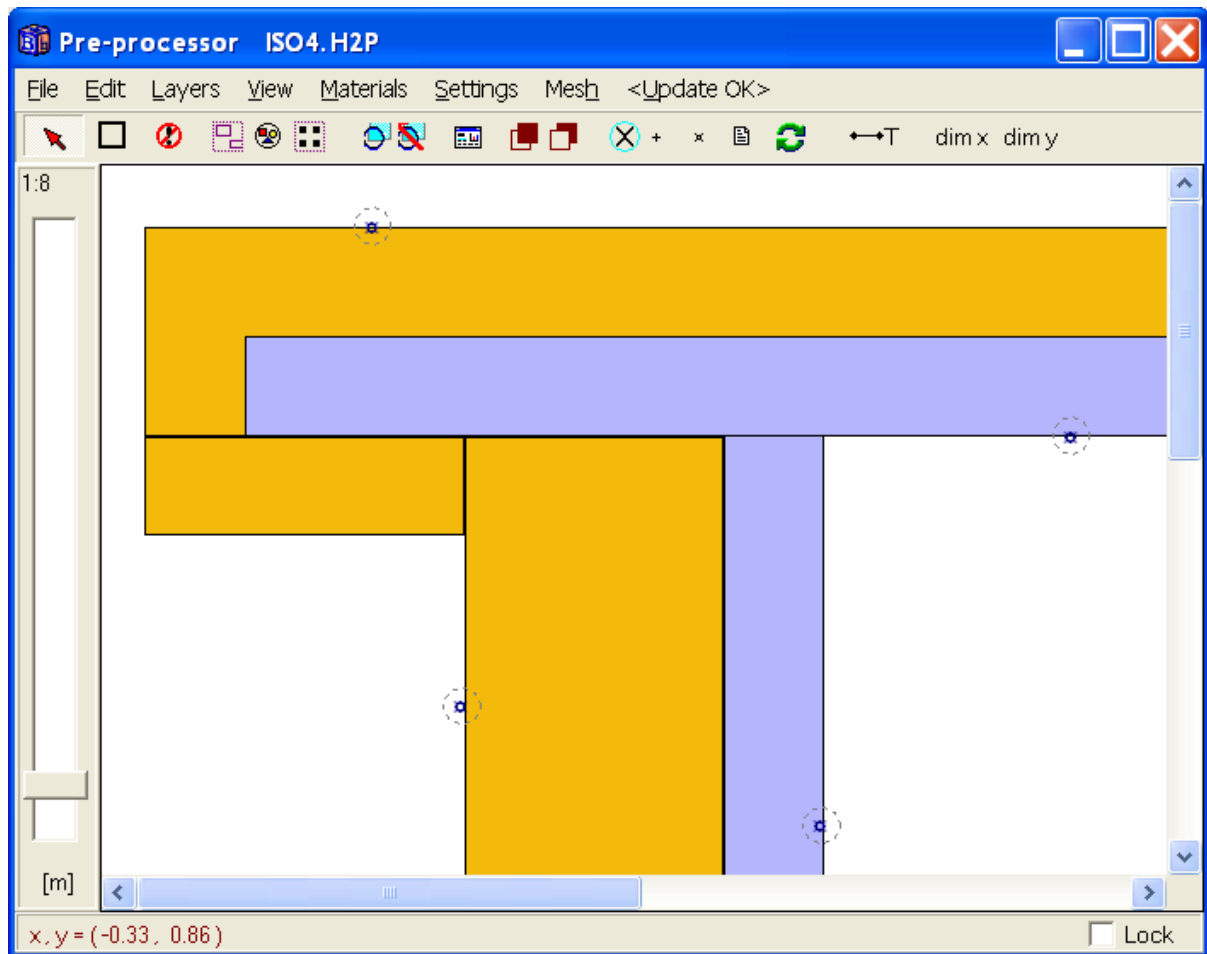


Bild 17: Vier split points, eingefügt mit dem boundary split-Werkzeug (6. Werkzeug von rechts).

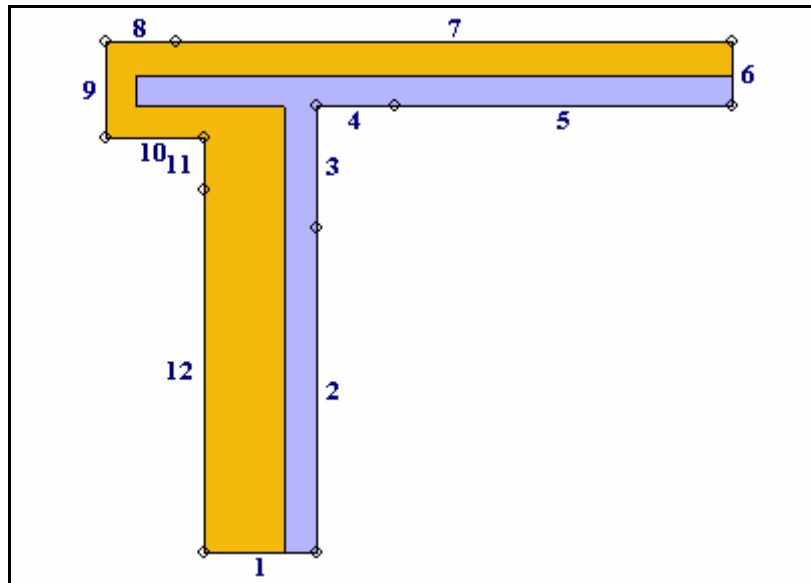


Bild 18: Resultierende Nummerierung der Randsegmente.

## 8. Verbesserungen der Materialdatenbank

### 8.1 Hierarchische Gliederung

Im Materialdatenfenster wurde eine Suchfunktion für Baustoffe ergänzt. Außerdem können jetzt bei der Materialauswahlliste neben der Materialbezeichnung auch die thermischen Eigenschaften direkt angezeigt werden (siehe Kontrollkästchen "Show data" in Bild 19).

Weiterhin erhielt die Materialdatenbank eine hierarchische Gliederung mit zwei Ebenen, siehe Bild 18.

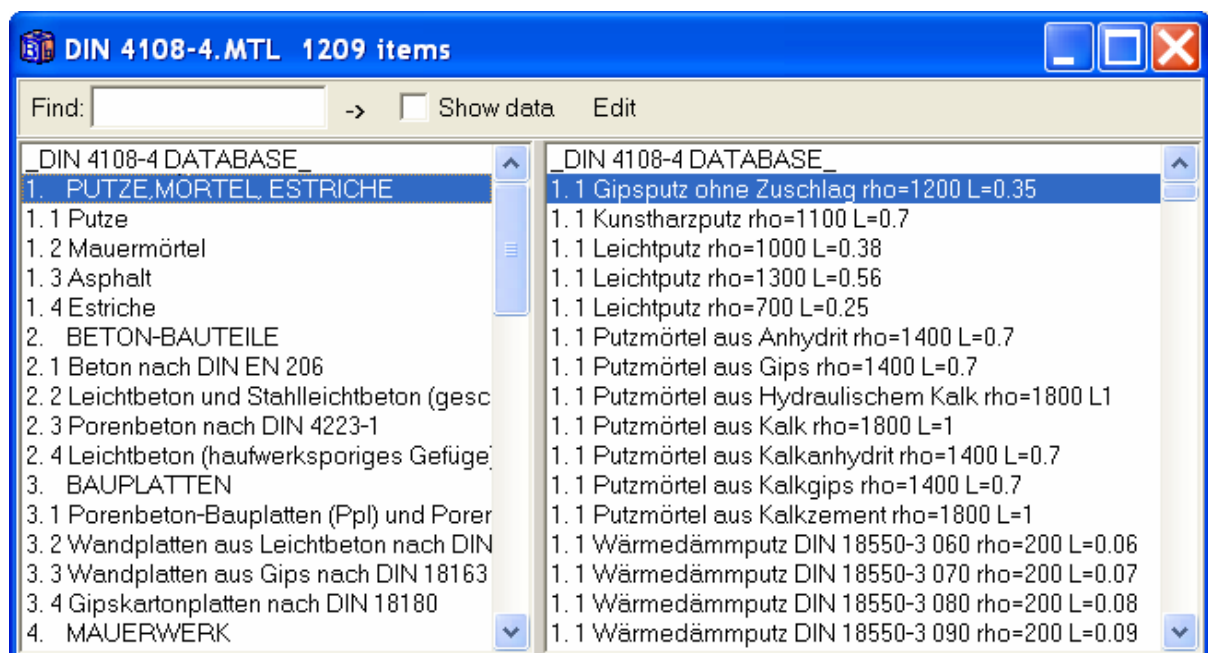


Bild 19: Hierarchische Gliederung der Materialdatenbank mit zwei Ebenen.

Eine hierarchische Gliederung mit einer Hauptgruppe (siehe linke Spalte in Bild 18) kann nach folgenden Regeln erzeugt werden:

1. In der ersten Zeile der normalen Materialdatei wird ein Verweis auf die entsprechende Indexdatei mit der Gliederung "\_MeinIndexFile\_" hergestellt, wobei der Text mit "\_" beginnen und enden muß. In Bild 19 erfolgt in der Materialdatei DIN 4108-4.MTL ein Verweis auf "\_DIN 4108-4 DATABASE\_", siehe erste Zeile in der linken Spalte.
2. Die Indexdatei ist eine Textdatei mit einer nummerierten Gliederung, Beispieldatei "\_DIN 4108-4 DATABASE\_.txt" siehe unten.
3. Um den Bezug zur Gliederung herzustellen, müssen die Materialnamen in der normalen Materialdatei mit den zugehörigen Nummerierungen aus der Gliederung ergänzt werden (z.B. "1. 1 Leichtputz rho=1000 L=0.38").

\_DIN 4108-4 DATABASE\_.txt:

```
-----
_DIN 4108-4 DATABASE_
1. PUTZE,MÖRTEL, ESTRICHE
1. 1 Putze
1. 2 Mauermörtel
1. 3 Asphalt
1. 4 Estriche
2. BETON-BAUTEILE
2. 1 Beton nach DIN EN 206
2. 2 Leichtbeton und Stahlleichtbeton (geschlossenes Gefüge) nach DIN EN 206 und
DIN 1045-1
2. 3 Porenbeton nach DIN 4223-1
2. 4 Leichtbeton (haufwerksporiges Gefüge)
3. BAUPLATTEN
3. 1 Porenbeton-Bauplatten (Ppl) und Porenbeton-Planplatten (Pppl) nach DIN 4166
3. 2 Wandplatten aus Leichtbeton nach DIN 18162
3. 3 Wandplatten aus Gips nach DIN 18163
3. 4 Gipskartonplatten nach DIN 18180
4. MAUERWERK
4. 1 Mauerwerk aus Mauerziegeln nach DIN 105-1 bis E DIN 105-6
4. 2 Mauerwerk aus Kalksandsteinen nach DIN 106
4. 3 Mauerwerk aus Hüttensteinen nach DIN 398
4. 4 Mauerwerk aus Porenbeton-Plansteinen (PP) nach DIN 4165
4. 5 Mauerwerk aus Betonsteinen
5. WÄRMEDÄMMSTOFFE
5. 1 Mineralwolle nach DIN EN 13162
5. 2 Expandierter Polystyrolschaum nach DIN EN 13163
5. 3 Extrudierter Polystyrolschaum nach DIN EN 13164
5. 4 Polyurethan-Hartschaum nach DIN EN 13165
5. 5 Phenolharz-Hartschaum nach DIN EN 13166
5. 6 Schaumglas nach DIN EN 13167
5. 7 Holzwolleleichtbauplatten nach DIN EN 13168
5. 8 Blähperlit nach DIN EN 13169
5. 9 Expandierter Kork nach DIN EN 13170
5.10 Holzfaserdämmstoff nach DIN EN 13171
6. HOLZ- UND HOLZWERKSTOFFE
7. BELÄGE, ABDICHTSTOFFE UND ABDICHTUNGSBAHNEN
7. 1 Fußbodenbeläge
7. 2 Abdichtstoffe (Dichtungsstoffe, Dichtungen und wärmetechnische Trennungen)
7. 3 Dachbahnen, Dachabdichtungsbahnen
8. SONSTIGE GEBRÄUHLICHE STOFFE
8. 1 Lose Schüttungen, abgedeckt
8. 2 Fliesen
8. 3 Glas
8. 4 Natursteine
8. 5 Lehmbaustoffe
8. 6 Böden, naturfeucht
8. 7 Keramik und Glasmosaik
8. 8 Metalle
8. 9 Gummi
8.10 Massive Kunststoffe aus DIN 12524
8.11 Gase aus DIN 12524
8.12 Wasser aus DIN 12524
8.13 Dachziegelsteine aus DIN 12524
```

Wird eine Materialdatei (\*.mtl) geöffnet und besitzt sie in der ersten Zeile einen gültigen Verweis auf eine Indexdatei, wird die Indexdatei (\*.txt) mit der Gliederung in der linken Spalte geöffnet. Beide Dateien müssen die gleichen Nummerierungen verwenden, um den Bezug herzustellen (z.B. "1.10"). Beachten Sie, daß unter Umständen Leerzeichen eingefügt werden müssen, um die Daten in der richtigen Reihenfolge anzuzeigen ("5.10" steht nach "5. 1").

## 8.2 Standard-Materialdatenbank

Die von HEAT2 beim Programmstart verwendete Standard-Materialdatenbank ist in der ersten Zeile der Datei "Default\_MTL\_Filename.txt" festgelegt. Die Standardeinstellung kann wie folgt geändert werden:

1. Öffnen Sie die Datei "Default\_MTL\_Filename.txt" mit einem Editor.
2. Schreiben Sie die gewünschte Materialdatei in die erste Zeile, z.B. "DIN 4108-4.mtl".

Beispiel für den Inhalt der Datei "Default\_MTL\_Filename.txt":

```
DIN 4108-4.mtl
Default.mtl
General.mtl
DIN no cap.MTL
```

Die Standard-Materialdatei ist in diesem Fall DIN 4108-4.mtl.

## 9. Erhöhung verschiedener Feldbegrenzungen

Die Größe verschiedener Datenfeldbegrenzungen wurde wie folgt erhöht:

Die maximale Anzahl der Berechnungsknoten wurde von 62.500 (250·250) auf 122.500 (350·350) verdoppelt.

Die maximale Anzahl von Rechtecken, die zur Beschreibung der Geometrie im Preprozessor gezeichnet werden können, wurde von 250 auf 500 erhöht.

Die maximale Anzahl von Randsegmenten mit unterschiedlichen Randbedingungen wurde von 250 auf 500 erhöht.

Die maximale Anzahl der Oberflächenelemente bei der Berechnung von Strahlung in Hohlräumen wurde von 250 auf 500 erhöht.

## 10. Weitere Änderungen

Es wurde eine Vielzahl kleinerer Verbesserungen durchgeführt. Die wichtigsten sind:

### 10.1 Verbesserungen des Preprozessors

Es wurden verschiedene Verbesserungen am Preprozessor vorgenommen. Die wichtigsten sind:

- Vermaßungswerkzeug zur Bemaßung der gezeichneten Rechtecke
- Automatische Zentrierung der Zeichnung bei Nutzung des Werkzeugs "Fit in window"
- Ergänzung eines Werkzeugs zum Rücksetzen in das letzte Zoom-Fenster("Go back to last zoom")



## 10.2 Vorschlag für die Randbedingungen

Für den Fall, daß für ein neu eingegebenes Modell noch keine Randbedingungen definiert wurden (d.h. das Eingabefenster "Input/Boundary conditions" wurde noch nicht geöffnet), schlägt HEAT2 folgende Randbedingungen vor:

Das untere und das obere horizontale Randsegment wird adiabatisch angenommen, d.h. Wärmestrom gleich Null. Allen Randsegmenten dazwischen wird auf der linken Seite  $T=0$ ,  $R=0.04$  und auf der rechten Seite  $T=1$ ,  $R=0.13$  zugeordnet.

Wurde das Eingabefenster "Input/Boundary conditions" einmal geöffnet, werden keine weiteren Vorschläge mehr vorgenommen. Falls erforderlich, kann das Vorschlagen von Randbedingungen über den Menüpunkt "Settings/Update now and guess boundary conditions" im Preprozessor wieder aktiviert werden. Sobald das Eingabefenster "Boundary conditions" geöffnet wird, ist das Vorschlagen wieder deaktiviert.

## 10.3 Verschiedenes

- Neues Design der "file open/save"-Dialogfelder im XP-Stil
- Neue Routinen für eine genauere Interpolation der internen Temperaturen bzw. Oberflächentemperaturen
- Export von Diagrammdateien in unterschiedliche Formate (Text, Excel, HTML, XML, Metafile, Bitmap)
- Größenänderung des Postprozessor-Fensters ohne Aktualisierung des Fensterinhaltes
- Ausgabe der berechneten Wärmeströme mit höherer Genauigkeit im Rekorder (mehr Fließkommastellen)
- Anzeige der Längen der Randsegmente und der Randbedingungen im "Boundary flows"-Fenster
- Neues Dialogfenster für das Reset der Anfangsbedingungen (initial conditions)

Einige Nutzer haben über Probleme mit der Version 5 bezüglich des Einlesens von DAT-Files berichtet (siehe "bug report" auf der Homepage). Der Grund scheint zu sein, daß sich das Dezimaltrennzeichen von "." auf "," geändert hatte. Wir haben die Fehlerursache nicht gefunden. Möglicherweise wurden länderspezifische Einstellungen durch andere Programme oder den Nutzer selbst geändert. Andere Dateitypen, wie zum Beispiel Klimadatenfiles, waren ebenfalls betroffen.

Wir empfehlen folgende schnelle Lösung des Problems: Öffnen Sie das DAT-File mit einem Editor (z.B. Write oder Word) und ersetzen Sie alle "," durch ".".

Version 6 korrigiert automatisch alle falschen Dezimaltrennzeichen (ersetzt die falschen Dezimalzeichen).