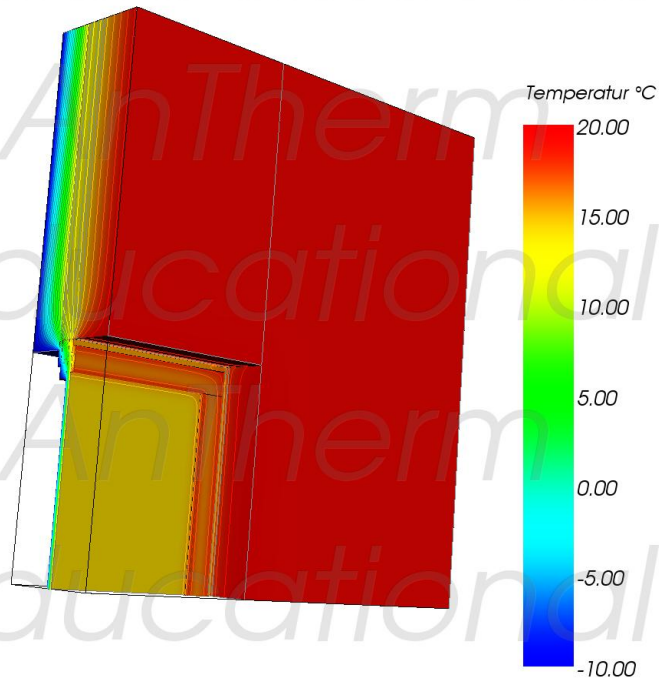


Übungsbeispiel zur Berechnung von 3 dimensionalen
Wärmebrücken mit Hilfe der Software AnTherm© im Rahmen der
Vorlesungsübung

„Dreidimensionale thermische Simulation“

bei Prof. Klaus Krec



AnTherm V.3.65 2008.09.04 © T.Kornicki www.kornicki.com

Bearbeitung: Christoph Ramel 9351484

Ergebnis 3 dimensionale Simulation:

LEITWERTE BERICHT

Anzahl der bilanzierten Zellen: 2389016 (Knotenzahl=19393293)

Thermische Leitwerte [W / K]

Raum\Raum	AUSSEN	INNEN
AUSSEN		1,136109
INNEN	1,136109	

Genauigkeitsangaben

	Schließfehler [W / K]	Leitwert Summe [W / K]	Leitwertbezogener Schließfehler
AUSSEN	2,95630E-12	1,136109	2,60213E-12
INNEN	-2,95630E-12	1,136109	-2,60213E-12

ERGEBNISSE BERICHT

Randbedingungen und resultierende Oberflächentemperaturen/Grenzfeuchten

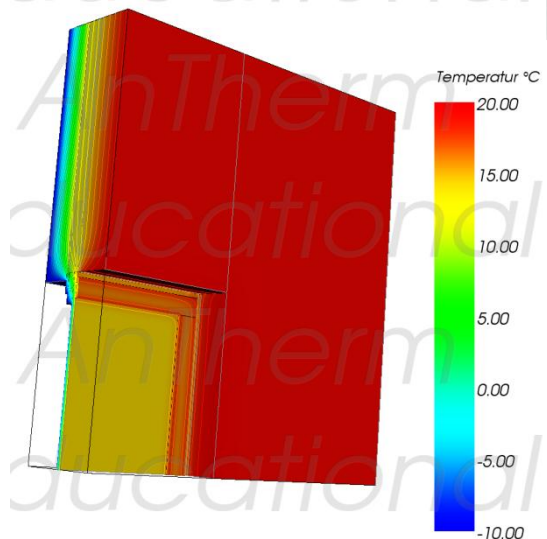
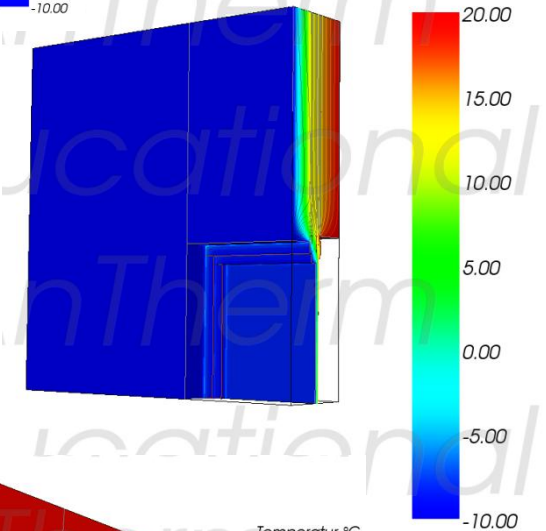
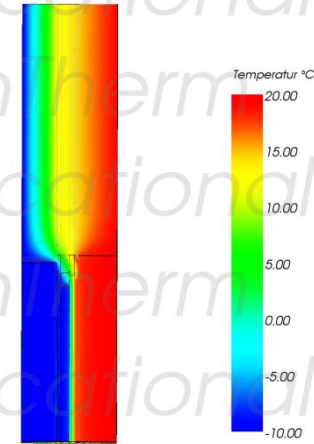
	Raumtemperatur [°C]	min. Temperatur [°C]	max. Temperatur [°C]	Grenzfeuchte [%]	f* _{Rsi}
AUSSEN	-10,00	-10,00	-1,58	100,00	
INNEN	20,00	14,18	19,84	69,17	0,81

Gewichte für den kältesten Oberflächenpunkt eines jeden Raumes

	AUSSEN	INNEN
g (AUSSEN)	0,999886	0,19403
g (INNEN)	0,000114	0,80597

Koordinaten (x,y,z) des kältesten Oberflächenpunktes eines jeden Raumes

	x	y	z	Temp. [°C]	f* _{Rsi}
AUSSEN	380,0000	-390,0000	381,0000	-10,00	
INNEN	780,0000	-390,0000	171,0000	14,18	0,81



Ergebnis der 2 dimensionalen Simulation

LEITWERTE BERICHT

Anzahl der bilanzierten Zellen: 8897 (Knotenzahl 108477)

Thermische Leitwerte [W / K]

Raum\Raum	AUSSEN	INNEN
AUSSEN		1,314035
INNEN	1,314035	

Genauigkeitsangaben

	Schließfehler	Leitwert Summe	Leitwertbezogener
	[W / K]	[W / K]	Schließfehler
AUSSEN	5,94857E-13	1,314035	4,52695E-13
INNEN	-5,94857E-13	1,314035	-4,52695E-13

ERGEBNISSE BERICHT

Randbedingungen und resultierende Oberflächentemperaturen/Grenzfeuchten

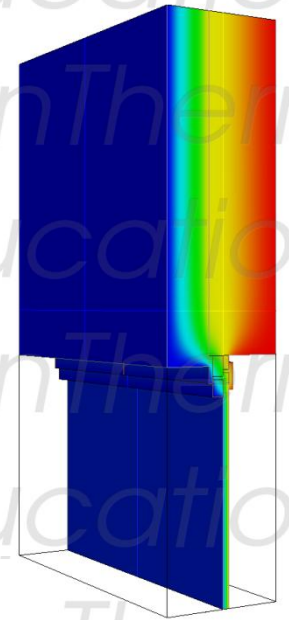
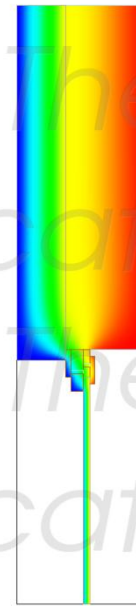
	Raumtemperatur	min. Temperatur	max. Temperatur	Grenzfeuchte	f* _{Rsi}
	[°C]	[°C]	[°C]	[%]	
AUSSEN	-10,00	-10,00	-5,73	100,00	
INNEN	20,00	14,18	19,83	69,17	0,81

Gewichte für den kältesten Oberflächenpunkt eines jeden Raumes

	AUSSEN	INNEN
g (AUSSEN)	0,999857	0,19403
g (INNEN)	0,000143	0,80597

Koordinaten (x,y,z) des kältesten Oberflächenpunktes eines jeden Raumes

	x	y	z	Temp. [°C]	f* _{Rsi}
AUSSEN	-140,0000	-30,0000		-10,00	
INNEN	70,0000	-670,0000		14,18	0,81



Vergleich der Beiden Ergebnisse

Um den U-Wert des Rahmens berechnen zu können, wurde noch ein vereinfachtes 2 dimensionales Modell entwickelt, ohne Wand.

Berechnung Rahmen - U - Wert

$$L^{2D} = (\text{Ergebnis aus Antherm - Rahmen U}) \quad \boxed{1,087022} \quad [\text{W/mK}]$$

Dämmstoffplatte (Glaserersatz):

$$d_i = 0,02 \quad [\text{m}]$$

$$\lambda_i = 0,04 \quad [\text{W/mK}]$$

$$U_i = 1 / (R_{si} + d_i / \lambda_i + R_{se}) = \boxed{1,492537313} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (R_{se} = 0,04, R_{si} = 0,13)$$

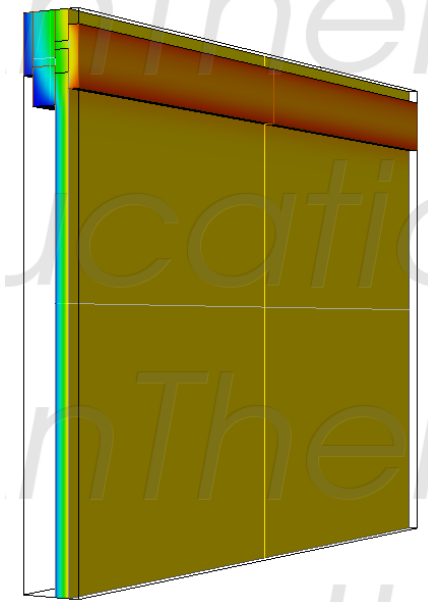
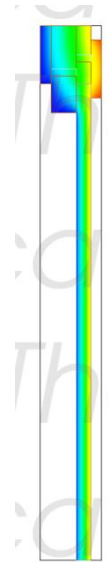
$$h_i = 0,62 \quad [\text{m}]$$

$$L^{2D}_i = U_i * h_i = \boxed{0,925373134} \quad [\text{W/mK}]$$

$$\rightarrow L^{2D}_f = L^{2D} - L^{2D}_i = 0,161648866 \quad [\text{W/mK}]$$

$$h_f = 0,12 \quad [\text{m}]$$

$$\Rightarrow U_f = L^{2D}_f / h_f = \boxed{1,347073881} \quad [\text{W/m}^2\text{K}]$$



Berechnung des Ψ - Wertes: Ψ_f

Wand:

$$U_w = 1 / (R_{si} + d_1 / \lambda_1 + d_2 / \lambda_2 + R_{se}) = 0,205338809 \text{ [W/m}^2\text{K]} \quad (1=\text{Gasbeton } 0,24; 2=\text{ Dämmschicht } 0,14)$$

$$h_w = 1,03 \text{ [m]}$$

$$L_w = U_w * h_w = 0,211498973 \text{ [W/mK]}$$

Dämmplatte:

$$L_i = 0,925373134 \text{ [W/mK]} \quad (\text{von oben})$$

Rahmen:

$$h_f = 0,09 \text{ [m]} \quad (0,12-0,03 \text{ Dämmungsüberlappung, Sicht von Außen})$$

$$L_f = U_f / h_f = 0,121236649 \text{ [W/mK]}$$

$$L^{2D} = (\text{Ergebnis aus Antherm - 2D-Modell}) = 1,314035 \text{ [W/mK]}$$

$$\Psi_f = L^{2D} - L_w - L_f - L_i = 0,055926243 \text{ [W/mK]}$$

Vergleich mit 3D-Berechnung

Berechnung laut Norm

$$l_f = 0,71 + 0,585 = 1,295 \text{ [m]}$$

$$A_w = 1,74 * 1,625 - 0,71 * 0,585 = 2,41215 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A_i = 0,62 * 0,495 = 0,3069 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A_f = 0,71 * 0,585 - 0,62 * 0,495 = 0,10845 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$L = U_w * A_w + U_f * A_f + U_i * A_i + \Psi_f * l_f = 1,171882357 \text{ [W/K]}$$

$$L^{3D} = (\text{Ergebnis aus Antherm - 3D-Modell}) = 1,136109 \text{ [W/K]}$$

$$\text{Fehler} = L / L^{3D} = 1,03148761 \text{ [1]}$$

$$\Rightarrow 3,14 \text{ [%]}$$

$$\chi = L^{3D} - L = -0,035773357 \text{ [W/K]}$$

Erkenntnis:

Im vorliegenden Fall eines Fensters in einer homogenen Wand, liefert die 2 dimensionale Simulation ein durchaus brauchbares Ergebnis eine Abweichung von **3,14%** im Vergleich zur 3 dimensionalen Simulation ist akzeptabel.