



**DORFF SCHWINN & PARTNER**

## **Berechnungen zur thermischen Wirksamkeit von Heizschleifen in Durisol-Mauerwerk**

Projektnummer: 1803 - 09

Gewerk: Thermische Bauphysik

Architektur: ---

Erstellt: Bonn, den 16.10.2009

Michael Eich



Dipl.-Ing. (FH) O. Schwinn • Dipl.-Ing. (FH) G. Kron  
saSV für Schall- und Wärmeschutz

**BERATENDE INGENIEURE FÜR BAUPHYSIK • BDB** • Partnerschaftsgesellschaft, PR 1272, Amtsgericht Essen  
Kölnstraße 144-146 • 53111 Bonn • Tel.: 0228.969458-0 • Fax: 0228.9637898 • E-Mail: mail@dsp-bonn.de • www.dsp-bonn.de



**Inhaltsverzeichnis**

1	Einleitung .....	1
2	Konstruktionsbeschreibung.....	1
3	Berechnungsgrundlagen .....	2
4	Randbedingungen für die Berechnung .....	4
5	Berechnungsergebnisse .....	4
6	Ergebnisinterpretation .....	5
7	Zusammenfassung.....	7



## **1 Einleitung**

Bei dem Einsatz von Solaranlagen steht man vor dem Problem, dass gerade dann, wenn ein möglichst hoher Energiegewinn der Solaranlage wünschenswert wäre – also im Winter – der Ertrag witterungsbedingt am niedrigsten ist. Nichts desto trotz gibt es Möglichkeiten, dass verringerte Strahlungsangebot in den Übergangs- bzw. Wintermonaten zur Warmwasserproduktion zu nutzen, auch wenn die Erwärmung des Wassers durch eine Solaranlage nicht mehr unbedingt zur Heizungsunterstützung ausreicht. Im vorliegenden Fall soll durch unser Büro untersucht werden, in wie weit die Verlegung von Heizschleifen in einem Außenmauerwerk zur thermischen Verbesserung der Wand beiträgt. Dabei soll davon ausgegangen werden, dass das Warmwasser, das die Heizschleifen durchströmt, durch eine Solaranlage auf eine Temperatur von 25 °C erwärmt worden ist.

## **2 Konstruktionsbeschreibung**

Bei dem Fabrikat Durisol handelt es sich um ein Schalungssystem aus Mantelsteinen, die als Schalung für unbewehrte und bewehrte Ortbetonwände verwendet werden können. Die Mantelsteine bestehen aus Holzspanbeton. Grundlage für unsere Berechnungen ist der Stein Durisol DSS 37,5 mit 13,5 cm Beton- und 16 cm PUR-Dämmkern. Der Aufbau sowie die jeweiligen Maße und Wärmeleitfähigkeiten der verwendeten Materialien sind den Unterlagen entnommen, die uns zur Verfügung gestellt wurden, und ist auf der folgenden Seite als Kopie nochmals abgebildet. Für die Berechnungen wurde die Konstruktion ergänzt um die im Betonkern eingelassenen Heizschleifen entsprechend den Angaben aus dem Prospekt „Durisol-Speicherwand“.

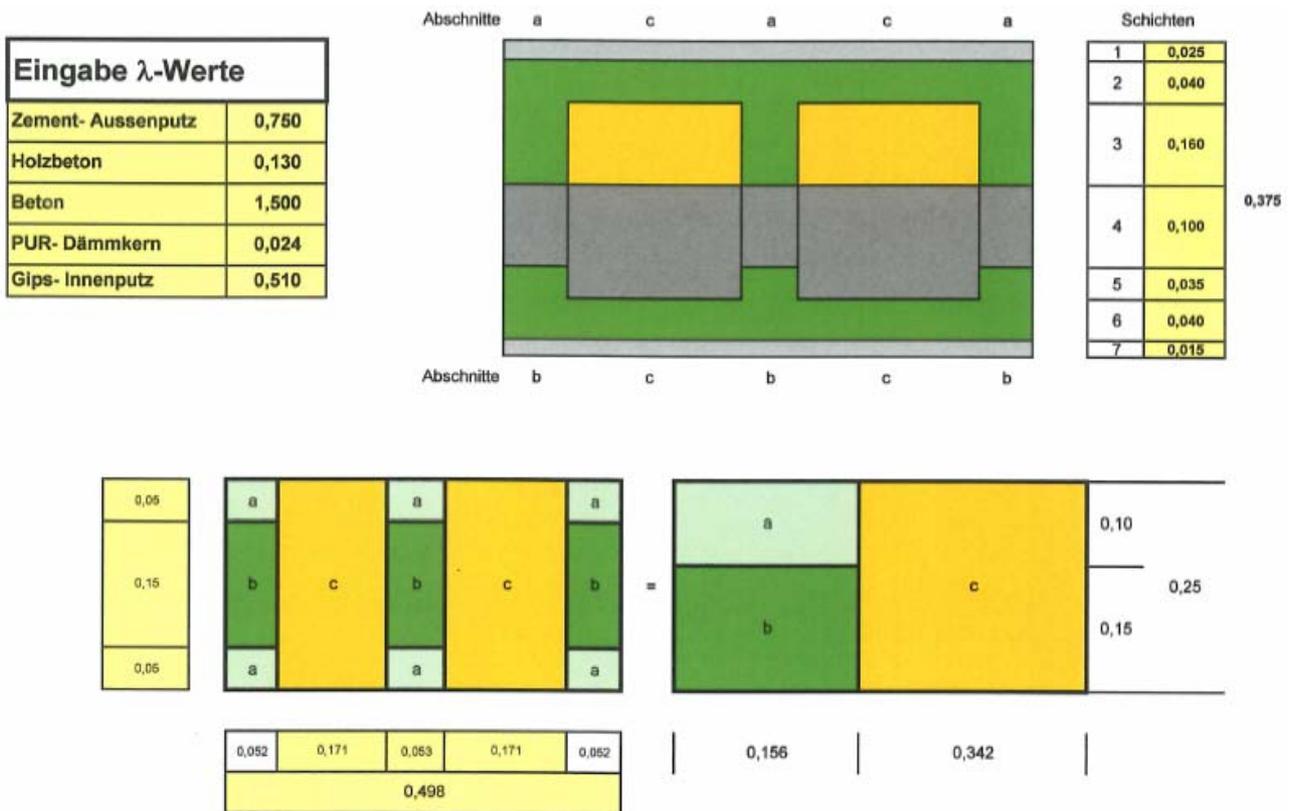


Abb.1: Geometrische und wärmetechnische Kennwerte

### 3 Berechnungsgrundlagen

Zur Berechnung der thermischen Wirksamkeit der Heizschleifen wurde der Stein als Modell entsprechend den Maßen und Angaben zur Wärmeleitfähigkeit aus Abbildung 1 in das dreidimensionale Wärmebrückenprogramm HEAT 3 eingearbeitet. Die entsprechenden Darstellungen sind auszugsweise auf der nächsten Seite dargestellt.

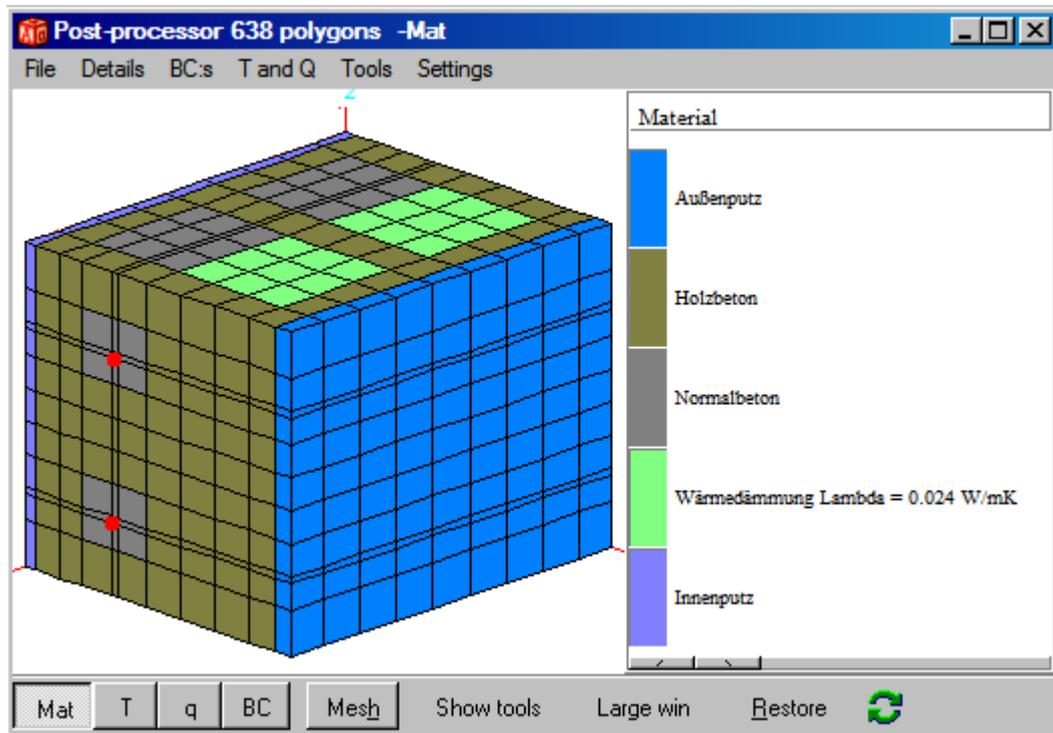


Abb. 2: Isometrische Ansicht mit Legende

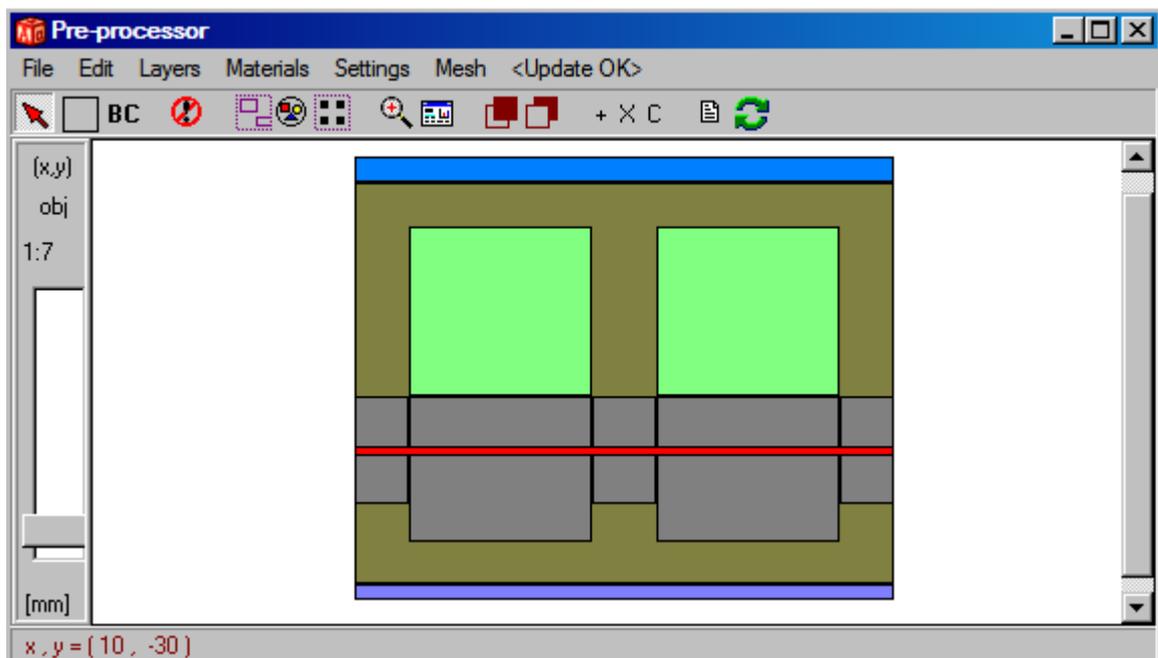


Abb. 3: Horizontalschnitt durch Ebene der Heizschleifen



#### 4 Randbedingungen für die Berechnung

Als Temperaturrandbedingungen für die Simulationsberechnung wurde von  $-10\text{ °C}$  Außentemperatur und  $20\text{ °C}$  Innentemperatur ausgegangen. Die Wärmeübergangswiderstände wurden mit  $R_{se} = 0,04\text{ m}^2\text{W/K}$  und  $R_{si} = 0,13\text{ m}^2\text{K/W}$  berücksichtigt. Es werden stationäre Randbedingungen angenommen.

#### 5 Berechnungsergebnisse

Die Berechnungsergebnisse sind nachfolgend wiedergegeben.

##### Wärmeströme und Temperaturen ohne Heizschleifen

Set	Q [W]	q [W/m²]	Tmin	Tmax	Details
1	1.8758	7.5032	18.968	19.142	
2	-1.8758	-7.5031	-9.775	-9.5772	
Sum int Q=0.0006 W					
Heat flow through surfaces of BC type:					
2:	1.8758 W				
3:	-1.8758 W				
Net heat flow through sets = 3.2E-5 W					
Absolute heat flow through sets = 3.7516 W					
Box with heat source:					
1			Tmin=15.453	Tmax=15.772	Q=0 W
2			Tmin=15.453	Tmax=15.773	Q=0 W

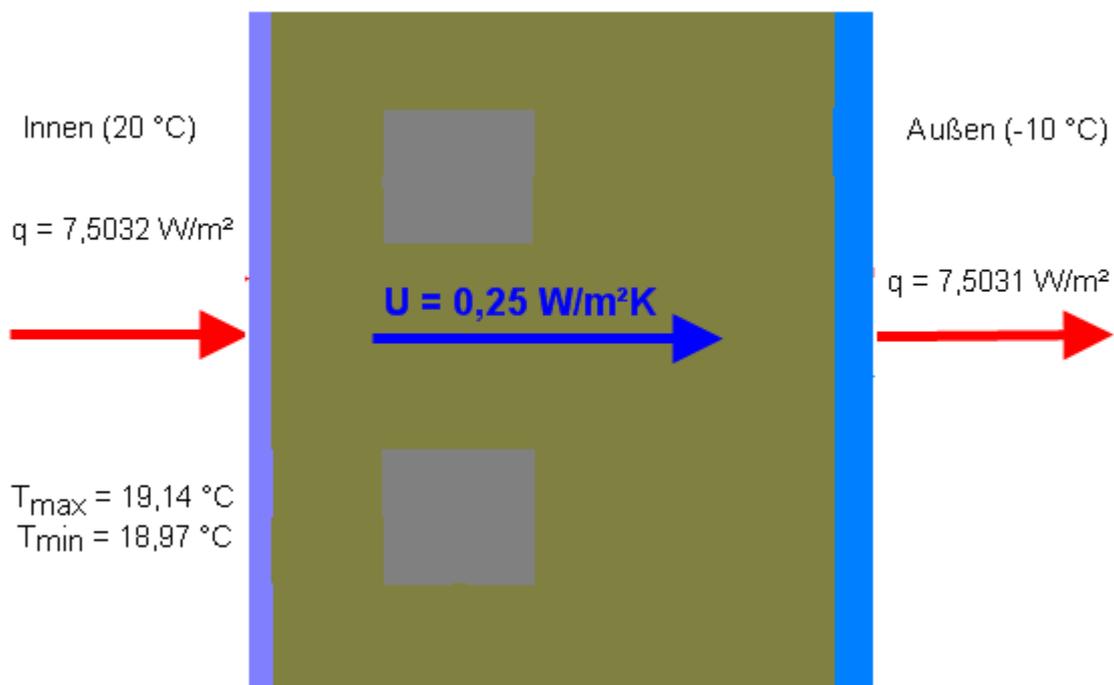
##### Wärmeströme und Temperaturen mit Heizschleifen, Wassertemperatur 24 °C

Set	Q [W]	q [W/m²]	Tmin	Tmax	Details
1	-1.2044	-4.8174	20.525	20.681	
2	-2.3956	-9.5824	-9.713	-9.459	
Sum int Q=0.0006 W					
Heat flow through surfaces of BC type:					
2:	-1.2044 W				
3:	-2.3956 W				
Net heat flow through sets = 3.1E-5 W					
Absolute heat flow through sets = 3.6 W					
Box with heat source:					
1			Tmin=23.919	Tmax=24.026	Q=1.8 W
2			Tmin=23.901	Tmax=24.01	Q=1.8 W

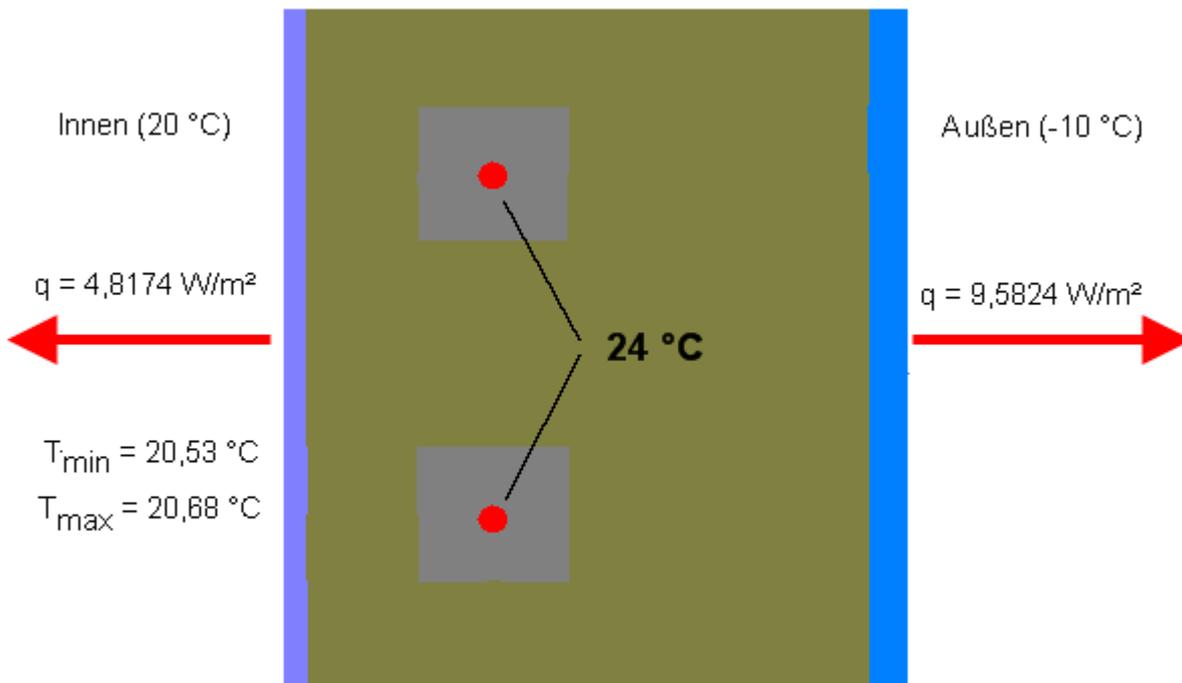


## 6 Ergebnisinterpretation

Für die Berechnung ohne Heizschleifen lässt sich ein U-Wert für die Konstruktion aus den Wärmeströmen ableiten. Die Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenlufttemperatur beträgt 30 Kelvin, der Wärmestrom durch die Außenoberfläche  $7,5032 \text{ W/m}^2$ . Damit ergibt sich rechnerisch ein Wärmedurchgangskoeffizient von  $U = 7,5031 \text{ W/m}^2 / 30 \text{ K} = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Der Sachverhalt stellt sich vereinfacht somit wie folgt dar:



Anders verhält es sich für den Fall, dass die Wand mit einer Heizschleife versehen wird, da sich hier die Richtung des Wärmestroms durch die Wandinnenoberfläche umdreht: Wärme strömt nicht mehr aus dem Raum durch die Wand nach draußen, sondern aus der Wand in den Raum. Die Berechnung des U-Wertes über die Wärmeströme scheitert hier an der Definition des Wärmedurchgangskoeffizienten.



Im Prinzip lässt sich der Fall mit Heizschleifen wie folgt verallgemeinern: Unter der Voraussetzung von stationären Temperaturrandbedingungen (Innentemperatur 20 °C, Außentemperatur -10 °C) erzeugt eine Wärmequelle mit einer konstanten Temperatur von 24 °C bei gegebener Einbausituation einen Wärmestrom in Richtung Außenklima und einen Wärmestrom in Richtung Raumklima.

In der Realität ist es so, dass die Heizung eine gewisse Heizleistung abgeben muss, um die Wärmeverluste an das Außenklima auszugleichen und somit eine konstante Innenraumtemperatur gewährleisten zu können. Der raumwärts gerichtete Wärmestrom reduziert diese erforderliche Heizleistung und trägt somit zu einer Energieeinsparung bei. Wie groß die Einsparung ist, lässt sich jedoch nicht pauschal berechnen, und zwar im Wesentlichen aus folgenden Gründen:

1. Der Außenwand kann kein U-Wert zugeordnet werden, der neben den Transmissionswärmeverlusten auch die Wärmegewinne berücksichtigt (Der U-Wert beschreibt per Definition den Wärmeverlust pro Kelvin Temperaturunterschied bezogen auf 1 m<sup>2</sup> Bauteilfläche. Im vorliegenden Fall müsste der U-Wert also negativ werden).
2. Die Wärmeleistung, die die Wärmequelle abgibt, ist eine Funktion von der Temperaturdifferenz zwischen Außen- und Raumlufttemperatur.



Denkbar wäre hier z.B. folgender Lösungsansatz:

1. Der raumwärts gerichtete Wärmestrom wird unter Berücksichtigung der mittleren monatlichen Außentemperaturen während der Heizperiode ermittelt (dieses Ergebnis wäre allgemeingültig),
2. Die berechneten Ergebnisse werden als Wärmegewinne in das Berechnungsverfahren der DIN 4108 Teil 6 eingearbeitet und dort „normal“ mitbilanziert (dieses Ergebnis ist – da flächenbezogen – objektabhängig).

## **7 Zusammenfassung**

Untersucht wurde der Einfluss der Verlegung von Heizschleifen in eine Außenwand des Typs Durisol unter Berücksichtigung konstanter thermischer Randbedingungen. Es konnte gezeigt werden, dass die solarunterstützte Wandbeheizung einen positiven Einfluss hinsichtlich einer möglichen Energieeinsparung mit sich bringt. Pauschale Aussagen zur Größenordnung des Einsparpotentials erfordern weiterführende Berechnungen.

Bonn, den 16. Oktober 2009

.....  
Michael Eich