

**Aufgabenstellung:**

Moderne Leute lieben glatte Betonwände, innen wie außen. Das projektierte Haus (vereinfacht ein Raum mit Dachspeicher) und Walmdach hat die in der Skizze skizzierten Wände. Geheizt wird das Haus mit einem Ofen, der eine bestimmte Temperatur  $T_{\text{Ofen}}$  an seinen Flächen hat.

**Annahmen:**

Die Bezugstemperatur  $T_0 = 0^\circ\text{C}$ .

Zum Zeitpunkt  $t = 0$  seien die mittlere Raumtemperatur  $T_R$ , die Temperatur im Dachspeicher  $T_{\text{Sp}}$ , die Temperatur der Betonwand  $T_{\text{BW}}$  und die Außentemperatur  $T_u$  gleich  $5^\circ\text{C}$ .

Im Raum und Speicher sei trockene Luft mit einer spez. Wärmekapazität  $c_{\text{Luft}}$  ( $\text{J}/(\text{kg K})$ ),

Luftströmungen werden vernachlässigt. Die festen Wärmespeicher der Wände, Boden, Decke und Möbel bleiben unberücksichtigt, außer die Betonwände. Die Betonwände verhalten sich wie ein fester Stoff, dessen Wärmeenergie näherungsweise - in der Mitte der Wand - aus der Wärmekapazität  $c_{\text{Beton}}$  ( $\text{J}/\text{kg/K}$ ) bei der mittlere Temperatur  $T_{\text{BW}}$  bestimmt werden kann. Der Ofen mit quadratischer Grundfläche strahlt nach allen 6 Seiten mit der Wärmeübergangszahl  $\alpha_{\text{Ofen}} = 30 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$  seine Wärme  $q_{\text{Ofen}}$  (W) ab.

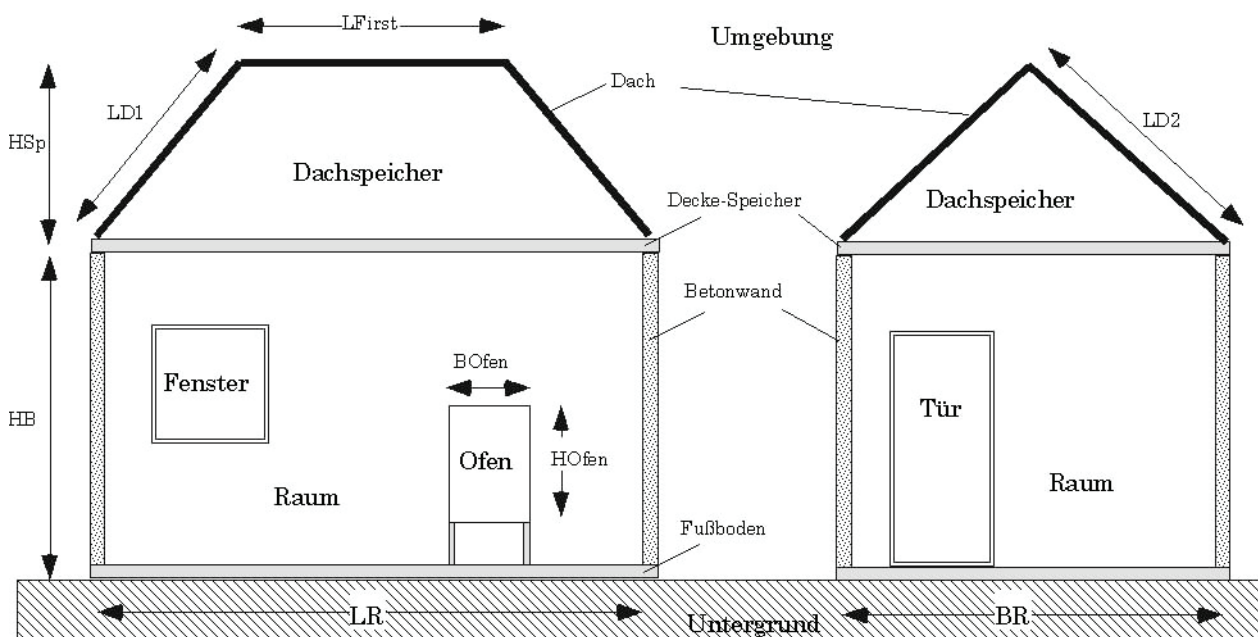
**Daten:**

Länge  $L_R = 7.5 \text{ m}$ , Breite  $B_R = 4.5 \text{ m}$ , Höhe  $H_R = 2.4 \text{ m}$ ,  $H_{\text{Sp}} = 2.2 \text{ m}$ ,  $L_{\text{First}} = 4 \text{ m}$ ,  $H_{\text{Ofen}} = 0.9 \text{ m}$ ,  $B_{\text{Ofen}} = 0.6 \text{ m}$ , Fläche Fenster  $A_F = 1.3 \text{ m}^2$ , Türe  $A_T = 1.8 \text{ m}^2$ , Dicke Betonwand  $s_{\text{BW}} = 12 \text{ cm}$ . Bei der Massen- und Flächenberechnung kann die Wanddicke vernachlässigt werden.

Weitere Parameter sind im Zuge der Lösung zu bestimmen.

Für die Wände, Decken und Böden gelten folgende Wärmedurchgangszahlen  $k$  ( $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ , etc.

| Objekt                                | Material                   | Fläche ( $\text{m}^2$ ) | $k$ ( $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ )  | Nachbar-Temperatur $^\circ\text{C}$ |
|---------------------------------------|----------------------------|-------------------------|--|-------------------------------------|
| Fußboden                              | Beton, Isolierung, Estrich |                         | 0.8  | Tuntergrund=8                       |
| Decke-Speicher                        | Holz + Isolierung          |                         | 1.5  | $T_{\text{Sp}}$                     |
| Dach                                  | Holz + Ziegel              |                         | 2.2  | $T_u$                               |
| Fenster                               | Isolierglas                | 1.3                     | 2.0  | $T_u$                               |
| Tür                                   | Holz                       | 1.8                     | 2.5  | $T_u$                               |
| Raum -> Betonwand<br>Betonwand->Außen | Beton                      |                         | Bestimme $k$ aus $\alpha_{\text{innen}}$ ,<br>$\alpha_{\text{außen}}$ , $\lambda_{\text{Beton}}$ . | $T_{\text{BW}}$<br>$T_u$            |



Schnittbild des Hauses

**Teilaufgaben**

Sie kommen in das Haus ( $t = 0$ ) und schalten den Ofen auf  $T_{\text{Ofen}} = 60^\circ\text{C}$ , der ohne Zeitverzögerung den Wärmefluss  $q_{\text{Ofen}}$  an den Raum abgibt.

Vorläufige Punkte in < .. >

1) <28> Welche Temperaturen stellen sich im Raum, Speicher und Betonwand nach 1 h ein?

- 1a) <1> Beschreibe kurz das System, den Prozess, definiere die Ein-/Ausgänge des Systems
- 1b) <4> Stelle die erforderlichen Wärmebeziehungen auf.
- 1c) <2> Stelle die erforderlichen Systemparameter zusammen.
- 1d) <5> Zeichne den Wirkungsplan (nicht eine Kopie von Simulink einbinden).
- 1e) <12> Implementiere den Prozess in Matlab/Simulink.
- 1f) <2> Plote wichtige Systemgrößen  
(u.a. Temperaturen, zugeführte / abgeführte Leistungen, Energien).
- 1g) <2> Diskutiere die Ergebnisse.

2) <10> Die Außentemperatur sinkt, Nachtabstaltung - Wie verhält sich das System über 2 h?

Die Außentemperatur sinkt bei  $t = 15$  min sinusförmig innerhalb 10 min auf  $-7^\circ\text{C}$  ab.

Weiter wird der Ofen infolge Nachtabstaltung von  $60^\circ\text{C}$  auf  $35^\circ\text{C}$  ab  $t = 40$  min innerhalb 3 min zurückgeschaltet.

- 2a) <3> Stelle die Funktionen auf und plote diese:
  - für die Abstaltung ab  $t = 15$  min sinusförmig innerhalb 10 min auf  $-7^\circ\text{C}$
  - für die Ofen-Rückstaltung von  $60^\circ\text{C}$  auf  $35^\circ\text{C}$  ab 40 min innerhalb 3 min.
- 2b) <5> Simuliere diesen Prozess und stelle die Ergebnisse dar (vgl. 1).
- 2c) <2> Diskutiere die Ergebnisse.

3) <12> Die Betonwände müssen isoliert werden: Innen oder Außen? Wie verhält sich das System?

- 3a) <2> Stelle die neuen Wärmedurchgangszahlen auf für eine 12 cm Polystyrol Hartschaum Isolierung mit  $\lambda_{\text{PS}} = 0.035$ :
  - A) Isolierung innen,
  - B) Isolierung außen.
- 3b) <5> Simuliere diese Prozesse (Temperaturen wie in 2) ) und stelle die Ergebnisse dar, vgl. 1).
- 3c) <5> Diskutiere die Ergebnisse der Innen- / Außenisolierung.
  - Welche Art der Isolierung ist besser?
  - Wo würden Sie noch isolieren?

**Extra!!**

4) <5> Entwickle einen Ofentemperatur-Regler, der die Raum-Temperatur auf  $20^\circ\text{C}$  hält.

- 4a) Stelle die Gleichungen auf, ergänze das Modell aus 3) und simuliere es.  
Stelle die Ergebnisse dar.

**Folgende Festlegungen sind zwingend:**

- 1) Auf allen Ausarbeitungen und files ist der **Header** - wie folgt - vorne an zu stellen:

**MFB420-ModSim-WS2009-Projekt2**

**Aufgabe 1 - Gruppe xx**

| <i>Stud.Nr.</i> | <i>Name</i> | <i>Vorname</i> | <i>Mat.Nr.</i> |  |
|-----------------|-------------|----------------|----------------|--|
|                 |             |                |                |  |

Bitte soviel Zeilen anfügen wie die Gruppe xx Teilnehmer hat. Aufgabe und Gruppe richtig stellen.

- 2) Eine Gruppe xx hat maximal 3 Teilnehmer.  
Die Gruppenzuordnung bzw. Ihre GruppenNr. xx ist dem Aushang zu entnehmen. Die Gruppenzuordnung kann nach dem Abgabetermin nicht mehr geändert werden.
- 3) Wir erwarten eine **Ausarbeitung in Papierform**, einfach geklammert. Druckform oder Handschrift.  
Die Gliederung / Details finden Sie bei der Aufgabenstellung.  
Matlab- und Simulink files sind auszudrucken und anzuhängen, siehe auch unten.  
Abgabe bitte in das Postfach Wallrapp gegenüber Dekanat. Termin siehe oben.  
Eine Gruppe gibt nur eine Ausarbeitung ab.
- 4) Bitte den / die Simulink-Aufrufe in das .m-file mit einbauen, so dass alles als **Batch-Lauf** genutzt werden kann. Das Batch-File muss laufen!!
- 5) Sind digitale Files abzugeben, ist folgende Namenskonvention jedes Files zwingend:  
*ModSim\_WS09\_Pro2\_Aufg1-Identifizier-yy.extension* (pdf, m, mw, etc.)  
*Identifizier* == *Name\_Vorname* / bei Gruppenarbeit *Identifizier* == *GruppenNr. xx*  
*yy* = 01, 02, 03 .... ist eine lfd. Nr. für Files mit identischer extension falls erforderlich.

Alle Files in einem folder *ModSim\_WS09\_Pro2\_Aufg1-Identifizier* ablegen und zippen in  
*ModSim\_WS09\_Pro2\_Aufg1-Identifizier.zip*  
dann senden per mail an *wallrapp@hm.edu* mit dem Stichwort/Subject =  
*ModSim\_WS09\_Pro2\_Aufg1-Identifizier*

- 6) Die Arbeit wird mit ca. 50 Punkten bewertet.  
Bei Gruppenarbeit lassen Sie bitte erkennen, wer in der Gruppe welchen Anteil erbracht hat.  
Das muss ich laut Prüfungsordnung fordern.  
Sind *n* Arbeiten identisch, so erhalten alle Kandidaten dieser Arbeiten nur *x/n* Punkte.