

# Probeklausur 2015-07-04

## Musterlösungen

1. zum Beispiel:

- Fenstersensor: Heizkörper ausschalten, wenn Fenster auf
- Anwesenheitssensor: Heizung & Licht nur in Räumen, in denen sich Menschen befinden
- Sonnensensor & Jalousiemotor: weniger Erwärmung durch Sonnenstrahlung im Sommer

- 2.
- Wärmeleitung, z.B. durch Wände
  - Konvektion, z.B. Aufsteigen warmer Heizungsluft
  - Wärmestrahlung, z.B. vom Heizkörper

3. Der PPD-Wert gibt den erwarteten Prozentsatz von unzufriedenen Personen an. 75% aller Personen werden es also zu kalt oder zu warm finden.

$$4. \quad 5\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot (15^\circ\text{C} - -5^\circ\text{C}) \cdot U \leq 500\text{W}$$

$$\Rightarrow U \leq \frac{500\text{W}}{\underbrace{15\text{m}^2 \cdot 20\text{K}}_{\frac{5}{3} \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}}}$$

5.  $K_{V100}$ : Volumenstrom bei  $\Delta p = 1\text{bar}$  und Hub  $H = 100\%$

$$\dot{V}^2 = C \cdot \Delta p$$

$$K_V^2 = C \cdot 1\text{bar}$$

$$\Rightarrow \dot{V}^2 = \frac{K_V^2}{1\text{bar}} \Delta p$$



$$\Rightarrow \left(7 \frac{\text{L}}{\text{min}}\right)^2 = \frac{(H K_{v100})^2}{1 \text{ bar}} \cdot 0,49 \text{ bar}$$

$4 \text{ m}^3/\text{h}$

$$\Rightarrow 7 \frac{\text{L}}{\text{min}} = H \cdot 4 \frac{\frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{60 \text{ min}} \cdot 0,7$$

$100 \text{ L}$   $\downarrow \sqrt{\dots}$

$$\Rightarrow H = \frac{7}{4 \cdot \frac{100}{60} \cdot 0,7} = \frac{7 \cdot 6}{4 \cdot 100 \cdot 0,7}$$

$2$   $0,7$   $10$

$$= 15\%$$

6. "Energy Harvesting" bedeutet, dass Geräte (Sensoren, Aktoren) Energie aus der Umgebung gewinnen (Wärme, Licht, mechanische Energie, ...). Bei Geräten mit extrem geringem Energiebedarf kann man so auf Kabel und Batterien verzichten. Ideal zum Nachrüsten von Gebäuden!

7. • Von außen kommen  
 $500 \text{ ppm} \cdot 1000 \text{ m}^3/\text{h}$   $\text{CO}_2$   
 herein.
- $N$  Personen in den Räumen  
 etwa  $N \cdot 20 \frac{\text{L}}{\text{h}}$   $\text{CO}_2$ .
  - Abgeführt werden  
 $\leq 1000 \text{ ppm} \cdot 1000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$   $\text{CO}_2$ .

$$\Rightarrow 500 \text{ ppm} \cdot 1000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} + N \cdot 20 \frac{\text{L}}{\text{h}} \leq 1000 \text{ ppm} \cdot 1000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$\Rightarrow N \cdot 20 \text{ L} \leq \underbrace{(1000 \text{ ppm} - 500 \text{ ppm}) \cdot 1000 \text{ m}^3}_{\frac{500}{1000.000} \cdot 1000 \text{ m}^3} = 500 \text{ L}$$

$$\Rightarrow N \leq 25$$

8. Grobe Schätzung:

•  $(2 + 2 \cdot \frac{1}{2}) \cdot \text{halbe Badewanne}$   
Tag

• Wasser von  $10^\circ\text{C}$  auf  $40^\circ\text{C}$   
erwärmen

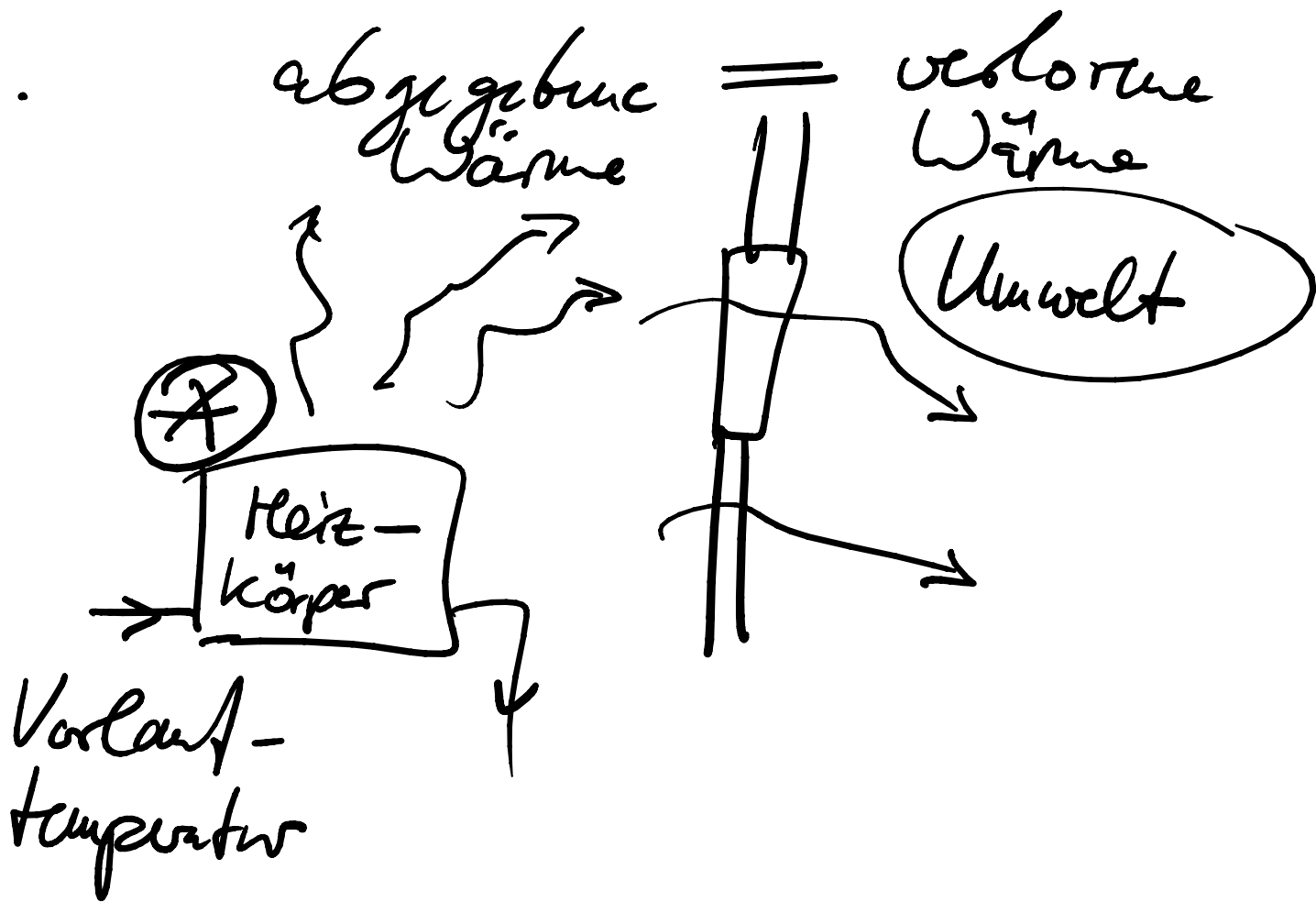
Also pro Jahr:

$$Q = 3 \cdot \frac{100 \text{ m}^3}{\cancel{1000}} \cdot 30 \text{ K} \cdot 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot \cancel{1000} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 365 \text{ d}$$

$$= 3 \cdot 100 \cdot 30 \cdot 4,2 \cdot 365 \text{ kJ}$$

$$(\approx 14 \text{ GJ})$$

9.



⊕ Dieser Zusammenhang ist nicht linear!  
(Heizkörper exponent: Konvektion und Strahlung wachsen überproportional mit Heizkörper temperatur)

10. aus dem Mollier-Diagramm:
- $h = 38 \text{ kJ/kg}$   $x = 7,2 \text{ g/kg}$
  - $h = 57 \text{ kJ/kg}$   $x = 10,5 \text{ g/kg}$

Gesamt:

$$h = \left( 1 \text{ kg} \cdot 38 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 2 \text{ kg} \cdot 57 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) / 3 \text{ kg}$$
$$= 152 \text{ kJ} / 3 \text{ kg}$$
$$\approx 51 \text{ kJ/kg}$$

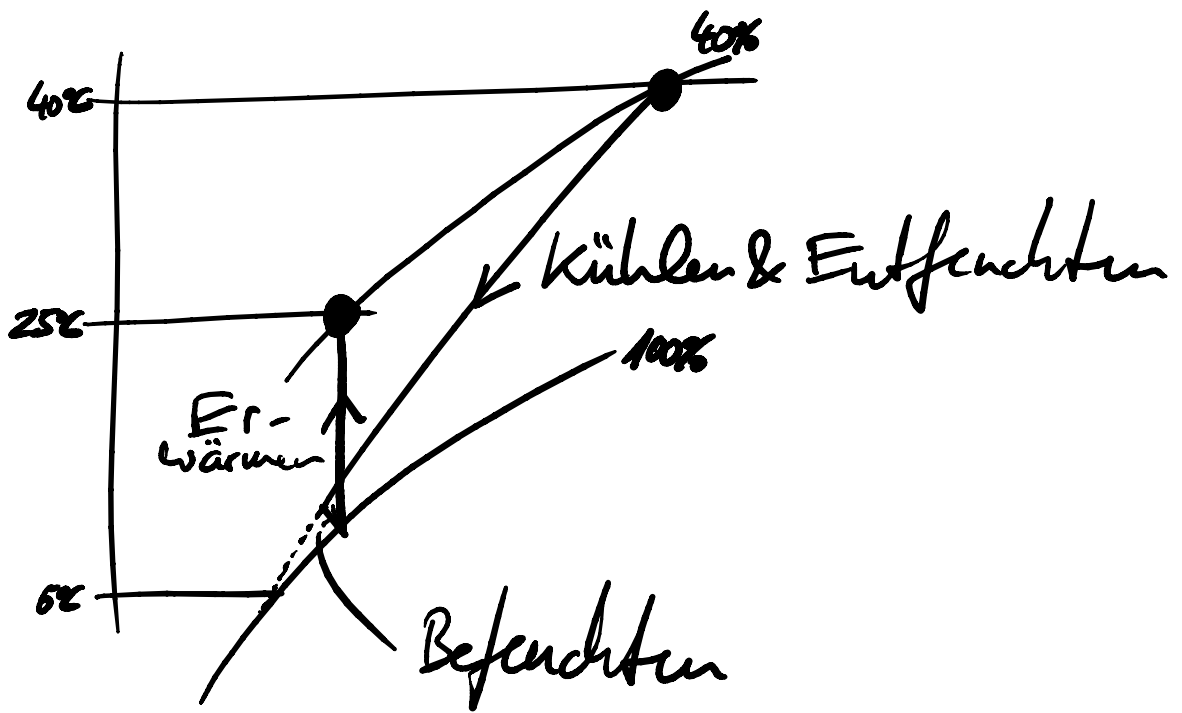
$$x = \left( 1 \text{ kg} \cdot 7,2 \text{ g/kg} + 2 \text{ kg} \cdot 10,5 \text{ g/kg} \right) / 3 \text{ kg}$$
$$= 28,2 \text{ g} / 3 \text{ kg}$$
$$\approx 9 \text{ g/kg}$$

Aus Mollier-Diagramm:

$$t \approx 28^\circ \text{C}, \quad \varphi \approx 40\%$$

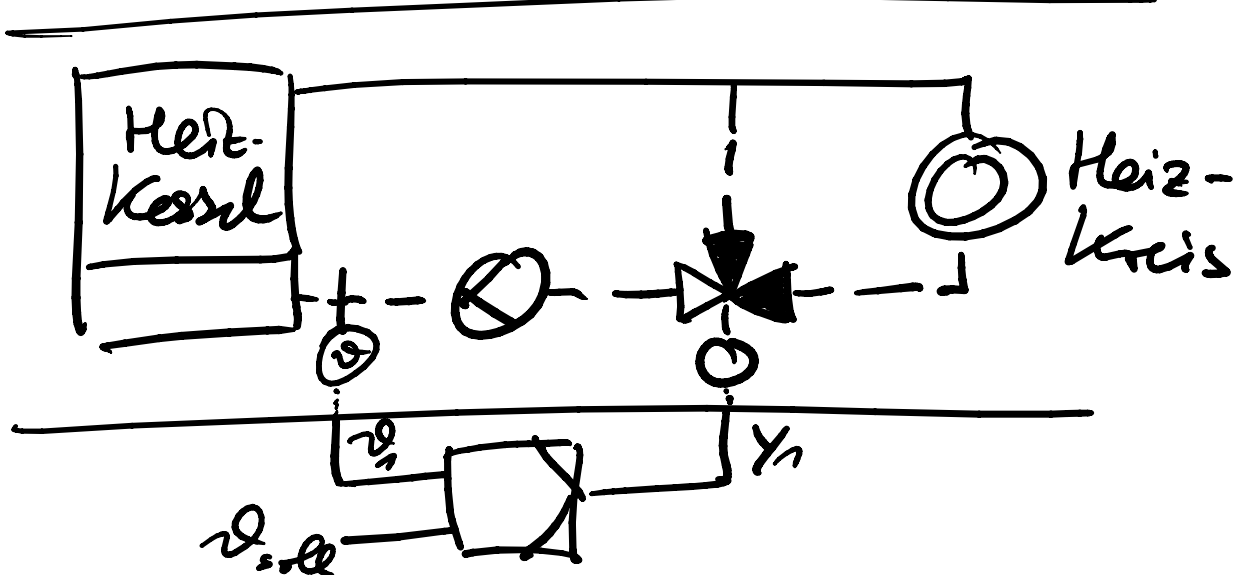
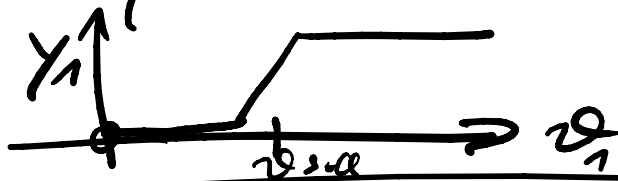
(( Oder rein grafisch: Verbindungsstrecke  
im Mollier-Diagramm 2:1 teilen. ))

11.



(( Effizienter ohne das Dreieck  
~~↓~~ unten. ))

12. Zum Beispiel:



(( vgl. Beimischregelung ))