

Übungsaufgaben zur Wärmelehre mit Lösungen

1)

Die Heizungsanlage eines Hauses wird auf Ölfeuerung umgestellt. Gleichzeitig wird mit dieser Anlage Warmwasser aufbereitet.

a) Berechnen Sie die Wärme, die erforderlich ist, um 500 l Wasser von 20 °C auf 50°C zu erwärmen! (Hinweis: Für Wasser gilt 1 l = 1 kg)

b) Um welchen Faktor ist die Wärme im Vergleich zu 4.1.1 größer, wenn die doppelte Wassermenge von 20°C auf 80°C erwärmt wird?

c) Begründen Sie, warum in Fernwärmeleitungen in bestimmten Abständen Dehnungsschleifen eingebaut sind!

Lösung:

a)

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$
$$Q = 4,1868 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 500 \text{kg} \cdot 30 \text{K}$$
$$Q = \underline{\underline{62802 \text{kJ}}}$$

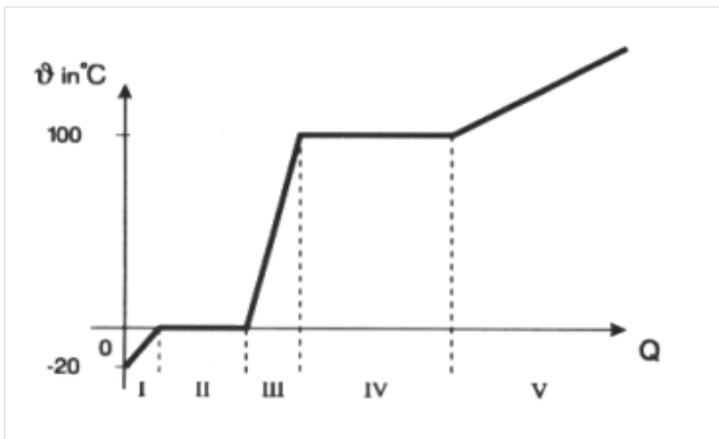
Die notwendige Wärme beträgt rund 62800 kJ.

b) Die Wärme ist um den Faktor 4 größer, da die doppelte Wassermenge (also mal 2) um den doppelten Temperaturunterschied (also nochmals mal 2) erwärmt wird.

c) Beim Erwärmen der Rohrleitungen im Sommer dehnen sich diese aus, im Winter ziehen sie sich durch die Abkühlung zusammen. Ohne Dehnungsausgleicher würden die Rohre platzen, Dehnungsausgleicher gleichen diese Unterschiede aus.

2)

Im folgenden Diagramm ist das Verhalten von Wasser in unterschiedlichen Aggregatzuständen bei gleichmäßiger Zufuhr von Wärme dargestellt.



- a) Ordnen Sie den Abschnitten I bis V den jeweiligen physikalischen Vorgang zu!
- b) Erläutern Sie, weshalb sich in den Abschnitten II und IV trotz Energiezufuhr die Temperatur nicht ändert!

Lösungen:

a)

- I Erwärmen
- II Schmelzen
- III Erwärmen
- IV Sieden
- V Erwärmen

b)

In den Abschnitten II und IV erfolgt eine Aggregatzustandsänderung. Die zugeführte Energie wird zur Umordnung der Teilchen benötigt.

3)

In einem Einfamilienhaus soll eine Ölheizung eingebaut werden, die gleichzeitig zur Bereitstellung von Warmwasser genutzt wird. Die Wasserleitung wird aus Kupferrohr verlegt. Die Temperatur des Wassers wird im Heizkessel von 16°C auf 70 °C erhöht.

- a) Berechnen Sie die Längenänderung eines 15 m langen Rohres für den oben angegebenen Temperaturunterschied.
- b) Berechnen Sie die erforderliche Wärme, um für 120 l Wasser diese Temperaturerhöhung zu erreichen.
(Für Wasser gilt: 1 l entspricht 1 kg)
- c) Welche Wärme ist tatsächlich notwendig, wenn der Wirkungsgrad der Warmwasseranlage 75 % beträgt?
- d) Begründen Sie, warum Wasser als Umlaufflüssigkeit verwendet wird.
- e) Erläutern Sie an einem Beispiel, wie die unerwünschte Wärmeausbreitung am Gebäude vermindert werden kann.

Lösungen:

a)

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta T$$

$$\Delta l = 0,000016 \frac{1}{K} \cdot 15m \cdot 54K$$

$$\Delta l = 0,01296 \text{ m}$$

Die Längenänderung des Rohres beträgt 0,01296 m.

b)

Lösung:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

$$Q = 4,1868 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot K} \cdot 120\text{kg} \cdot 54K$$

$$Q = 27130 \text{ kJ}$$

Es ist eine Wärme von 27130 kJ notwendig.

c)

Lösung:

$$\eta = \frac{E_{\text{nutz}}}{E_{\text{aufgew.}}}$$

$$0,75 = \frac{27130 \text{ kJ}}{E_{\text{aufgew.}}}$$

$$E_{\text{aufgew.}} = 36173 \text{ kJ}$$

Es ist eine Wärme von 36173 kJ tatsächlich notwendig.

d) Wasser hat eine große spezifische Wärme und ist daher in der Lage, viel Wärme zu speichern. Wasser ist leicht zu ersetzen, gefahrlos, nicht gesundheitsschädigend und relativ preiswert

e) An Gebäuden können z. B.:

- dicht schließende Fenster eingebaut werden
- Gebäude mit Wärmedämmputz versehen werden

Durch Aufbringung von Wärmedämmputz wird Wärmeleitung am Gebäude in großem Umfang verhindert, da Wärme isolierende Stoffe Verwendung finden.

4)

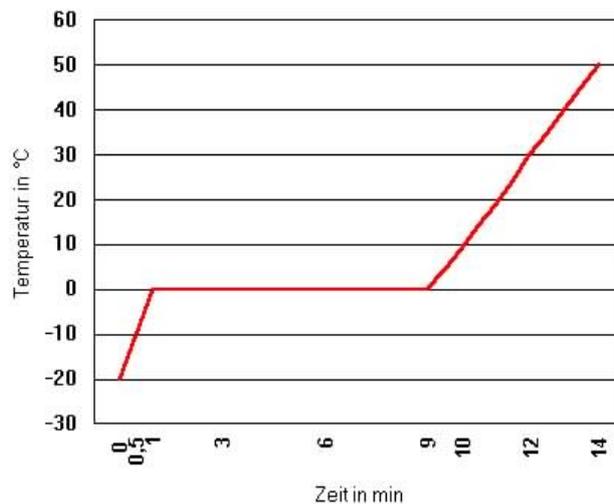
Eis wird gleichmäßig erwärmt. Die Temperatur wird in Abhängigkeit von der Erwärmungszeit gemessen:

Abschnitt	A		B				C		
Zeit t in min	0	0,5	1	3	6	9	10	12	14
Temperatur u in °C	-20	-10	0	0	0	0	9	30	50

- Stellen Sie in einem Diagramm die Temperatur u in Abhängigkeit von der Zeit t dar.
- Ordnen Sie dem Abschnitt A, B und C den jeweiligen physikalischen Vorgang zu.
- Begründen Sie den Temperaturverlauf im Abschnitt B.

Lösung:

a)



- A: Erwärmen
 - B: Schmelzen
 - C: Erwärmen

c) Im Abschnitt B erfolgt die Aggregatzustandsänderung (fest in flüssig). Die zugeführte Wärme wird benötigt, um die starre Anordnung der Teilchen in einem festen Körper aufzulösen, so dass diese sich dann frei bewegen können (flüssiger Körper). Daher erfolgt in dieser Zeit keine Temperaturerhöhung.

5)

Eine Wärmflasche wird mit heißem Wasser gefüllt. Das Wasser hat die Masse 1,5 kg und die Temperatur 75 °C. Im Bett kühlt sich das Wasser auf die Körpertemperatur des Menschen, auf 37 °C, ab.

a) Berechnen Sie die vom Wasser abgegebene Wärme.

b) Die Wärmflasche soll durch einen heißen Stein ersetzt werden, dessen spezifische Wärmekapazität $0,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ beträgt. Er gibt bei gleicher Anfangs- und Endtemperatur die gleiche Wärme wie das Wasser ab. Berechnen Sie die Masse des Steines.

Lösungen:

a)

$$\Delta T = 75^\circ\text{C} - 37^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 38 \text{ K}$$

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

$$Q = 4,186 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot 1,5\text{kg} \cdot 38 \text{ K}$$

$$Q = 238,6\text{kJ} \approx 240 \text{ kJ}$$

Die vom Wasser abgegebene Wärme beträgt rund 240 kJ.

b)

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

$$m = \frac{Q}{c \cdot \Delta T}$$

$$m = \frac{240\text{kJ}}{0,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot 38\text{K}}$$

$$m = 7,89 \text{ kg}$$

$$m \approx 8\text{kg}$$

(Bei der Berechnung mit dem genaueren Wert $Q = 238,6 \text{ kJ}$ ergibt sich eine Masse von 7,85 kg.)

Die Masse des Steines muss rund 8 kg betragen.