



## Übungsaufgaben NTG

### Aufgabe 1

Für eine Waschanlage sind 1600 Liter destilliertes Wasser von 10 °C auf 95 °C zu erhitzen. Berechnen Sie die Steinkohlemenge, die mit einem spez. Heizwert von  $H = 30 \text{ MJ/kg}$  bei einem Wärmeverlust von 30% notwendig ist.

### Aufgabe 2

60 kg Wasser werden in einem Gasofen von 22 °C auf 84 °C erwärmt. Wie viel  $\text{m}^3$  Erdgas mit einem spez. Heizwert von  $37\,100 \text{ kJ/m}^3$  werden benötigt, wenn angenommen wird, dass wegen der Wärmeverluste 30% mehr an Wärmeenergie aufgewendet werden muss?

### Aufgabe 3

Ein Behälter enthält  $0,9 \text{ m}^3$  Wasser von 20 °C zum Abschrecken von Stahl. Wie viel kg Stahl von 820 °C können im Wasser abgekühlt werden, wenn eine Badtemperatur von 30 °C dabei nicht überschritten werden darf?  
(Wasser:  $c = 4,19 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ; Stahl:  $c = 0,5 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ )

### Aufgabe 4

Eine Kreiselpumpe fördert  $600 \text{ m}^3$  Wasser in einen 40m höher liegenden Wasserspeicher. Folgende Daten sind gegeben: Dichte des Wassers =  $1 \text{ g/cm}^3$ , Rohrleitungsdurchmesser = 8cm, Fließgeschwindigkeit des Wassers = 7 m/s. Die Reibung bleibt unberücksichtigt.

Errechnen Sie die Dauer des Fördervorgangs, die erforderliche Arbeit der Pumpe und die Leistung des Pumpenmotors, wenn die Pumpe einen Wirkungsgrad von 70% hat.

### Aufgabe 5

Ein Bolzen aus einer Kupfer-Zink -Legierung von 70mm Durchmesser erwärmt sich beim Zerspanungsvorgang auf 60°C. Er wurde unabgekühlt mit einer Rachenlehre geprüft. Die Rachenlehre hatte sich durch die Handhabung auf 35°C erwärmt (Bezugstemperatur = 20°C). Die Längenausdehnungskoeffizienten sind dem Tabellenbuch zu entnehmen. Berechnen Sie die Messabweichung.

### Aufgabe 6

Ein Eiswürfel mit einer Kantenlänge von 15 cm und einer Temperatur von  $-10 \text{ °C}$  wird in einem Topf auf einem Gasherd geschmolzen und auf eine Temperatur von 95 °C erwärmt. Erdgas hat einen Heizwert von  $H_u = 35 \text{ MJ/m}^3$ . Der Gesamtwirkungsgrad von Topf und Brenner beträgt 65 %. Berechnen Sie, wie viel  $\text{dm}^3$  Erdgas für die Erwärmung des Eiswürfels nötig werden.

Fachrichtung  
**IMM/NTG**

A. Hackenberg

Ausbildung/Fach

# Lösung Übungsaufgaben NTG

## Aufgabe 1

Für eine Waschanlage sind 1600 Liter destilliertes Wasser von 10 °C auf 95 °C zu erhitzen. Berechnen Sie die Steinkohlemenge, die mit einem spez. Heizwert von  $H = 30 \text{ MJ/kg}$  bei einem Wärmeverlust von 30% notwendig ist.

$$Q_{ab} = Q_{auf}$$

$$0,7 \cdot Q_{ab} = 1 \cdot Q_{auf}$$

$$Q_{auf} = m \cdot c \cdot \Delta\vartheta$$

$$Q_{ab} = m \cdot H_u$$

$$0,7 \cdot m_{Stk} \cdot H_u = m_{Wasser} \cdot c \cdot \Delta\vartheta$$

oder:

$$m_{Stk} = \frac{m_{Wasser} \cdot c \cdot \Delta\vartheta}{0,7 \cdot H_u}$$

$$m_{Stk} = \frac{1600 \text{ kg} \cdot 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 85 \text{ K}}{0,7 \cdot 30000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}}$$

$$\underline{m_{Stk} = 27,07 \text{ kg}}$$

## Aufgabe 2

60 kg Wasser werden in einem Gasofen von 22 °C auf 84 °C erwärmt. Wie viel  $\text{m}^3$  Erdgas mit einem spez. Heizwert von  $37\,100 \text{ kJ/m}^3$  werden benötigt, wenn angenommen wird, dass wegen der Wärmeverluste 30% mehr an Wärmeenergie aufgewendet werden muss?

$$Q_{ab} = Q_{auf}$$

$$Q_{ab} = 1 \cdot Q_{auf} + 0,3 \cdot Q_{auf}$$

$$Q_{auf} = m \cdot c \cdot \Delta\vartheta$$

$$Q_{ab} = V \cdot H_{u,n}$$

$$V \cdot H_{u,n} = m \cdot c \cdot \Delta\vartheta + 0,3 \cdot m \cdot c \cdot \Delta\vartheta$$

$$V \cdot H_{u,n} = 1,3(m \cdot c \cdot \Delta\vartheta)$$

$$V = \frac{1,3(m \cdot c \cdot \Delta\vartheta)}{H_{u,n}}$$

$$V = \frac{1,3 \cdot \left( 60 \text{ kg} \cdot 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 62 \text{ K} \right)}{37100 \frac{\text{kJ}}{\text{m}^3}}$$

$$\underline{V = 0,545 \text{ m}^3}$$

### Aufgabe 3

Ein Behälter enthält  $0,9 \text{ m}^3$  Wasser von  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  zum Abschrecken von Stahl.

Wie viel kg Stahl von  $820 \text{ }^\circ\text{C}$  können im Wasser abgekühlt werden, wenn eine Badtemperatur von  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  dabei nicht überschritten werden darf?

(Wasser:  $c = 4,19 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ; Stahl:  $c = 0,5 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ )

$$Q_1 = Q_2$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta\vartheta_1 = m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta\vartheta_2$$

$$m_1 = \frac{m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta\vartheta_2}{c_1 \cdot \Delta\vartheta_1} = \frac{900 \text{ kg} \cdot 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 10 \text{ K}}{0,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 790 \text{ K}} = 95,46 \text{ kg}$$

Es können  $95,46 \text{ kg}$  Stahl abgekühlt werden.

### Aufgabe 4

Eine Kreiselpumpe fördert  $600 \text{ m}^3$  Wasser in einen  $40 \text{ m}$  höher liegenden Wasserspeicher. Folgende Daten sind gegeben: Dichte des Wassers =  $1 \text{ g/cm}^3$ , Rohrleitungsdurchmesser =  $8 \text{ cm}$ , Fließgeschwindigkeit des Wassers =  $7 \text{ m/s}$ . Die Reibung bleibt unberücksichtigt.

Errechnen Sie die Dauer des Fördervorgangs, die erforderliche Arbeit der Pumpe und die Leistung des Pumpenmotors, wenn die Pumpe einen Wirkungsgrad von  $70\%$  hat.

Dauer des Fördervorgangs:

$$A \cdot v = \frac{V}{t} \quad \longrightarrow \quad t = \frac{V}{A \cdot v}$$
$$t = \frac{600 \text{ m}^3 \cdot 4 \cdot \text{s}}{(0,08 \text{ m})^2 \cdot \pi \cdot 7 \text{ m}} = 17052 \text{ s} = \underline{4,74 \text{ h}}$$

Erforderliche Arbeit der Pumpe;

$$W = m \cdot g \cdot h$$

$$W = 600 \text{ m}^3 \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 40 \text{ m}$$
$$= \underline{235\,440\,000 \text{ Nm}}$$

Leistung des Pumpenmotors:

$$P_{ab} = \frac{W}{t} = \frac{235440000 \text{ Nm}}{17052 \text{ s}} = 13807 \text{ W}$$

$$P_{zu} = \frac{P_{ab}}{\eta} = \frac{13807 \text{ W}}{0,7} = \underline{19700 \text{ W}} = \underline{19,7 \text{ kW}}$$

## Aufgabe 5

Ein Bolzen aus einer Kupfer-Zink-Legierung von 70mm Durchmesser erwärmt sich beim Zerspanungsvorgang auf 60°C. Er wurde unabgekühlt mit einer Rachenlehre geprüft.

Die Rachenlehre hatte sich durch die Handhabung auf 35°C erwärmt (Bezugstemperatur = 20°C). Die Längenausdehnungskoeffizienten sind dem Tabellenbuch zu entnehmen. Berechnen Sie die Messabweichung.

$$\Delta d_1 = d_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

$$\Delta d_1 = 70\text{mm} \cdot 0,000018 \frac{1}{K} \cdot 40K = 0,0504\text{mm}$$

$$\Delta d_2 = d_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

$$\Delta d_2 = 70\text{mm} \cdot 0,000012 \frac{1}{K} \cdot 15K = 0,0126\text{mm}$$

$$\Delta d = \Delta d_1 - \Delta d_2$$

$$\Delta d = 0,0504\text{mm} - 0,0126\text{mm} = \underline{0,0378\text{mm}}$$

## Aufgabe 6

Ein Eiswürfel mit einer Kantenlänge von 15 cm und einer Temperatur von -10 °C wird in einem Topf auf einem Gasherd geschmolzen und auf eine Temperatur von 95 °C erwärmt.

Erdgas hat einen Heizwert von  $H_u = 35 \text{ MJ/m}^3$ . Der Gesamtwirkungsgrad von Topf und Brenner beträgt 65 %. Berechnen Sie, wie viel  $\text{dm}^3$  Erdgas für die Erwärmung des Eiswürfels nötig werden.

$$Q_{\text{Eis}} = m_{\text{Eis}} \cdot c_{\text{Eis}} \cdot \Delta \vartheta_{\text{Eis}}$$

$$m_{\text{Eis}} = V \cdot \rho = a \cdot \rho = (1,5 \text{ dm})^3 \cdot 0,92 \text{ kg/dm}^3 = 3,105 \text{ kg}$$

$$Q_{\text{Eis}} = 3,105\text{kg} \cdot 2,09 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 10\text{K}$$

$$Q_{\text{Eis}} = 64,9\text{kJ}$$

$$Q_{\text{Schmelz}} = m_{\text{Eis}} \cdot q$$

$$Q_{\text{Schmelz}} = 3,105\text{kg} \cdot 332 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 1030,9\text{kJ}$$

$$Q_{\text{Wasser}} = m_{\text{Wasser}} \cdot c_{\text{Wasser}} \cdot \Delta \vartheta = 3,105\text{kg} \cdot 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 95\text{K} = 1233\text{kJ}$$

$$Q_{\text{ab}} = Q_{\text{Eis}} + Q_{\text{Schmelz}} + Q_{\text{Wasser}} = 64,9\text{kJ} + 1030,9\text{kJ} + 1233\text{kJ} = 2328\text{kJ}$$

$$\eta = \frac{Q_{\text{ab}}}{Q_{\text{zu}}} \rightarrow Q_{\text{zu}} = \frac{Q_{\text{ab}}}{\eta} = \frac{2328\text{kJ}}{0,65} = 3582,76\text{kJ}$$

$$Q_{\text{zu}} = H_u \cdot V \rightarrow V = \frac{Q_{\text{zu}}}{H_u} = \frac{3582,76\text{kJ}}{35 \frac{\text{kJ}}{\text{dm}^3}} = 102,36\text{dm}^3$$