

Aufgabe 1

a) $Q_{\text{aus}} = m(h_2 - h_1) - Q_R = 0,3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} (419,09 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 292,98 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}) - 100 \text{kW}$

$$h_2 = h_f(100^\circ\text{C}) = 419,09 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad T_{\text{AB}} \text{ A-Z}$$

$$h_1 = h_f(70^\circ\text{C}) = 292,98 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad T_{\text{AB}} \text{ A-Z}$$

$$\underline{Q_{\text{aus}} = -62,182 \text{kW}} \quad \rightarrow \quad \underline{Q_{\text{aus}} = 62,182 \text{kW}}$$

b) $\overline{T}_{\text{KF}} = \frac{\int_{T_a}^{T_b} T \text{d}s}{s_b - s_a} = \frac{q_{\text{rev}}}{s_b - s_a} = \frac{u_b - u_a}{s_b - s_a} = \frac{c_p(T_b - T_a)}{\ln(\frac{s_b}{s_a})} = \frac{(T_b - T_a)}{\ln(\frac{T_b}{T_a})} = \frac{(298,15 \text{K} - 288,15 \text{K})}{\ln(\frac{298,15 \text{K}}{288,15 \text{K}})}$

$$= \underline{293,122 \text{K}}$$

c) $S_{\text{erz}} = m(s_a - s_e) \frac{\text{Gaus}}{\overline{T}_{\text{KF}}} = \underline{0,0043 \text{ kJ/K}}$

Wasser

$$S_{\text{erz}} = m(s_{\text{aus}} - s_{\text{ein}}) + \frac{Q_{\text{R}}}{T_{\text{reaktor}}} + \frac{Q_{\text{aus}}}{T_{\text{reaktor}}} = 0,1056 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} - 0,26299 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} + 0,1866 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

$$= \underline{0,0043 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}}$$

$$s_{\text{aus}} = 1,3089 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \quad s_{\text{ein}} = 0,9599 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \quad T_{\text{AB}} \text{ A-Z}$$

d) $-m_{\text{ges1}} \cdot v_1 + (m_{\text{ges1}} + \Delta m_{12}) \cdot v_2 = \Delta m_{12} \cdot (h_{12}) + Q_{\text{R12}} - Q_{\text{aus12}}$

$$\left. \begin{array}{l} v_1 = 292,95 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \\ v_2 = 418,99 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \\ h_{12} = 83,96 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \end{array} \right\} T_{\text{AB}} \text{ A-Z} \quad \begin{array}{l} v_1 = 292,95 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 0,005 \cdot (2409,6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 292,95 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}) \\ = 303,83 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \\ v_2 = 418,99 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 0,005 \cdot (6500,1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 418,99 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}) \\ = 4250,0 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \end{array}$$

$$\Delta m_{12} = 83,96 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$m_{\text{ges}} = 5755 \text{ kg}$$

$$\Delta m_{12} \cdot v_2 - \Delta m_{12} \cdot h_{12} = m_{\text{ges1}} \cdot v_1 - m_{\text{ges1}} \cdot v_2$$

$$\begin{aligned} \Delta m_{12} (v_2 - h_{12}) &= m_{\text{ges1}} (v_1 - v_2) \\ \Delta m_{12} &= \frac{m_{\text{ges1}} (v_1 - v_2)}{v_2 - h_{12}} = \frac{2406,5 \frac{\text{kg}}{\text{s}}}{2031,2 \text{ kg}} \end{aligned}$$

e) weiterrechnen mit vorgegebenem Wert

$$\Delta S_{12} = m_2 s_2 - m_1 s_1$$

$$s_2 = s_f(100^\circ\text{C}) = 0,9599 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$$

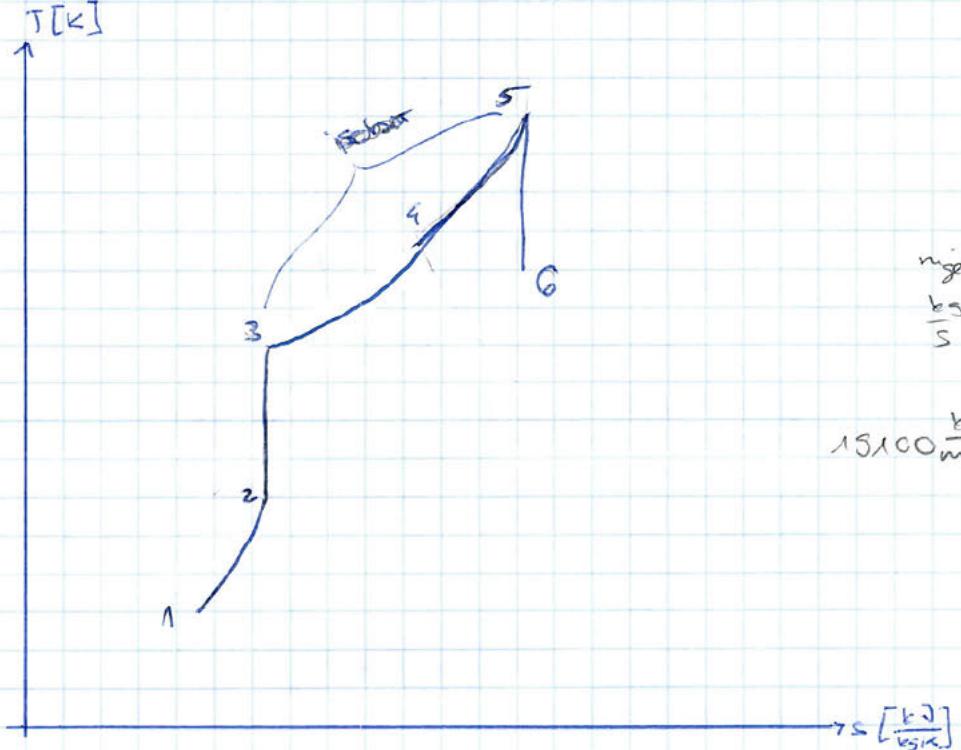
$$m_2 = m_1 + \Delta m_{12} = 9355 \text{ kg}$$

$$s_1 = x_D \cdot s_f(100^\circ\text{C}) + (1 - x_D) \cdot s_f(100^\circ\text{C}) = 1,332 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$$

$$\begin{aligned} \Delta S_{12} &= \cancel{f(0,9599, 1,332)} \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \\ &= 9355 \text{ kg} \cdot 0,9599 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} - 5755 \text{ kg} \cdot 1,332 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} = \underline{1518,5 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}} \end{aligned}$$

Aufgabe 2

a)



$$m_{ges} = \frac{19100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{200 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$19100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$s \left[\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$$

$$\text{b) } T_6 = T_5 \cdot \left(\frac{p_0}{p_5} \right)^{\frac{0,9}{1,1}} = 328,075 \text{ K}$$

w_6

$$n_6 = \frac{R \cdot T_6}{p_6} = 4,94 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$c_{p, \text{wft}} = \frac{c_{p, \text{wft}}}{\kappa} = 0,719 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$R = c_p - c_{p, \text{wft}} = 0,287 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$w_{vse} = -1,4 \cdot (p_2 n_2 - p_0 n_0) = -1,4 \cdot (p_2 n_2 - p_0 n_0) = \frac{w_c^2}{2} + \frac{w_{wft}^2}{2}$$

$$n_0 = \frac{R \cdot T_0}{p_0} = 3,66 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$-1,4 \cdot 19,16 \text{ Pa} \left(4,94 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} - 3,66 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right) = -19,16 \text{ Pa} \left(4,94 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} - 3,66 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right) - \frac{w_c^2}{2000} + \frac{(200 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2000}$$

$$\frac{w_c^2}{2000} = 51,7829$$

$$w_c = 321,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{c) } \Delta_{\text{exst}, 0, c} = m_{ges} (h_0 - h_0 - T_0 (s_0 - s_0) + \frac{w_c^2}{2} - \frac{w_c^2}{2})$$

$$m_{ges} = \frac{19100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{200 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$= m_{ges} (c_{p, \text{wft}} (T_0 - T_0) - T_0 (c_p \ln \left(\frac{T_0}{T_0} \right)) + \frac{w_c^2}{2} - \frac{w_c^2}{2})$$

$$\text{d) } e_{\text{extern}} = -\Delta_{\text{exst}, 0, c} + \left(1 - \frac{T_0}{T_B} \right) \cdot m_{\text{K}} \cdot q_B$$

$$T_0 = 243,15 \text{ K}$$

$$T_B = 1289 \text{ K}$$

$$(1,5293) m_{\text{K}} = m_{ges} \rightarrow m_{\text{K}} = \frac{m_{ges}}{1,5293}$$

$$q_B = 1195 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

Aufgabe 3

a) $P_{g1} = ? \quad m_g = ?$

$$P_{g1} = 1 \text{ bar} + \underbrace{\frac{32,1 \text{ kg}}{32 \text{ kg}} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{1}{1000 \text{ m}^2}}_{1281,05 \text{ Pa}} = \cancel{1013 \text{ Pa}} \quad \underline{\underline{1,101 \text{ bar}}}$$

~~b)~~ $m_g = \frac{P_{g1} \cdot V_{g1}}{R \cdot T_{g1}} = 0,00341 \text{ g} \quad R = \frac{\overline{R}}{M_g} = 0,1663 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$
 $= \underline{\underline{3,42 \text{ g}}}$

b) Die Temperatur bleibt gleich, da zuerst das Eis abgebaut wird und danach wird das Wasser erst erwärmt. $\rightarrow T_{EW,2} = 0^\circ\text{C}$
 Der Druck bleibt ebenfalls gleich, da sich das Volumen und die Masse gleichbleiben beim Schmelzvorgang.

~~c)~~ b) In Zustand 2, also im Endzustand, müssen das Eiswasser und das Gas die gleiche Temperatur haben, $\rightarrow T_{g,2} = 0^\circ\text{C}$
 damit keine Wärme mehr ausgetauscht wird und das System konstant bleibt
 Da p_2 bleibt gleich wie p_1 , da sich die äußeren Bedingungen nicht ändern.

c) $Q_{12} = m_g (v_2 - v_1) = m_g c_m \cdot (T_2 - T_1) = 3,42 \text{ g} \cdot 0,633 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot (500 \text{ K})$
 $= \underline{\underline{-1082,98 \text{ J}}}$

d) $m_{EW} \cdot (v_2 - v_1) = |Q_{12}| \rightarrow$ mit vorgegebenem $|Q_{12}|$ weiterrechnen

$$v_1 = 0,6 \cdot (-333,958 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}) + 0,4 \cdot (-0,095 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}) = -200,093 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$v_2 = x_{Eis2} \cdot (-333,958 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}) + (1 - x_{Eis2}) \cdot (-0,095 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})$$

$$Q_{12} = 15 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad v_2 = 15 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 200,093 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = -185,093 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

~~$x_{Eis2} = ?$~~

$$-185,093 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = x_{Eis2} \cdot (-333,958 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})$$

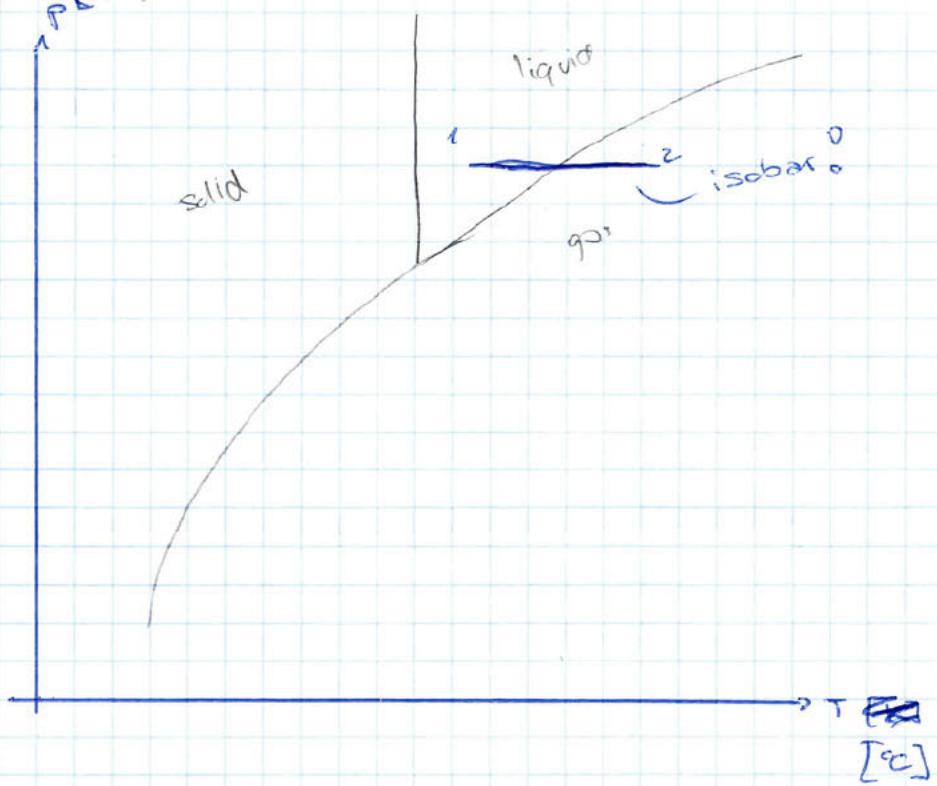
$$\underline{\underline{x_{Eis2} = 0,555}}$$

Aufgabe 4

b)

$$T_i = \cancel{2315} \\ 253,15\text{K}$$

c) $p [\text{bar}]$



d)

$$d) \epsilon_k = \frac{Q_{zu}}{\omega_+} = \frac{|Q_{zu}|}{|G_{abf}| - |G_{zu}|}$$