

Aufgabe 1

a) Energie Bilanz stat. Flißprozess um Wasser:

$$0 = \dot{m} (h_{\text{ein}} - h_{\text{aus}}) + \dot{Q}_R - \dot{Q}_{\text{aus}}$$

$$\Rightarrow \dot{Q}_{\text{aus}} = \dot{m} (h_{\text{aus}} - h_{\text{ein}}) + \dot{Q}_R$$

$$h_{\text{ein}} (70^\circ\text{C}, x=0) \quad T_{\text{AB}} \quad A-2 = 292,98 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$h_{\text{aus}} (100^\circ\text{C}, x=0) \quad " \quad " = 419,04 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\Rightarrow \dot{Q}_R = 0,3 (-419,04 + 292,98) + \dot{Q}_R = 62,18 \text{ kW} //$$

$$b) \quad \frac{\dot{Q}}{T} = \frac{\sum_e \dot{Q}_e T_e}{S_a - S_e} \stackrel{\substack{\text{ideal} \\ \text{Reibungsfrei}}}{=} \frac{\dot{Q}_{\text{Reib}} (T_2 - T_1)}{c \ln \left| \frac{T_2}{T_1} \right|} = 293,12 \text{ K} //$$

c) Entropie Bilanz um Wand/Grenze

$$\Delta S = \sum \frac{\dot{Q}}{T} + S_{\text{erz}}$$

$$\Rightarrow -S_{\text{erz}} = \frac{\dot{Q}_{\text{aus}}}{T_{\text{Reaktor}}} + \frac{-\dot{Q}_{\text{aus}}}{T} = 0,38 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} //$$

Aufgabe 1

d) Energiebilanz am Halboffenen System

$$m_2 u_2 - m_1 u_1 = \Delta m_{\text{en}}(h) + \cancel{Q} - \cancel{W}$$

$= 0, \text{ da } Q_{\text{en}} = Q_{\text{aus}}$

$$m_1 = 5755 \text{ kg}$$

$$u_1: \text{TAB A-2, } x = 0,005, T = 100^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow 418,94 + x(2506,5 - 418,94) = 429,39 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$u_2: T = 70^\circ\text{C}, x = 0$$

$$\Rightarrow \text{TAB A-2} = 282,95 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\Delta m = m_2 - m_1$$

$$h_{\text{en}}, T = 20^\circ\text{C}, x = 0$$

$$\Rightarrow \text{TAB A-2} = 83,96 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\Rightarrow m_2 u_2 - m_1 u_1 = (m_2 - m_1) \cdot h_{\text{en}}$$

$$m_2 (u_2 - h) = m_1 u_1 - m_1 h_{\text{en}}$$

$$\Rightarrow m_2 = \frac{m_1 u_1 - m_1 h_{\text{en}}}{u_2 - h_{\text{en}}} = 11\,520,1 \text{ kg}$$

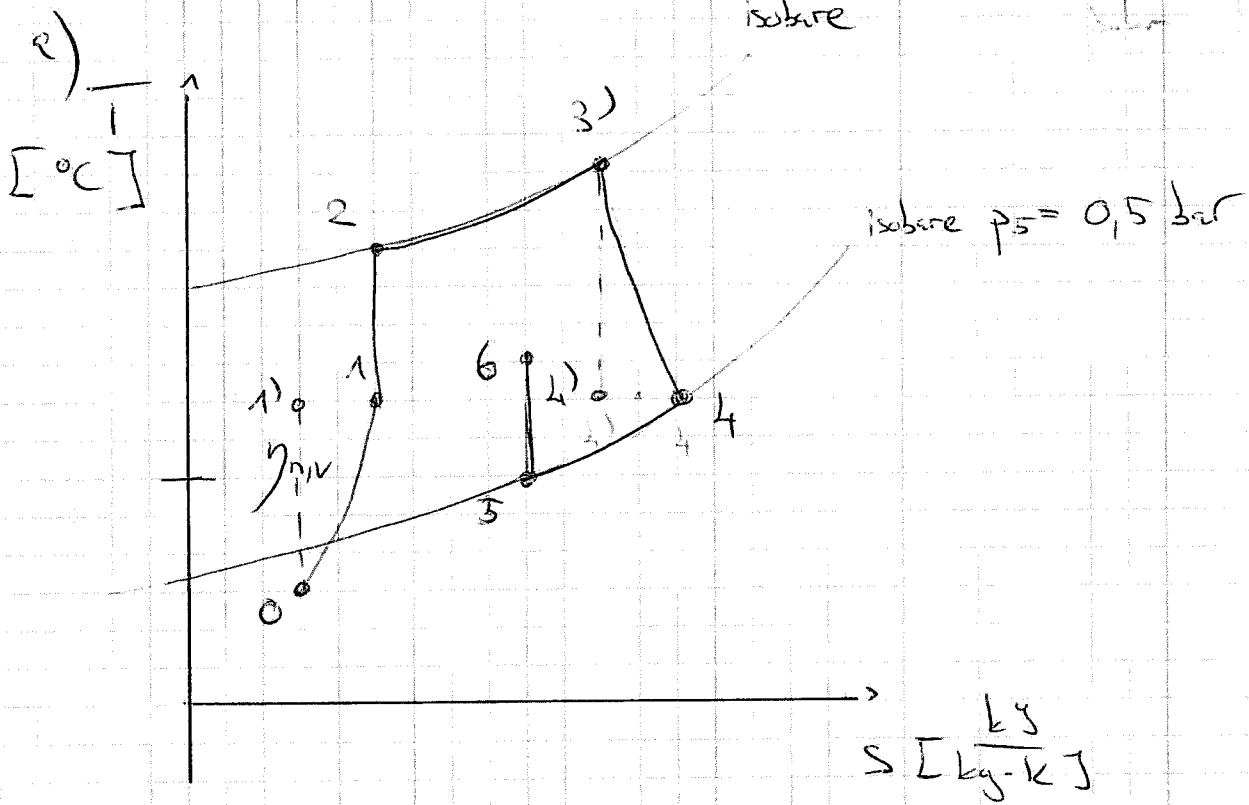
$$\Rightarrow \Delta m_2 = m_2 - m_1 = 5765,9 \text{ kg} //$$

Aufgabe 1

e) Analog Entropiebilanz halboffenes System

$$\Delta S = m_2 s_2 - m_1 s_1 = \Delta m s_{\text{en}} + \sum \frac{Q}{T} + S_{\text{erz}}$$

Aufgabe 2



b) Schieber Adbert, reversibel

$$p_5 = 0,5 \text{ bar}$$

$$T_5 = 431,9 \text{ K}$$

$$p_6 = 0,191 \text{ bar}$$

$$= 328,07 \text{ K}$$

$$\Rightarrow T_6 = T_1 \left(\frac{p_6}{p_5} \right)^{\frac{k-1}{k}} = \text{ausgerechnet}$$

En-Bilanz ad. Fließprozess, adiab. $P_E = 0$

$$W_t = \dot{m} \left[h_e - h_a + \frac{w_e^2 - w_a^2}{2} \right]$$

$$dr = rT$$

$$v = \frac{rT}{p}$$

$$W_t = \int_1^2 v dp = \int_5^6 \frac{rT}{p} dp$$

Aufgabe 3

$$a) \cdot p_{g1} = p_{amb} + \frac{\bar{F}}{A}$$

$$\Rightarrow \bar{F} = 32 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \approx 314 \text{ N}$$

$$\Rightarrow A = \pi r^2 = \pi \cdot (0,05 \text{ m})^2$$

$$\Rightarrow \bar{F}/A \approx 40 \text{ kPa}$$

$$\Rightarrow p_{g1} = p_{atm} + \frac{\bar{F}}{A} \approx 1,4 \text{ bar} //$$

$$pV = nRT \quad R = \frac{\bar{R}}{M} = \frac{8,314}{0,05} = 166,28$$

$$\Rightarrow m_g = \frac{p_1 V}{R \cdot T_1} = \frac{1,4 \cdot 10^5 \cdot 0,00314}{166,28 \cdot 773} = 3,42 \text{ g} //$$

b) weil $x_{\text{Eis}} > 0$ und T homogen im ganzen Behälter ist, muss $T_{g12} = 0^\circ \text{C}$ sein, bei konstanten 1,4 bar.

→ Im 2 Phasengebiet ist bei $p = \text{const} = 1,4$ bar, die Temperatur gegen, hier 0°C gemäss Tabelle.

Der Druck bleibt ebenfalls konstant, da p_{amb} und $m_k = \text{const}$.

Aufgabe 3)

c) Energiebilanz, mit $KE = PE = 0$

$$\Delta U_g = Q - W \rightarrow E_{pot} = 0$$

$$\Rightarrow Q = \Delta U_g = m \int_{T_1}^{T_2} c_v \overset{\text{const}}{dT}$$

$$\Rightarrow 0,00342 \text{ kg} \cdot (500 - 0) \cdot 0,633 = 1082,4 \text{ J} //$$

d) Zustand 1 $m_{EW} = 0,1 \text{ kg}$
 $x_{Eis} = \frac{m_{Eis}}{m_{EW}} = 0,6$, $T = 0^\circ\text{C}$

Energiebilanz um Eiswasser mit $Q_{zu} = 1082,4 \text{ J}$

$$\Rightarrow \Delta U = Q_{zu} - W \rightarrow 0, \text{ weil } EP = 0$$

$$U_1 = x [u_{f, \text{Eis}}(0^\circ\text{C})] + x (u_g - u_f) \cdot m_{EW}$$

$$\rightarrow 20 \text{ kJ}$$

$$\Rightarrow U_2 = Q_{zu} + U_1 = -18,93 \text{ kJ}$$

$$\Rightarrow x = \frac{U_2 - u_f}{u_g - u_f}$$

$$\Rightarrow U_1 = 0,1 \text{ kg} (-333,458 + x (-0,045 + 333,458))$$

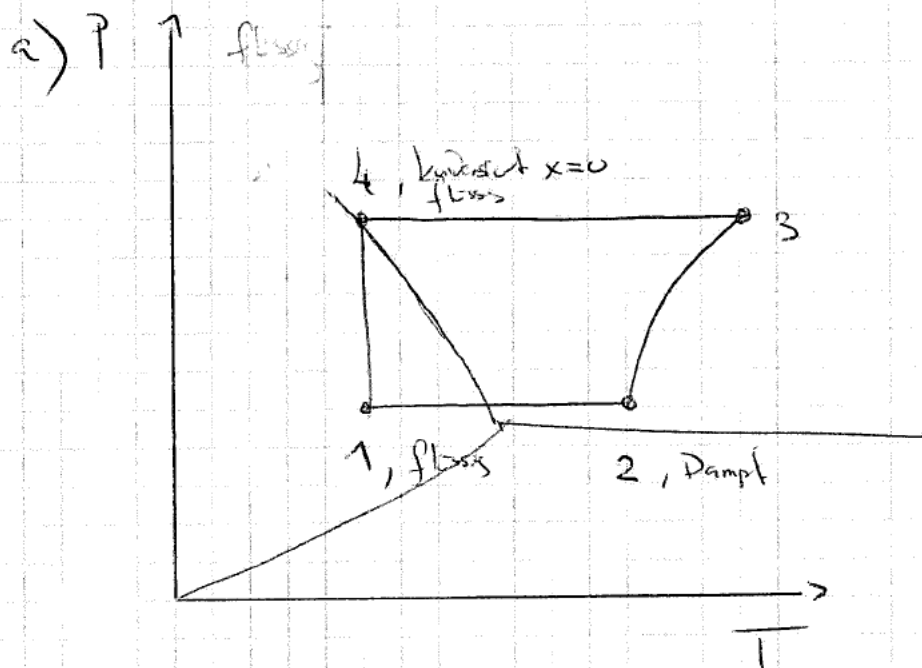
$$= -13,341 \text{ kJ}$$

$$\Rightarrow U_2 = U_1 + Q_{zu} = -12,255 \text{ kJ}$$

Aufgabe 3)

$$\Rightarrow x = \frac{v_2 - v_{\text{fest1}}}{v_{\text{flüssig}} - v_{\text{fest1}}} = 0,963 //$$

Aufgabe 4



b) Energie Bilanz über Verdichter $\rightarrow 2-3$

$$0 = \dot{m} [h_{\text{out}} - h_{\text{in}}] - W_t$$

$$\Rightarrow W_k = \dot{m} [h_{\text{out}} - h_{\text{in}}]$$

$$T_2: T_i = T_{\text{sat}} + 10 \text{ K}$$

$$T_2 = T_i - 6 \text{ K}$$

$$\Rightarrow T_i = \text{---} 20^\circ \text{C} \text{, aus Tabelle}$$

$$\Rightarrow T_2 = \text{---} 26^\circ \text{C}$$

$$\Rightarrow T_i = -10^\circ \text{C} \text{, aus Tabelle}$$

$$\Rightarrow T_2 = -16^\circ \text{C} \text{, } x=1 \text{ gesättigter Dampf}$$

$$\Rightarrow \text{TAB-A-10 } h_2 = h_{\text{out}} = 237,74 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Aufgabe 4)



b.2) $T_2 = -16^\circ\text{C}$
 $h_2 = 237,74 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ $p_3 = 8 \text{ bar}$

\Rightarrow reversibel

$\Rightarrow s_2 = s_3$

$s_2 = 0,9298 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} = s_3$

\Rightarrow TAB A-12, 8 bar

$s_{\text{sat}} = 0,9066^\circ\text{C}$, at $31,33^\circ\text{C}$

$s(20^\circ\text{C}) = 0,9374$

\Rightarrow interpolieren für T_3 :

$\Rightarrow T_3 =$

d)