

Aufgabe: 1

a) Die Temperatur muss nicht ansteigen

stationäre Fließprozess.

~~siedende Flüssigkeit ist kein Prozess~~

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{ein}}(\text{hein} - \text{haus}) + \dot{Q}_r + \dot{Q}_{\text{aus}} \quad \text{hein} - \text{haus} =$$

$$\dot{Q}_{\text{aus}} = \dot{m}_{\text{ein}}(\text{haus} - \text{hein}) - \dot{Q}_r$$

siedende Flüssigkeit als ~~seine~~ Wasser entnehmen

$$\begin{aligned} \text{Energie für haus} &= h_{fg}(100^\circ\text{C}) = 2257,0 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \\ \dot{m}_{\text{ein}} = 0,3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} &\quad \text{hein} = h_{fg}(70^\circ\text{C}) = 2333,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \\ \dot{Q}_r = 100 \text{ kW} & \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \text{aus} \\ \text{A-Z} \end{array} \right\}$$

$$\dot{Q}_{\text{aus}} = -123,04 \text{ kW}$$

b)

$$\bar{T} = \frac{\int_e^a T ds}{S_a - S_e} \quad S_a - S_e = \text{cif} \cdot \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$$

$$\int_e^a T ds = \text{cif} \cdot (S_a - S_e)$$

~~Wasser nicht~~

$$\bar{T} = \frac{T_1 + T_2}{2} = 283,75^\circ\text{C} \rightarrow \text{weil if mit konstanter cif}$$

c)

Geschlossene System über den Wandel

$$\dot{Q}_{\text{aus}} = -123,03 \frac{\text{kJ}}{\text{kw}} \quad \dot{S}_{\text{erg}} = \frac{\dot{Q}_{\text{aus1}}}{T_{\text{f1}}} - \frac{\dot{Q}_{\text{aus1}}}{T_{\text{f2}}} = 0,013 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

$$\overline{T}_{\text{f}} = 100^\circ\text{C}$$

$$\overline{T}_{\text{f1}} = 20^\circ\text{C}$$

d)

$$m_2 u_2 - m_1 u_1 = \cancel{\Delta m_{12} h_{12}} + \Sigma \cancel{h} = 0$$

$$m_2 u_2 - m_1 u_1 = \Delta m_{12} (h_2 - h_1)$$

weil

$\Delta h = \Delta u$

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

$$m_2 = m_1 + \Delta m_{12}$$

$$u_1 = x u_g + (1-x) u_f = 429,38 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$u_g = 2506,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$u_f = 478,94 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad \left. \right\} \text{aus A-2}$$

$$x = 0,005$$

$$u_2 = h_{fg_2}(70^\circ\text{C}) = 2333,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \rightarrow \text{A-2}$$

↓
weil

Volumänderung

$$h_1 = h_{fg}(20^\circ\text{C}) = 2454,1 \rightarrow \text{A-2}$$

$$h_2 = h_{fg_2}(70^\circ\text{C}) = 2333,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \rightarrow \text{A-2}$$

~~Draft~~ ~~2~~ ~~2~~ ~~m.~~

$$(m_1 + \Delta m_{12}) u_2 - m_1 u_1 = \Delta m_{12} (h_2 - h_1)$$

$$\Delta m_{12} (u_2 - h_2 + h_1) = m_1 u_1 - u_2 m_1$$

$$\Delta m_{12} = \frac{-m_1 u_1 + m_1 u_2}{u_2 - h_2 + h_1} = \frac{m_1 (u_1 + u_2)}{h_1}$$

$$\Delta m_{12} = 4468,31 \text{ kg}$$

Aufgabe: 1

e) $\Delta S = m_2 s_2 - m_1 s_1 = \Delta m_{12} \Delta s_{12} \dots$

$$m_2 = m_1 + \Delta m_{12} = 10223,31 \text{ kg}$$

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

$$s_2 = \text{ich weisse entropie von siedendem wasser also } s_2 = \frac{s_f + s_g}{2}$$

$$s_1 = x s_g + (1-x) s_f = 1,33719$$

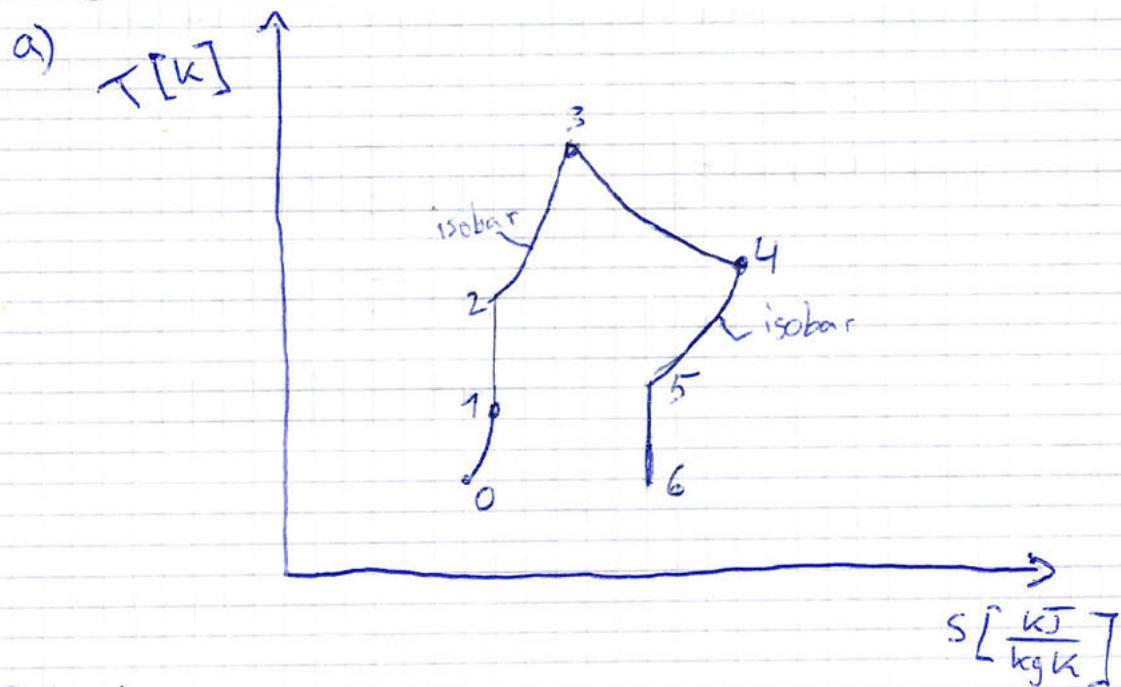
$$s_2 = 4,3551 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$s_g = 7,3549$$

$$\rightarrow \text{Aus A-2 } \Delta S = 36,828 \frac{\cancel{\text{MJ}}}{\text{kg K}}$$

$$s_f = 1,3063$$

Aufgabe: 2



Zustand 0:

$$T_0 = -30^\circ\text{C}$$

Zustand 1:

adiabat ~~reversibel~~

$$S_1 > S_0 \quad T_1 > T_0$$

Zustand 2:

adiabat, reversibel

$$S_2 = S_1$$

$$T_2 > T_1$$

Zustand 3:

isobar

$$T_3 > T_2$$

$$S_3 > S_2$$

Zustand 4:

$$T_4 < T_3$$

$$S_4 > S_3$$

irreversibel

Zustand 5:

$$S_5 < S_4$$

$$T_5 < T_4$$

Zustand: 6

$$S_6 = S_5$$

$$T_6 < T_5$$

b)

ausgesetzt $\Rightarrow p_{\text{ext}} = p_0$

$$\dot{Q} = \dot{m} \left(h_6 - h_5 + \frac{w_5^2 - w_6^2}{2} \right)$$

$$p_5 V_5 = RT_5$$

$$R = \frac{\bar{R}}{M} = 0,2867$$

\hookrightarrow aus A-1

$$V_5 = \frac{RT_5}{p_5}$$

$$V_5 = 2,48 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$\left(\frac{p_6}{p_5} \right)^{\frac{k-1}{k}} = \left(\frac{V_5}{V_6} \right)^{\frac{k-1}{k}} = \frac{T_6}{T_5}$$

$$\frac{V_5}{V_6} = \sqrt[k-1]{\frac{T_6}{T_5}}$$

$$T_6 = T_5 \left(\frac{p_6}{p_5} \right)^{\frac{1}{k-1}} = 328,07 \text{ K}$$

$$\hookrightarrow V_6 = 4,9317 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

Mstrom ist konstant

$$\dot{m}_{\text{ein}} = p_5 A_5 w_5 = p_6 A_6 w_6 \rightarrow A_5 = A_6 \rightarrow \text{Annahme } \cancel{\text{Festigkeits}} \\ (\text{keine andere Idee})$$

$$T_5 = 43,19 \text{ K} \quad v_5 = 2,48 \frac{\text{m}}{\text{kg}}$$

$$T_6 = 328,07 \text{ K} \quad v_6 = 4,9317 \frac{\text{m}}{\text{kg}}$$

$$w_6 = \frac{p_5}{p_6} w_5$$

$$s_9 = s_6$$

$$w_6 = \frac{v_6}{v_5} w_5$$

$$w_6 = 437,49 \text{ m/s}$$

c)

Keine Zeit mehr

:

:

:

Aufgabe: 3

$$a) A = \pi \cdot r^2 = \pi \frac{d^2}{4} = 7,85 \cdot 10^{-3} m^2$$

$$p_{g,1} \cdot A = m_{EW} \cdot g + 32 \cdot g + p_{\text{amb}} \cdot A$$

$$p_{g,1} = \frac{m_{EW} g}{A} + \frac{32 g}{A} + p_{\text{amb}}$$

$$p_{g,1} = 1,4 \text{ bar}$$

IG-Gesetz

$$R = \frac{\bar{R}}{M} = 0,16628 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$p_1 \cdot V_1 = R T_1$$

$$m_g = \frac{V_{g,1}}{V_{g,T}} = \frac{3,42 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{= 3,42 \text{ g}}$$

$$V_1 = \frac{R T_1}{p_{g,1}} = 0,918 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$V_{g,1} = 3,14 \text{ L}$$

- b) Wenn in Thermodynamische Gleichgewicht
 & gibt es noch Eis in der EW Mischung dann muss die Temperatur 0°C sein.

$$T_{g,2} = 0^\circ\text{C}$$

$p_{g,2} = p_{g,1} = 1,4 \text{ bar} \rightarrow$ weil noch die gleiche Gewicht von oben

c)

$$(u_{g,2} - u_{g,1}) m_g = Q_{12} - W_v$$

$$W_v = m \left\{ \int p dv \right\} \rightarrow \text{isobar}$$

$$W_v = m p_i (V_2 - V_1)$$

$$V_2 = \frac{R T_2}{p_{g,2}} = 0,324 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$W_v = -284,41 \text{ J}$$

$$V_1 = 0,918 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$u_{g,2} - u_{g,1} = c_v p_g (T_2 - T_1) = -36,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$p_1 = 1,4 \text{ bar} \quad m_g = 3,42 \text{ g}$$

$$Q_{12} = m_g (u_{g,2} - u_{g,1}) + W_v$$

$$Q_{12} = -1,3668 \text{ kJ} \leftarrow$$

$$|Q_{12}| = \underline{1366,8 \text{ J}}$$

$$d) \quad Q_{12} = 1366,8 \text{ J}$$

$$E_2 - E_1 = Q_{12}$$

$$U_2 - U_1 = Q_{12}$$

$$U_2 = x_2 U_{Fe} + (1-x_2) U_{FL} \rightarrow \text{aus Tab 1}$$

$$U_{Fe} = -333,458 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad U_{FL} = -0,045 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$U_1 = x_1 U_{Fe} + (1-x_1) U_{FL} = -200,808 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

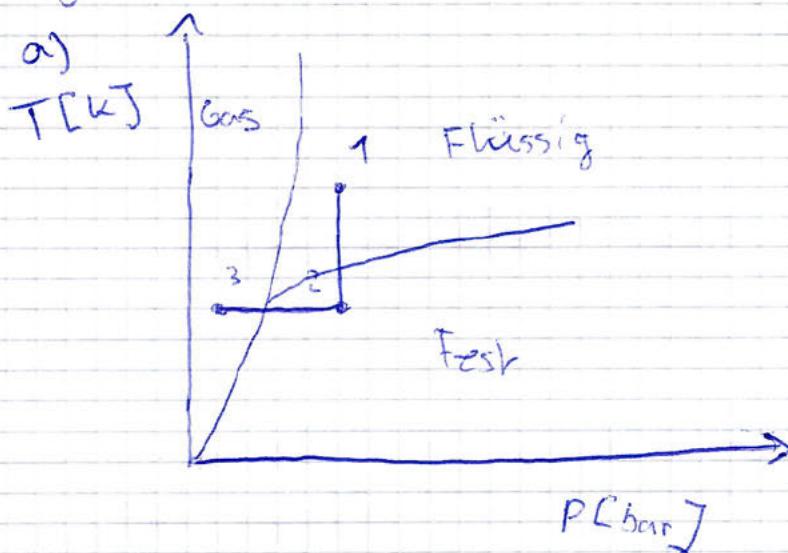
$$x_1 = 0,6$$

$$x_2 (U_{Fe} - U_{FL}) + U_{FL} - U_1 = Q_{12}$$

$$x_2 = \frac{Q_{12} + U_1 - U_{FL}}{U_{Fe} - U_{FL}}$$

$$x_2 = 0,598 \quad \cancel{\text{Berechnet}}$$

Aufgabe 4



isobar \rightarrow erst gefriert \rightarrow dann sublimiert
 \downarrow isobar \downarrow isotherm

b) $\dot{m}_{R123} (h_1 - h_3) + Q_{R2} = 0$

$$Q_{R2} = -\dot{m}_{R123} (h_2 - h_1) \rightarrow \dot{m}_{R123} = \frac{Q_{R2}}{h_2 - h_1}$$

isobare Verdampfung
 $1-2$ $G_k = T_v$

$2 \rightarrow 3$

gesättigter Dampf

adiabat
 reversibel

$$\dot{m}_{R123} (h_2 - h_3) + \dot{W}_k = \dot{W}_k$$

$$\dot{W}_k = -28 \text{ W}$$

$$\dot{m}_{R123} = \frac{\dot{W}_k}{h_2 - h_3}$$

~~Die Verdampfungstemperatur ist unbekannt~~

$$h_2 = \dots \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{Kann nicht finden}$$

$$h_3 \text{ (8 bar)}$$

$$s_2 = s_3$$

$$c) p_u = p_3 = 8 \text{ bar}$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{mass}} (h_u - h_1) \dots$$

$$d) E_k = \frac{|\dot{Q}_{\text{zu}}|}{|\dot{W}_F|}$$

$$\dot{Q}_{\text{zu}} = \cancel{\dot{m}_{\text{mass}}} \dot{Q}_k - \dot{Q}_{\text{AB}}$$

e) es würde konstant bleiben, nur Druck verändert sich.