

1. a.) Prozessreaktor ist isotherm, da im Kondensator auch

Energiebilanz Reaktor: $\dot{Q}_{aus} + \dot{Q}_R$

$$\text{stationär} \quad \dot{Q} = m(\text{he}-\text{ha}) + \dot{Q}_R - \dot{E}_{\text{krit},n} \quad \begin{array}{l} W=0 \rightarrow \text{harm. ggf.} \\ \rightarrow \text{durch Verdampfung} \\ \text{Feststoff} \end{array}$$

Wärme $T_e = 70^\circ\text{C}$ \rightarrow gerade siedend $\rightarrow h_f$

$$T_{\text{AB}} = 72 \quad L_f(T_{\text{ent}}) = 292,98 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\text{ha: gesättigter Flüssigkeit } T_{\text{as}} = 100^\circ\text{C} \quad h_f(T_{\text{as}}) = 419,07 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\dot{Q}_{aus} = m(\text{ha}-\text{he}) - \dot{Q}_R = -62,182 \text{ kW}$$

b) T_{UF} Mithilfetemperatur: $T = \frac{\int_e^a T ds}{s_a - s_e} = \frac{q_{\text{rev}}}{s_a - s_e}$

Da isobar im Kühlmantel

$$\text{Lsg: } q_{\text{rev}} = \dot{s}h \rightarrow \frac{\text{ha}-\text{he}}{s_a - s_e} = \frac{T_{\text{aus}} - T_{\text{en}}}{\ln\left(\frac{T_{\text{aus}}}{T_{\text{en}}}\right)}$$

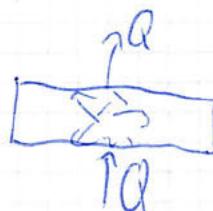
Uichflüssigkeit ideal Flüssigkeit

$$\rightarrow \text{isobar! } \dot{s}h = C_f^{\text{if}}(T_{\text{as}} - T_{\text{en}}) \rightarrow \text{effizient s. ch. raw}$$

$$\dot{s}s = C_f^{\text{if}} \ln\left(\frac{T_{\text{as}}}{T_{\text{en}}}\right) \quad T_{UF} = 293,12 \text{ K}$$

c.) S_{erg} \rightarrow Beim Wärmeübergang:

Ohne Massenflow, stationär



$$\dot{Q} = \sum \frac{\dot{Q}_i}{T_i} + S_{\text{erg}}$$

$$\dot{Q} = 62,182 \text{ kW}$$

$$\dot{S}_{\text{erg}} = - \sum \frac{\dot{Q}_i}{T_i} = - \frac{\dot{Q}_{\text{Ein}}}{T_{\text{reaktor}}} + \frac{\dot{Q}}{T_{UF}} = 451,5 \text{ W}$$

d.) Halboffenes System:

qnegative!
 $\dot{Q}_{\text{aw}, 35 \text{M3}}$ P $w=0$
 pmeddler

$$\Delta E = m_2 \cdot u_2 - m_1 \cdot u_1 = s_{\text{me}} \cdot h_e + \Sigma Q - \dot{E}_h$$

$$5755 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$T_{A1A-2} \quad p T_n = 100^\circ \text{C} \quad x = 0,005$$

$$h_n = h_f(T_n) + x \cdot \dot{h}_f(T_n) \cdot \frac{h_g(T_n)}{h_g}$$

~~$150,303 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$~~ $= 425,38 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$

h_e: gask. spezif. Flüssigkeit

T_{B1A2}

$$T_{e,n} = 20^\circ \text{C} \quad h_f(T_{e,n}) = 83,96 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$u_2 = u_f(T_2) = 252,95 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

System Flüssigkeit bei $T_2 = 70^\circ \text{C}$

$$(m_1 + s_{\text{me}} \cdot u_2 - h_n \cdot u_1) \neq s_{\text{me}} \cdot h_e + \dot{Q}$$

$$s_{\text{me}} \cdot u_2 - s_{\text{me}} \cdot h_e = \dot{Q} + m_1 \cdot u_1 - m_1 \cdot u_2$$

$$s_{\text{me}}(u_2 - h_e) = \dot{Q} + m_1(u_1 - u_2) \quad !!(u_2 - h_e)$$

$$s_{\text{me}} = \frac{\dot{Q} + m_1(u_1 - u_2)}{(u_2 - h_e)} = 3589,4 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

c.) $\Delta \text{Ex, str} = \text{exist,6} - \text{exist,0}$ -30°C $50\% \xrightarrow{\text{L}}$
 Auf niges bezogen $= (h_6 - h_0 - T_0(s_6 - s_0) + \frac{w_0^2}{2} - \frac{w_0^2}{2})$ $200 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
 Entropiestromung! \downarrow
 (ideal gas!) $\text{C}_{p,\text{luft}}(T_6 - T_0)$

$$T_0 = 243,15 \text{ K} \quad = 85,46 \frac{\text{hJ}}{\text{kg}} \quad S_6 - S_0 = \ln\left(\frac{T_6}{T_0}\right) \cdot C_{p,\text{luft}}$$

445571

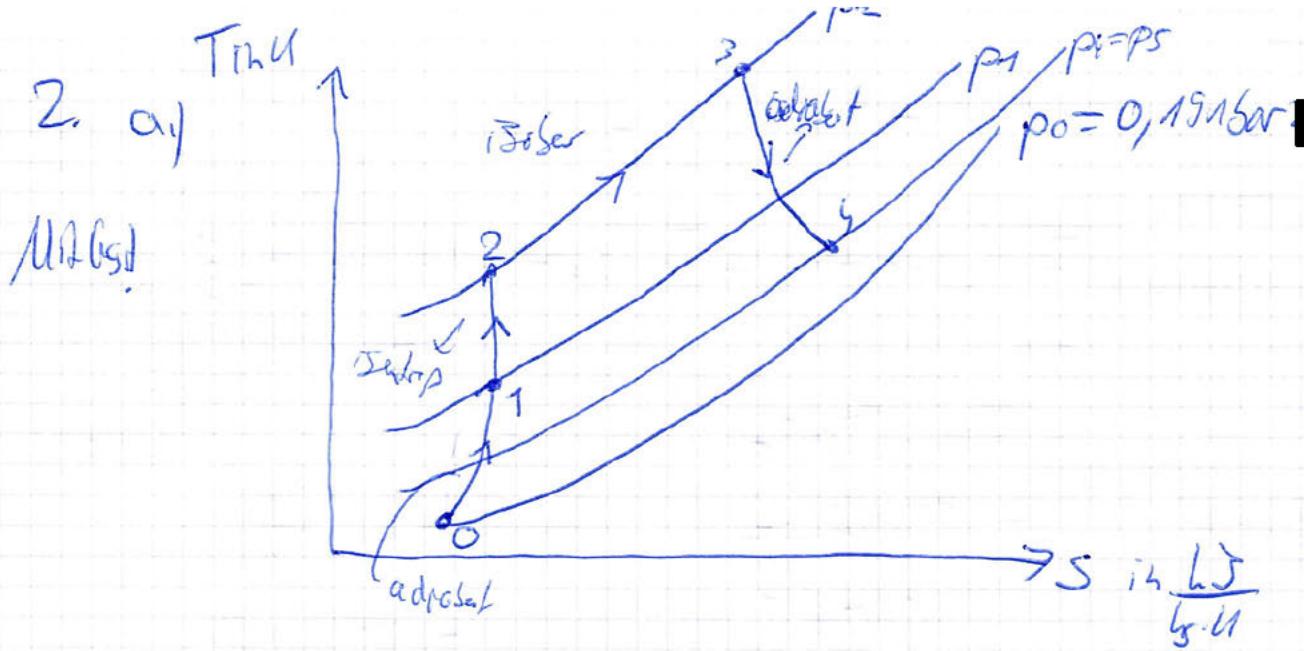
$$= 120,8 \frac{\text{hJ}}{\text{kg}} \quad p_0 = p_6!$$

$$= 301,4 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

d.) exerl des Triebwerks \rightarrow Gesamtsystem! Stacionär! $p_0 > p_6$
 Flussbilanz: $0 = \dot{m}(-\text{exist}) + \left(1 - \frac{T_0}{T_B}\right) \dot{q} - \dot{W}_t - \dot{E}_{t,vol}$ 0 in Gesamtluft
 $\dot{E}_{t,vol} = -\text{exist} + \left(1 - \frac{T_0}{T_B}\right) \cdot q_B \rightarrow 1155 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

$$\dot{E}_{t,vol} = -\text{exist} + \left(1 - \frac{T_0}{T_B}\right) \cdot q_B \rightarrow 1155 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$= 848,8 \text{ kJ} \quad \rightarrow 12094$$



b) $T_5 = 431,9 \text{ K}$, $p_5 = 0,5 \text{ bar}$, $w_5 = 220 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$

S-6 adiabat, reversibel \rightarrow Isentrop $n = k = 1,4$ $P_0 = P_6$

T_6 über Polytrope $T_6 = \left(\frac{P_6}{P_5}\right)^{\frac{n-1}{n}} \cdot T_5 = 328,1 \text{ K}$

Schubdose: $W=0$ $Q=0$, da adiabat

Stationär $0 = m (h_e - h_a + \frac{(w_e^2 - w_a^2)}{2})$ in engl

$$0 = h_e - h_a + \frac{w_e^2}{2} - \frac{w_a^2}{2}$$

$w_e = w_5$
 $w_a = w_6$

$$\frac{w_6^2}{2} = h_e - h_a + \frac{w_e^2}{2} \quad 1 \cdot 2 \checkmark$$

$$w_6 = \sqrt{2(h_e - h_a) + w_e^2} = 507,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

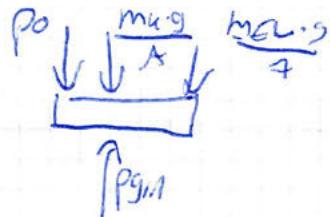
(durch Gs!)

Cp konst!

$$C_{p,\text{Wft}} = 10006 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$$

$$\begin{aligned} & Cp \cdot (T_5 - T_6) \\ & = 104,472 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \end{aligned}$$

3. a.) Im GGW \rightarrow Kraft



$$\text{Grundfläche haben } A = \pi \cdot r^2 = 785 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\text{Zylinder } r = \frac{d}{2}$$

$$p = \frac{F}{A}$$

$$p^{154} \nearrow 32 \text{ kg} \quad 70,1 \text{ kg}$$

$$p_{g,1} = p_0 + \frac{\text{Wksg}}{A} + \frac{\text{MEWkg}}{A} = 1,96 \text{ bar}$$

Perfect Gas!

$$pV = mRT$$

$$R = \frac{R}{M} = 166,28 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$m_{\text{sg}} = \frac{p_{g,1} \cdot V_{g,1}}{RT} = 3,42 \text{ g}$$

$$50 \frac{\text{kg}}{\text{mol}} = 50 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$$

b.) $x_{\text{H}_2} > 0$ Druck muss gleich bleiben! Da im neuem GGW p_0 Marschwert halben sind gleich

$$p_{g,2} = p_{g,1} = 1,96 \text{ bar}$$

Thermisches Gleichgewicht in Zustand 2!

Temperaturen sind gleich \rightarrow Eis bleibt 0°C , da

$$T_{g,2} = T_{g,1} = 0^\circ\text{C}$$

im Kondensatgefäß wird es kälter. ~~etwa -10°C~~

~~Erwärmung~~

c.) Perfect Gas

Energiebilanz:

$$V_2 = \frac{m_1 \cdot R \cdot T_2}{p_2} = 1,11 \text{ L}$$

$$\Delta E = m \cdot (U_2 - U_1) = Q - W$$

\downarrow Volumenarbeit \rightarrow Isobar!

$$\cancel{Q} \cancel{W} m(U_2 - U_1) + W = 775,31 \cancel{\text{J}} \quad \rightarrow -1366,63 \text{ J}$$

$$W \gg P_0 \cdot \Delta V = P_0 (V_2 - V_1)$$

$$C_V \cdot (T_2 - T_1) = - \cancel{1366,63 \frac{\text{J}}{\text{K}}} \quad \cancel{3161,63 \frac{\text{J}}{\text{K}}}$$

$$= -284,2 \text{ J}$$

$$|Q_{\text{ad}}| = -1360,63 \text{ J}$$

d) Wiss fest & flüssig ist inkompressibel \rightarrow Volumen EW constant

Energiebilanz EW

Anz aus Bas

$$P$$

$w=0$, da V_{constant}

$$\Delta E = m \cdot (U_2 - U_1) = Q - \cancel{W} \quad \text{In kJ/mol}$$

$T_{EW} = 0^\circ\text{C} \rightarrow$ konstant!

$$x_{\text{es}} = \frac{m_{\text{es}}}{m_{\text{ew}}} = 0,6$$

$$\cancel{x_{\text{es}}} \quad \downarrow U_{\text{Gesamt}}$$

$$x_{\text{flüssig}} = 1 - x_{\text{es}} = 0,4$$

$$U_2 = \frac{Q + m_{\text{ew}} U_1}{m_{\text{ew}}} = -185,1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Weizwähler $T_2 = 0^\circ\text{C}$ TAB1

$$x_{\text{flüssig}} = \frac{U_2 - U_{\text{fest}}(T_2)}{(U_{\text{flüssig}}^{(T_2)} - U_{\text{fest}}(T_1))} = 0,448$$

$$x_{\text{fest}} = 1 - x_{\text{flüssig}} = 0,552$$

e.) ΔS_{12} ~~Halboffenes System~~

Alles siedet flüssig!

Vollständig gesättigte

$$\Delta S_{12} = m_2 s_2 - m_1 s_1 = 1,4 \frac{J}{K} \xrightarrow[m_1=1402,63]{m_2=1411,3} \text{Flüssigkeit bei Siedetemperatur}$$

\downarrow
 $g_{344,4}$

\downarrow
 $s_{5755,65}$

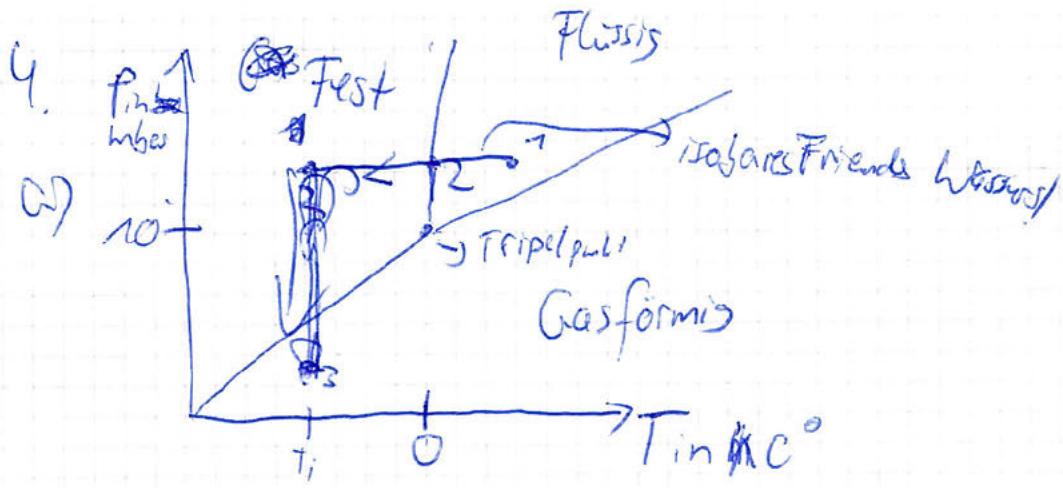
$\xrightarrow[A-2]{T_2=70^\circ\text{C}}$

$\xrightarrow{T_1=100^\circ\text{C}}$

$$s_2 = sf(T_1) = 13069 \frac{J}{kg \cdot K}$$

$$s_2 = sf(T_2) = 0,9549 \frac{J}{kg \cdot K}$$





$$5.) \dot{W}_h = 2\dot{W}_t$$

Energiebilanz Stationär: $0 = m(h_2 - h_3) - \dot{W}_t$

adiabat + reversibel

$$\dot{Q} = 0$$

$$\dot{W}_t = m(h_2 - h_3)$$

$$\dot{i}_t = \frac{\dot{W}_t}{(h_2 - h_3)}$$

h_2 : gesättigt

Luft mit Kondensat! TAB 16

$\hookrightarrow T \neq \text{Kontakt } T_i$

z.B. x_9

$$p_3 = 850 \text{ hPa} \quad T_2 = -16^\circ\text{C}$$

$$\text{Setup} \rightarrow s_2 = s_3 = 0.923 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$s_{2t} = s_{2f}(i_2) = \cancel{0.923} \frac{h_2}{h_2 - h_3}$$

TAB 17 Interpolation $p_3 = 854$

~~$$h_{f,0,2} + (h_{g,p_3} - h_f(p))$$~~

$$h_3 = 257,06 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$= h(\text{sat}) + x(h_{40^\circ\text{C}})$$

$$x = \frac{s_2 - s_f(p_3)}{s_g(p_3) - s_f(p_3)} = \frac{0.923 - 0.854}{0.923 - 0.854} = 0.74$$

$$x = \frac{s_2 - s_{40^\circ\text{C}}}{s_{40^\circ\text{C}} - s(\text{sat})} = 0.75$$

$$T = 311.3$$

c) $\text{dose } T_2 = T_1$