

Aufgabe 1

a) stat. Fließprozess:

$$\dot{Q} = m_{KF} \cdot [h_e - h_a + \frac{w_e^2 - w_a^2}{2} + g \cdot (z_e - z_a)] + \dot{Q}_{KF}$$

$\dot{Q}_K = -\dot{Q}_{ans}$

Statt Pum Reaktor: (da Systemmasse konst, $m_{in} = m_{aus}$)

$$\dot{Q} = m_{in} \cdot (h_e - h_a + \frac{w_e^2 - w_a^2}{2} + g \cdot (z_e - z_a)) + \dot{Q}_{ans} + \dot{Q}_R - \dot{W}$$

$\dot{Q}_{ans} =$

$$h_e = h_f @ 70^\circ C \stackrel{(A-2)}{=} 232,98 \frac{kJ}{kg}$$

$$h_a = h_f @ 10^\circ C \stackrel{(A-2)}{=} 419,04 \frac{kJ}{kg}$$

$$+ \dot{Q}_{ans} = 0,3 \frac{kg}{s} \cdot (232,98 \frac{kJ}{kg} - 419,04 \frac{kJ}{kg}) + 100 \frac{kW}{s}$$

$$= \underline{\underline{+62,182 kW}}$$

b)

$$\rho_A = \bar{T} = \frac{\int_e^a T ds}{S_u - S_e} = \frac{\int_e^a T ds}{\text{ideale Flüssigkeit}}$$

$$c) \dot{Q} = m(s_e - s_a) + \frac{-\dot{Q}_{aus}}{T_{KF}} + \dot{S}_{erz}$$

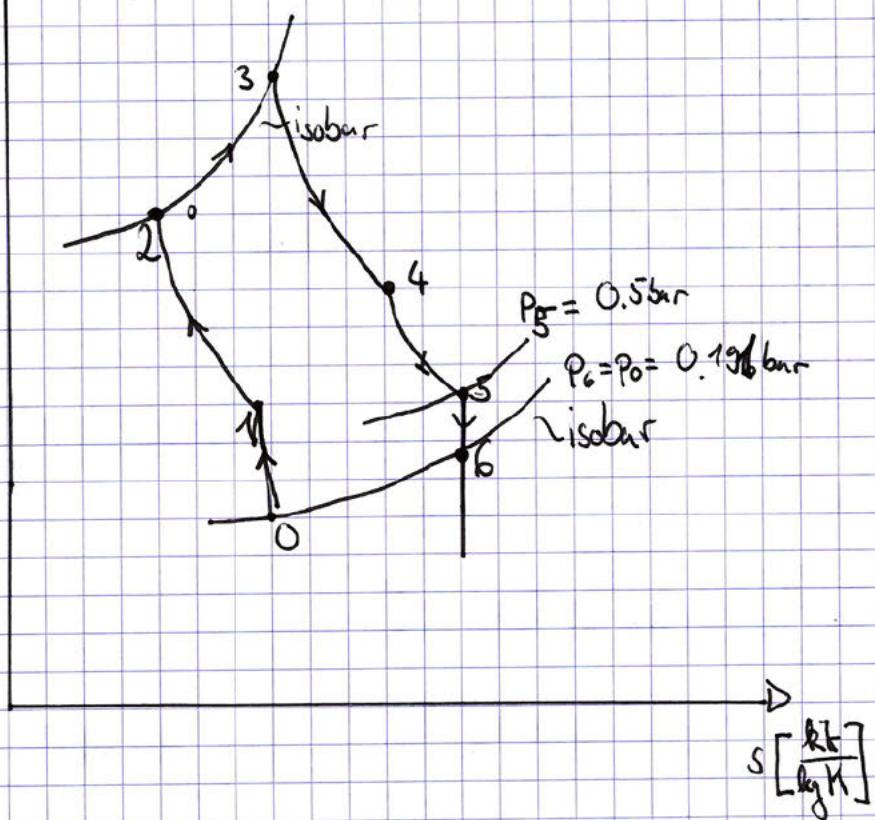
$$\dot{S}_{erz} = m(s_a - s_e) + \frac{\dot{Q}_{aus}}{T_{KF}}$$

$$\dot{Q} = m(h_e - h_a) + \dot{Q}_{aus}$$

$$m = \frac{\dot{Q}_{aus}}{h_a - h_e} = \underline{62,182 \frac{kg}{W_{aus}}}$$

Aufgabe 2

a) $T [K]$



b) Energiedichte stat. Fließprozess:

$$Q = \dot{m} \cdot (\underline{h_5 - h_6})$$

$$\frac{T_6}{T_5} = \left(\frac{P_6}{P_5} \right)^{\frac{n-1}{n}} \Rightarrow T_6 = T_5 \cdot \left(\frac{P_6}{P_5} \right)^{\frac{n-1}{n}} = 431,9 K \cdot \left(\frac{0,191 \text{ bar}}{0,5 \text{ bar}} \right)^{\frac{0,4}{1,4}}$$

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

Energiebilanz stat. FP:

$$0 = \dot{m} \left(h_5 - h_6 + \frac{(w_5^2 - w_6^2)}{2} + q \cdot (z_5 - z_6) \right) + \sum_j Q_j - \sum_n W_{th}$$

$$= 0 \quad (= 0 \text{ (adib.)}) \quad (= 0 \text{ (Diss.)})$$

$$0 = \dot{m} \left(h_5 - h_6 + \frac{(w_5^2 - w_6^2)}{2} \right) \quad // : \dot{m}$$

$$0 = h_5 - h_6 + \frac{(w_5^2 - w_6^2)}{2}$$

$$(h_6 - h_5) \cdot 2 = w_5^2 - v_6^2$$

$$w_6^2 = w_5^2 - 2(h_6 - h_5) \quad \text{da } c_p \text{ konstant & ideales Gas}$$

$$v_6 = \sqrt{v_5^2 - 2 \cdot c_p \cdot \ln(T_6 - T_5)}$$

$$= \sqrt{220^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} - 1,006 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot (328,07 \text{K} - 243,15 \text{K})}$$

$$= 507,25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{c)} \quad e_{x,\text{str},6} = h_6 - h_0 - T_0 \cdot (s_6 - s_0) + k e_6 + p e_6 = 0 \quad T_0 = (273,15 \text{K} - 30 \text{K}) = 243,15 \text{K}$$

$$e_{x,\text{str},0} = h_0 - h_0 - T_0 \cdot (s_0 - s_0) + k e_0 + p e_0 = 0$$

$$\Delta e_{x,\text{str}} = h_6 - h_0 - T_0 \cdot (s_6 - s_0) + k e_6 - k e_0 = 0 \quad (p_6 = p_0); \ln(1) = 0$$

$$= c_p \cdot (T_6 - T_0) - T_0 \cdot (c_p \cdot \ln(\frac{T_6}{T_0}) - R \cdot \ln(\frac{p_6}{p_0})) + k e_6 - k e_0 = \frac{w_6^2}{2}$$

$$= 1,006 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} (328,07 \text{K} - 243,15 \text{K}) - 243,15 \text{K} \cdot 1,006 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot \ln \left(\frac{328,07 \text{K}}{243,15 \text{K}} \right)$$

$$+ \frac{(507,25 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2} - \frac{(200 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2}$$

$$= \underline{\underline{120,808 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}}$$

d)

Aufgabe 3

a) Vereinfacht:



$$A_{\text{zylinder}} \approx A = \pi \cdot \frac{D^2}{4} = \pi \cdot 25 \text{ cm} = \frac{1}{400} \pi \text{ m}^2$$

Kräftegleichgewicht:

$$\begin{aligned} R &= \frac{\bar{R}}{Mg} \\ &= \frac{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}}{50 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}} \\ &= 0,16628 \frac{\text{kg}}{\text{J/K}} \end{aligned}$$

$$P_{g,1} \cdot A = (m_K + m_EU) \cdot g + p_{\text{amb}} \cdot A$$

$$P_{g,1} = \frac{g \cdot (m_K + m_EU) + p_{\text{amb}}}{A}$$

$$= \frac{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\frac{\pi}{400} \text{ m}^2} \cdot (32,1 \text{ kg}) + 10^5 \text{ Pa}$$

$$= \underline{\underline{1,4009 \text{ bar}}}$$

$$\begin{aligned} T_{g,1} &= 500 \text{ K} + 273,15 \text{ K} \\ &= 773,15 \text{ K} \end{aligned}$$

$$p_1 \cdot V_1 = m_g \cdot R \cdot T_1$$

$$m_g = \frac{p_1 \cdot V_1}{R \cdot T_1} = \frac{140090 \text{ Pa} \cdot 3,14 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{0,16628 \frac{\text{kg}}{\text{J/K}} \cdot 773,15 \text{ K}} = \underline{\underline{3,422 \text{ g}}}$$

b) Der Druck $p_{2,g} = p_{1,g}$, da die Bio die Masse & den Umgebungsdruck nicht verändert.

Da noch immer Eis vorhanden ist ($x > 0$) & im Zustand 2

ein thermodynamisches Gleichgewicht herstellt ist die Temperatur

des Gases, gleich der des Eiswassers und somit 0°C bzw. $273,15 \text{ K}$.

aus der Tabelle

c) geschlossenes System:
 $p_e, p_e = 0$

$$E_2 - E_1 = Q_{12} - W_{V,12}$$

$$U_2 - U_1 = Q_{12} - W_{V,12}$$

$$\begin{aligned} U_2 &= \frac{m \cdot R \cdot T_2}{P_2 (= P_1)} \quad 0^\circ\text{C} \\ &= \frac{3,422 \text{ g} \cdot 0,16628 \frac{\text{J}}{\text{gK}} \cdot 273,15 \text{ K}}{140090 \text{ Pa}} \end{aligned}$$

$$= \underline{\underline{1,11 \text{ L}}}$$

$$W_{V,12} = \int_1^2 p dV \quad (p \text{ ist konst.})$$

$$= \int_{3,14 \cdot 10^{-3}}^{1,1 \cdot 10^{-3}} 1,4 \frac{\text{bar}}{\text{m}^3} dV$$

$$= 1,4009 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot (1,1 \cdot 10^{-3} - 3,14 \cdot 10^{-3}) \text{ m}^3$$

$$= -284,47 \frac{\text{J}}{\text{g}} \cdot \text{m} = \underline{\underline{-973,16 \frac{\text{J}}{\text{g}}}}$$

$$\Leftrightarrow U_2 - U_1 + V_{V,12} = Q_{12} \quad // (\text{perfektes Gas})$$

$$Q_{12} = c_V \cdot (T_2 - T_1) + V_{V,12}$$

$$= 0,633 \frac{\text{J}}{\text{gK}} \cdot (273,15\text{K} - 273,15\text{K}) \cdot 3,422 \text{ g} - 973,16 \frac{\text{J}}{\text{g}}$$

$$= \underline{\underline{-2056 \frac{\text{J}}{\text{g}}}}$$

d) Geschlossenes System Eis/Wasser:

$$U_{2,w} - U_{1,w} \xrightarrow{\text{(keine Kp)}} = 0 \quad (\text{inkompressibel Dichteunterschied vernachlässigbar})$$

$$E_2 - E_1 = -Q_{12} - \cancel{\lambda w_v}$$

$$U_{2,w} - U_{1,w} = -Q_{12}$$

$$m \cdot (U_{2,w} - U_{1,w}) = -Q_{12}$$

$$U_{2,w} = \underline{\underline{-\frac{Q_{12}}{m}}} + U_{1,w}$$

$$= 2056 \frac{\text{J}}{\text{g}} - 200,09 \frac{\text{J}}{\text{g}}$$

$$= \underline{\underline{400,73 \frac{\text{J}}{\text{g}}}}$$

$$\cancel{\lambda w_v} = \cancel{\lambda p_{\text{atm}} +}$$

$$P_w = P_{\text{amb}} + 30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$= 1 \text{ bar} + 30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot \frac{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\frac{\pi}{400} \text{ m}^3}$$

$$= 1,3997 \text{ bar} \approx 1,4 \text{ bar}$$

$$U_1 = U_{f,1,1,\text{bar}} + x (U_{f,1,1,\text{bar}} - U_{f,1,1,\text{bar}})$$

$$= (-0,045 + 0,6 (-333,458 + 0,045)) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$= -200,09 \frac{\text{J}}{\text{g}}$$

Vorsetzung auf anderen Blatt!

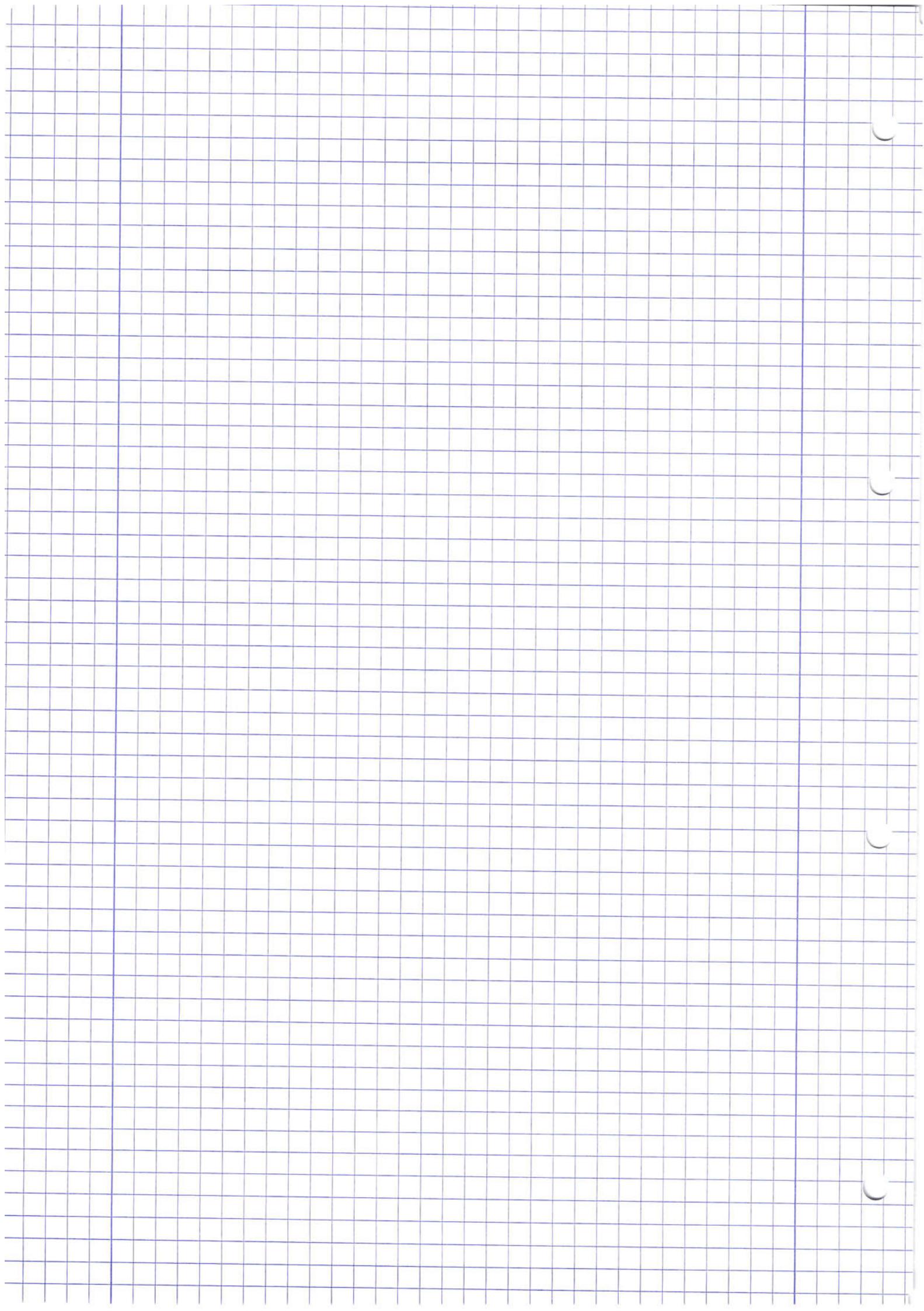
Aufgabe 3

d) Verteilung:

$$U_{2,v} = U_{f,14\text{bar},v} + x_2 \cdot (U_{fe,14\text{bar}} - U_{fl,14\text{bar}})$$

$$x_2 = \frac{U_{2,v} - U_{f,14\text{bar},v}}{(U_{fe,14\text{bar},v} - U_{fl,14\text{bar},v})} = \frac{\frac{400,73 \frac{kJ}{kg}}{R_f} + 0,029 \frac{kJ}{kg}}{(-333,458 + 0,045) \frac{kJ}{kg}}$$

$$= -1,202 \rightarrow \text{Erfas ist falsch}$$



Aufgabe 4

a) P^0 [bar]

i

