

# Aufgabe 1:

~~+  $\dot{Q}_{\text{Aus}}^{\text{O}}$~~

$$a) \text{St. PR} \geq 0 \geq m_{\text{ein}} \cdot h_e - m_{\text{aus}} \cdot h_{\text{aus}} + \dot{Q}_R - \dot{Q}_{\text{Aus}}$$

$$\Rightarrow \boxed{\dot{Q}_{\text{Aus}} = m_{\text{ein}} \cdot (h_e - h_{\text{aus}}) + \dot{Q}_R}$$

siedende Flüssigkeit beide am Ein- und Ausgang

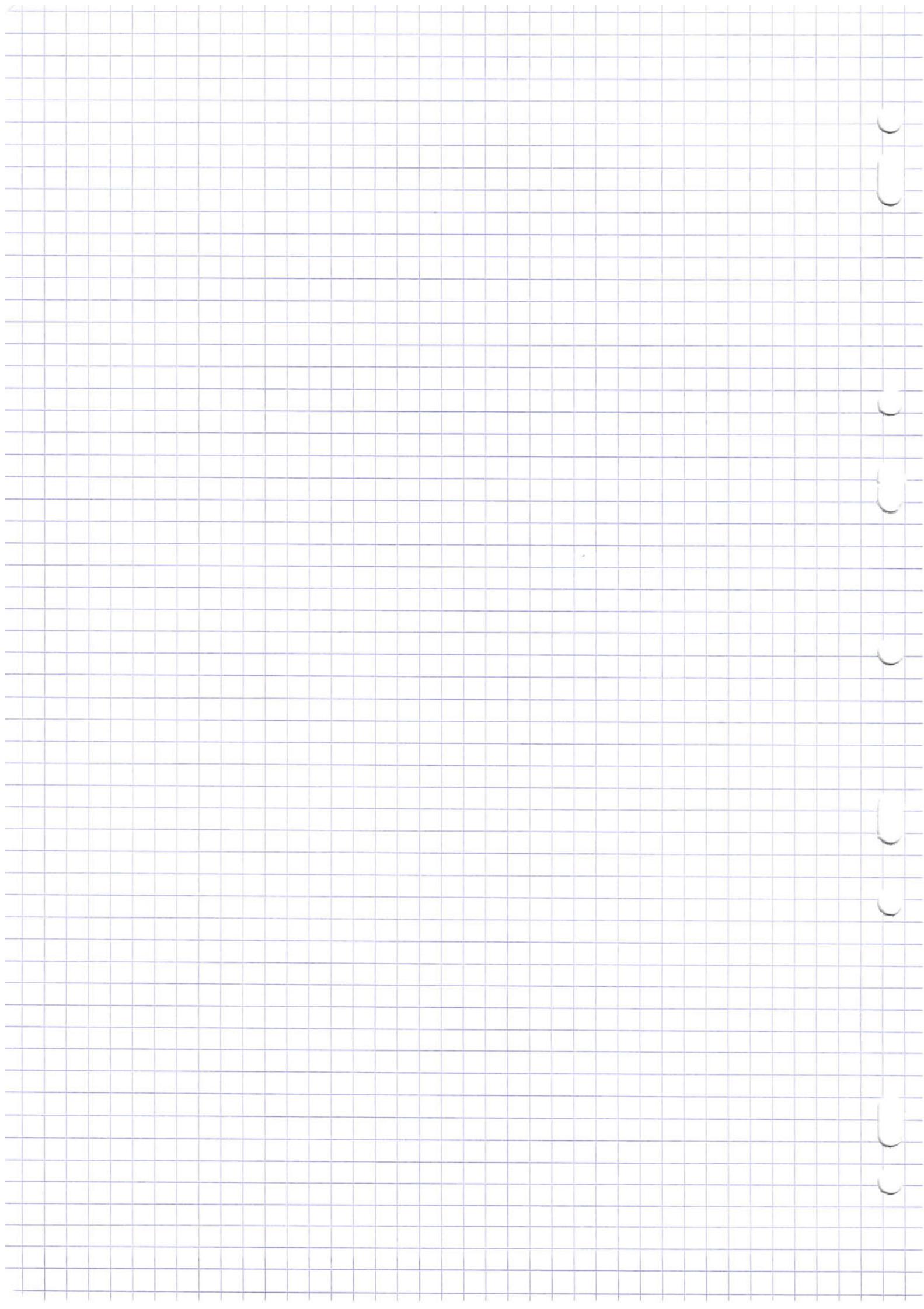
$$\Rightarrow x_0 \geq 0; x_f \geq 1 \text{ jeweils}$$

für TAB A-2:  $h_e = h_f(@70^\circ\text{C}) = 292,98 \text{ kJ/kg}$

$$h_{\text{aus}} = h_f(@100^\circ\text{C}) = 419,04 \text{ kJ/kg}$$

$$\Rightarrow \boxed{\dot{Q}_{\text{Aus}} = 0,3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot (292,98 - 419,04) \text{ kJ/kg} + 100 \text{ kJ/s}}$$

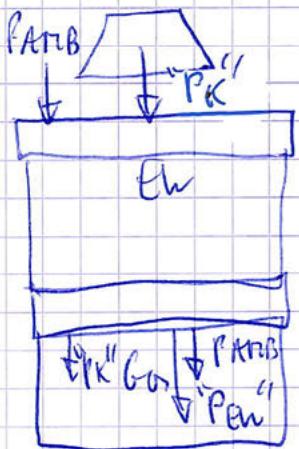
$$b) \bar{T} = \frac{\int_e^a T \, d\tau}{s_a - s_e} =$$



### Aufgabe 3:

a) FBD:

$$P_1 = P_{AMB} + P_K + P_{EW} = P_{AMB} + \frac{g \cdot (m_k + m_{ew}) \cdot u}{\pi D^2}$$



$$P_K = \frac{m_k \cdot g}{\pi \frac{D^2}{4}} \quad ; \quad P_{EW} = \frac{m_{ew} \cdot g}{\pi \frac{D^2}{4}}$$

$$\Rightarrow P_1 = 10^5 N/m^2 + \frac{9,81 \cancel{m^2} \cdot (32 + 0,1) kg \cdot u}{\pi \cdot 0,1 \cancel{m}^2} = 1,401 \cdot 10^5 N/m^2 \\ > 1,401 \text{ bar}$$

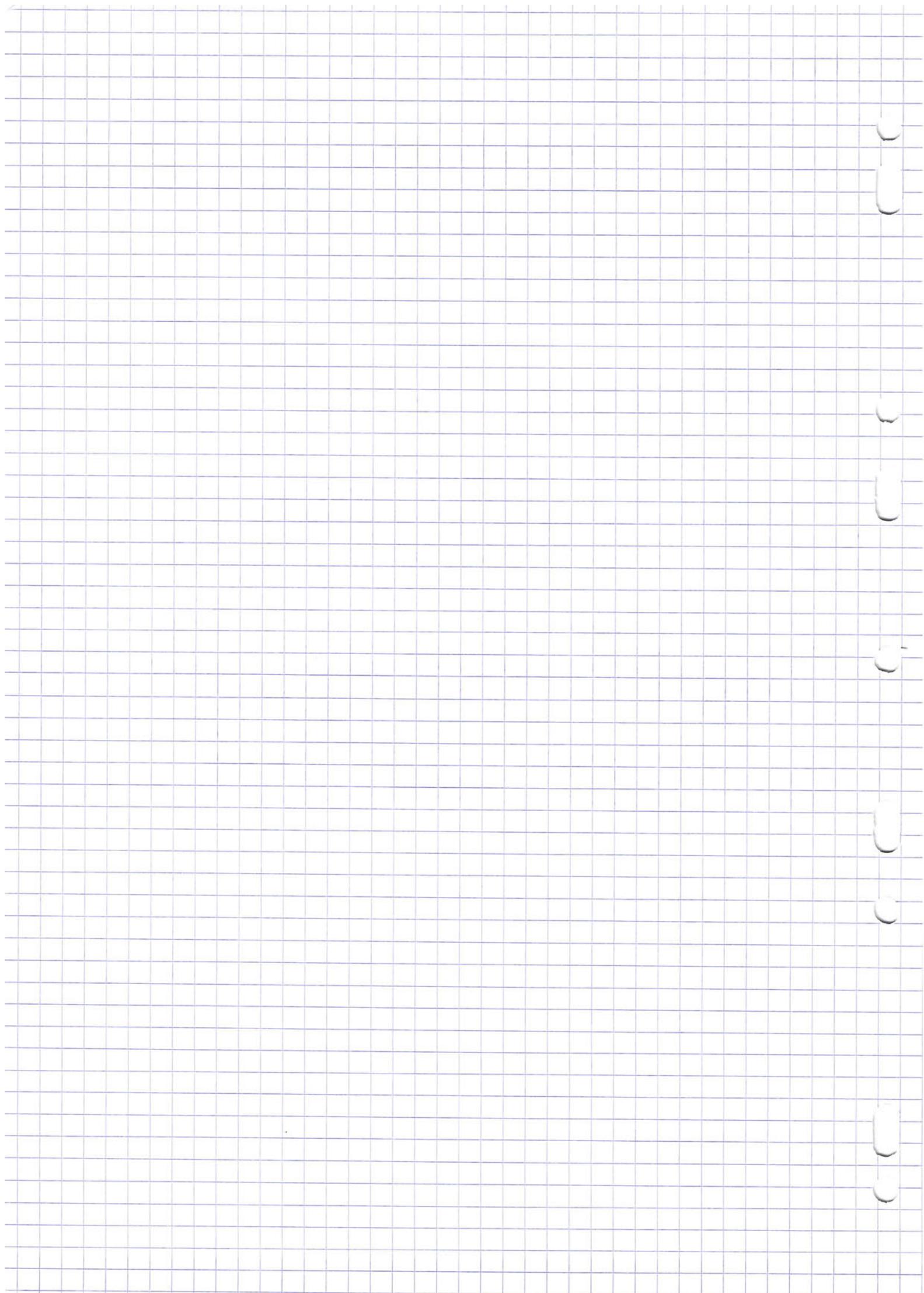
- $b_{cr} \leq D$  oder  $b_{cr} \gg D$  perfekt!

$$\Rightarrow P_{g,1} \cdot v_{g,1} = R_g \cdot T_{g,1} \Rightarrow v_{g,1} = \frac{R_g \cdot T_{g,1}}{m_g} \quad \text{von Textbuchfeld}$$

$$\Rightarrow m_g = \frac{V_{g,1} \cdot P_{g,1}}{R_g \cdot T_{g,1}} = \frac{V_{g,1} \cdot P_{g,1} \cdot n_g}{R \cdot T_{g,1}} = 3,14 \cdot 10^{-3} m^3 \cdot 1,5 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2} \cdot \frac{500 \text{ g}/\text{mol}}{8,314 \cdot \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} \cdot (500 + 273,15) \text{ K}$$

$$\Rightarrow m_g = 3,664 \text{ g}$$

(1) St. FP: 0 =



W?

## Aufgabe 4

b) Sublimation:  $(f) \rightarrow (g) \Rightarrow p = 1 \text{ mbar} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ bar} = 10^3 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}$   
 $= 10^2 \text{ Pa} = 0,1 \text{ hPa} = \text{zute während Sublimation!!}$

Aus TAB A-6: Interpolation:  $T(P=0,1 \text{ hPa}) = T(P=0,1035 \text{ hPa}) - \frac{T(0,1035 \text{ hPa}) - T(0,0853 \text{ hPa})}{0,1035 - 0,0853} \cdot (0,1 - 0,0853) \text{ hPa} = 22^\circ\text{C} \approx 20,385^\circ\text{C} \geq T_{\text{sub.-punkt}}$

$T_2 = T_{\text{sub.-punkt}} + 20 \text{ K} = 20,385^\circ\text{C} ??$  Dann noch  $p \neq \text{diagramm}$   
 $\hookrightarrow 20 \text{ K über Sublimationspunkt!}$

$\Rightarrow T_i = T_{\text{sub.-punkt}} = 20,385^\circ\text{C} \approx 20^\circ\text{C}$  wenn man es vom Diagramm abliest.

Prozess 1-2: Verdampfen  $\Rightarrow T_{\text{verdampfen}} = T_i - 6 \text{ K} = 26^\circ\text{C}$   
 da im N-D-Bereich!

Stationär fließendes Prozess:  $0 = \dot{m}_{R-234a} \cdot [h_1 - h_2 + \frac{\dot{Q}_K^2 - \dot{Q}_{Ab}^2}{2} + g(z_2 - z_1)]$   $+ \dot{Q}_K$   
 $\Rightarrow \dot{m}_{R-234a} = - \frac{\dot{Q}_K}{h_2 - h_1} \Rightarrow \boxed{\frac{\dot{Q}_K}{h_2 - h_1}} \quad (I)$   $h_1 = h_2; h_2 \geq h_1$   
 $\otimes \text{ vernachlässigt!}$

$$\dot{Q}_K ?? \quad \text{Wir wissen } \dot{W}_{Kp} = \dot{Q}_{2u} - \dot{Q}_{Ab} = \dot{Q}_K - \dot{Q}_{Ab}$$

$$(II) \quad \boxed{\dot{Q}_{Ab} = \dot{Q}_K - \dot{W}_{Kp}} \quad \text{II}$$

$$\otimes \dot{W}_{Kp} = \dot{Q}_{2u} - \dot{Q}_{Ab} \cdot \frac{d}{dt} \Rightarrow \dot{W}_{Kp} = \dot{Q}_{2u} - \dot{Q}_{Ab}$$

$$\cdot \underline{\text{Prozess 3-4:}} \quad 0 = \dot{m}_{R-234a} \cdot [h_3 - h_4] - \dot{Q}_{Ab} \Rightarrow \dot{m}_{R-234a} = \frac{\dot{Q}_{Ab}}{h_3 - h_4}$$

$$(III) \Rightarrow \dot{m}_R = \frac{\dot{Q}_K - \dot{W}_K}{h_3 - h_4} \Rightarrow \dot{Q}_K = \dot{m}_R \cdot (h_3 - h_4) + \dot{W}_K \quad (III)$$

$$(III) \Rightarrow (I) \Rightarrow \dot{m}_R = \frac{\dot{m}_R \cdot (h_3 - h_4) + \dot{W}_K}{h_2 - h_1}$$

$$\Rightarrow \dot{m}_R \cdot \left( 1 + \frac{h_4 - h_3}{h_2 - h_1} \right) = \frac{\dot{W}_K}{h_2 - h_1}$$

$$\Rightarrow \dot{m}_R \cdot \left( \frac{h_2 - h_1 + h_4 - h_3}{h_2 - h_1} \right) = \frac{\dot{W}_K}{h_2 - h_1}$$

$$\Rightarrow \dot{m}_R = \frac{\dot{W}_K}{h_2 - h_1 + h_4 - h_3} = \frac{28 \text{ kJ/s}}{(232,62 - 16,82 + 93,42 - 264,15) \text{ kJ/kg}}$$

An TAB A-20: @  $T = T_1 = T_2 = 0^{\circ}\text{C}$ ,  $h_g = h_2 = 232,62 \text{ J/kg}$ ,

An TAB A-22:

$$h_2 = h_f = 16,82 \text{ J/kg}$$

@  $P_3 = 8 \text{ bar} \approx \text{cste}$

$$h_3 = h_g = 264,25 \text{ J/kg}; h_4 = h_f = 93,42 \text{ J/kg}$$

$$\Rightarrow \dot{m}_R = 0,6352 \text{ kg/s} \neq 4 \text{ kg/h}$$

$$\Rightarrow \dot{m}_{R-1340} = 0,6352 \text{ kg/s}$$

c) yes 1: adiabatic, reversible ~~Adiabatic~~ Entropy  $\Rightarrow h =$

#### Aufgabe 4:

a) Schritt 1: vom Kühlmittel

P



c)  $x_2 =$

- Aufgabe 4:

$$\dot{m}_R = \dot{n} h_g / h = \dot{n} \cdot 20^3 g / 3,205 \approx 1,333 \text{ g/s}$$

d)  $\dot{Q}_{ob} = \dot{m}_R \cdot 1340 \cdot (h_3 - h_4)$   
an 4. b)

$$\dot{Q}_{zu} = \dot{Q}_K = \dot{W}_K + \dot{Q}_{ob}$$

$$\epsilon_K = \frac{|\dot{Q}_{zu}|}{|\dot{Q}_{ob}| - |\dot{Q}_{zu}|} = \frac{|\dot{W}_K + \dot{m}_R \cdot (h_3 - h_4)|}{|\dot{m}_R \cdot (h_3 - h_4)| - |\dot{W}_K + \dot{m}_R \cdot (h_3 - h_4)|}$$
$$= \frac{|2,8 \text{ J/s} + 1,333 \text{ g/s} \cdot (264,15 - 93,42) \text{ J/g}|}{|1,333 \text{ g/s} \cdot (264,15 - 93,42) \text{ J/g}|} \approx 9,128$$

c)  $\Delta E_F = 0 = \dot{m}_R \cdot [h_2 - h_1] \cdot \dot{W}_{4,2}$

$$\dot{W}_{4,2} = \int_1^2 p dV = \dot{m}_R \cdot \frac{\frac{R}{k_B} \cdot (T_2 - T_1)}{1 - f_{\text{u}}}$$

n istkon!!

$$\text{für } k = \frac{c_p}{G_g} \text{ für R-134-a}$$

