

# Aufgabe 1

a)  $\dot{Q}_{aus} = mc\Delta T$

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

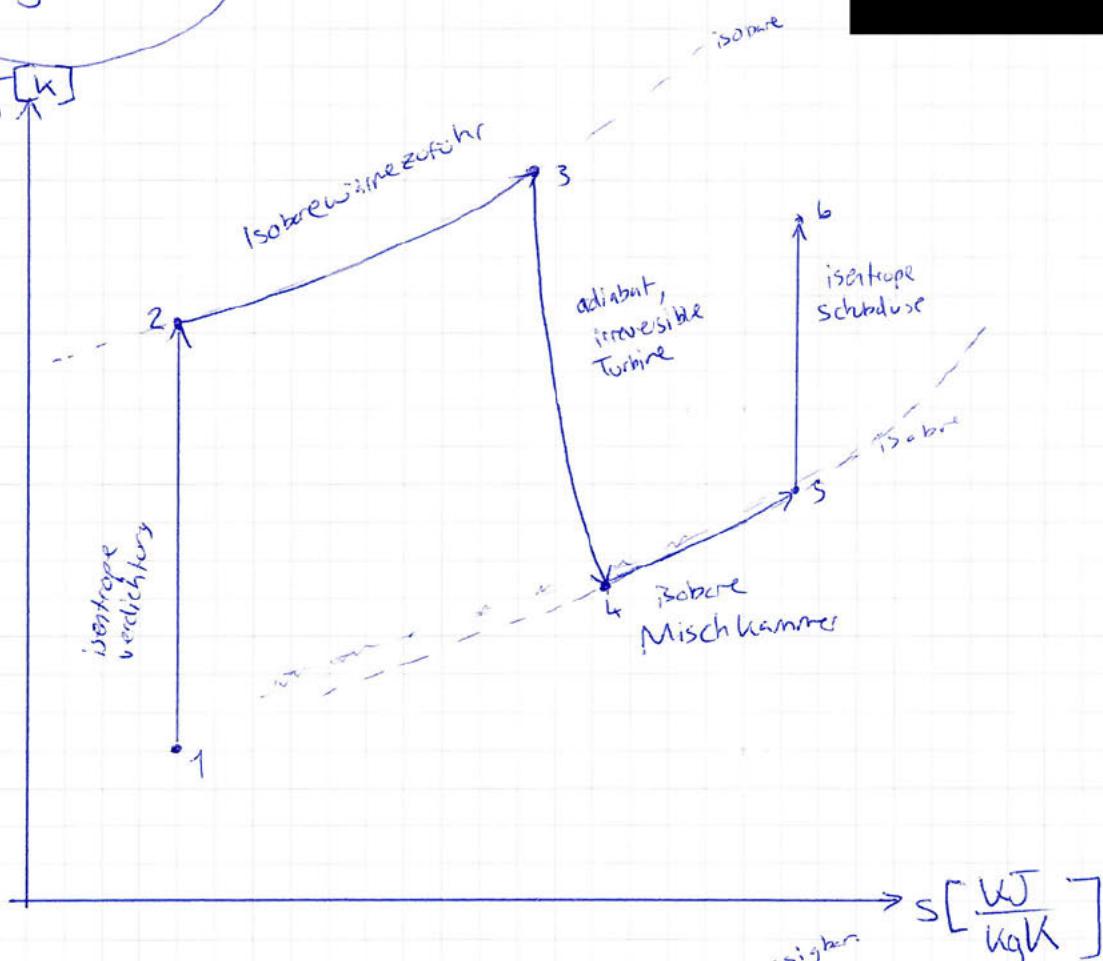
$$\begin{aligned}\dot{Q} &= m(s_e - s_a) + \frac{\dot{Q}_{aus}}{\bar{T}} + \dot{s}_{er,z} \\ &- \left( \frac{m(s_e - s_a) - \dot{s}_{er,z}}{\dot{Q}_{aus}} \right) \cdot \dot{Q}_{aus} = \bar{T}\end{aligned}$$

d)  $m_2 u_2 - m_1 u_1 = \text{Mehrk.} + Q - W$

~~ax~~  $\Delta m_{\text{g}} = \text{Mehk.} = m_2 - m_1$

## Aufgabe 2

a)  $T [K]$



$$b) \text{ 1 HS} \quad \text{0} = m \left[ h_2 - h_1 + \frac{(w_s^2 - w_e^2)}{2} + g(z_e - z_1) \right] + Q - W$$

$$\frac{m w_s^2}{2} = \frac{m w_e^2}{2} \quad \frac{m w_s^2}{2} h_s = \frac{m w_e^2}{2} h_e$$

$$w_s^2 h_s = w_e^2 h_e \Rightarrow w_s \sqrt{\frac{h_s}{h_e}} = w_e$$

Aus Tabelle A-22

$$h_s = \frac{431.43 - 421.26}{440 - 430} \cdot (431.9 - 430) + 421.26 = 42421.43566 \text{ kJ/kg}$$

$$h_s = 421.44 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Was ist  $h_e$ ?

~~Wir benötigen  $T_B = \frac{P_B}{R}$  gleich für Zustand 5 & 6~~

$$T_6 = T_s \left( \frac{P_6}{P_s} \right)^{\frac{n-1}{n}} \quad n = K = \frac{C_p}{C_v} = \frac{1.066 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}}{C_p - R} \quad \text{gegeben } n = 1.4$$

## Aufgabe 2 weiter...2

$$b) T_6 = 431.9 \left( \frac{19,100 \text{ Pa}}{50,000 \text{ Pa}} \right)^{\frac{14-1}{1.4}}$$

$$= 328.07469 \text{ K}$$

$$= \underline{\underline{328.1 \text{ K}}}$$

Tabelle A-22  
↓ interpolation

$$\cancel{T_6 \text{ interponieren}} \quad h_6 = \frac{325.31 - \cancel{328.34 - 325}}{320 - 325} (328.1 - 325) + 325.31$$

$$= 328.4031 \text{ kJ/kg}$$

$$= 328.40 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\omega_6 = \omega_S \sqrt{\frac{h_S}{k h_6}} = 220 \text{ ms}^{-1} \sqrt{\frac{328.4031 \dots}{421.48566}} = 194.2051 \text{ ms}^{-1}$$

$$\underline{\underline{\omega_6 = 194.2 \text{ ms}^{-1}}}$$

$$\begin{aligned} \text{d)} \quad e_{x,\text{str}} &= e_{x,\text{str},6} - e_{x,\text{str},0} = (h_0 - h_6 - T_0(s_{01} - s_0) + p_0(v_{01} - v_0)) \\ &\quad - (h_6 - h_0 - T_0(s_6 - s_0) + p_0(v_6 - v_0)) \\ &= h_{01} + T_0(s_0 - s_{01} + s_6 - s_0) - h_6 \end{aligned}$$

$$e_{x,\text{str}} = h_{01} - h_6 + T_0(s_6 - s_{01})$$

$$-30^\circ \text{C} = (273.15 - 30) \text{ K} = 243.15 \text{ K}$$

Tabelle A-22

$$h_{01} = \frac{250.05 - 20.02}{250 - 240} (243.15 - 240) + 240.02 \quad S_{01} = \frac{250 - 240}{250 - 240}$$

$$= 244.7387 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$h_0$  kennen wir

## Aufgabe 2 . 3

$$R = \frac{\bar{R}}{M_{\text{Luft}}}$$

$$S_b - S_0 = S_b^0(6) - S_b^0(0) - R \ln \left( \frac{p_2}{p_1} \right)$$

✓ interpolation

$$\rightarrow S_b^0 = \frac{1.51917 - 1.47624}{250 - 240} (243.75 - 240) + 1.47824$$
$$= 1.49112295$$
$$= \underline{\underline{1.49113}}$$

### Aufgabe 3

$$a) \quad \textcircled{P}V = m \overline{R} T \quad \rightarrow \quad R = \frac{\overline{R}}{M} = \frac{8.314 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}}{50 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}} = 0.16628 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$$

$$R = 0.1663 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$$

$$p_g = \frac{F}{A} + p_{\text{amb}} \quad A = \pi r^2 = \pi (5 \times 10^{-2} \text{m})^2 = 7.853981... \times 10^{-3} \text{m}^2$$

$$p_{g,1} = \frac{32 - 9.8}{7.853981634 \times 10^{-3}} = \frac{32 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m s}^{-2}}{(7.853981634 \times 10^{-3}) \text{ m}^2} + 100,000 \text{ N m}^{-2}$$

$$= 139,969.5358 \text{ N m}^{-2}$$

$$\underline{= 1.3967 \text{ bar}}$$

b)

$$\frac{pV}{RT} = m_g = \frac{(139,969.5358 \text{ Pa} \cdot (3.14 \times 10^{-3}) \text{ m}^3)}{0.16628 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot (500 + 273.15) \text{ K}}$$

$$= 3.418687423 \frac{\text{Nm}}{\text{kg}}$$

$$M_g = \underline{\underline{3.4187 \text{ g}}}$$

c) mit  $T_{g,2} = 0.003^\circ\text{C}$  weiter gerechnet.

Der Kreislauf führt Arbeit in das System hinein.

$$\frac{dE}{dt} = \dot{Q}_{12} - \dot{W} \Rightarrow \Delta E = Q_{12} - W$$

wir können die Formel  $Q_{12} = M_g C_v (\Delta T)$  benutzen

$$Q_{12} = 3.4187 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 0.633 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot (500 - 0.003) \text{ K}$$

$$= 1.08200 \cdot \text{kJ}$$

$$= \underline{\underline{1082 \text{ J}}}$$

### Aufgabe 3)

d)  $x_{\text{Eis},2}$  in Zustand 2

dafür benötigen wir diese  
Formel

$$\text{VZ} \quad \frac{u - u_{\text{Fest}}}{u_{\text{flüssig}} - u_{\text{Fest}}} = x_{\text{Eis},2}$$

Da wir noch nicht vollständig flüssig sind,  
liegen wir bei einer Temperatur von  $0^\circ\text{C}$

aus der Tabelle entnommen

$$u_{\text{Fest}} = -333.458 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, \quad u_{\text{flüssig}} = -0.045 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

einsetzen

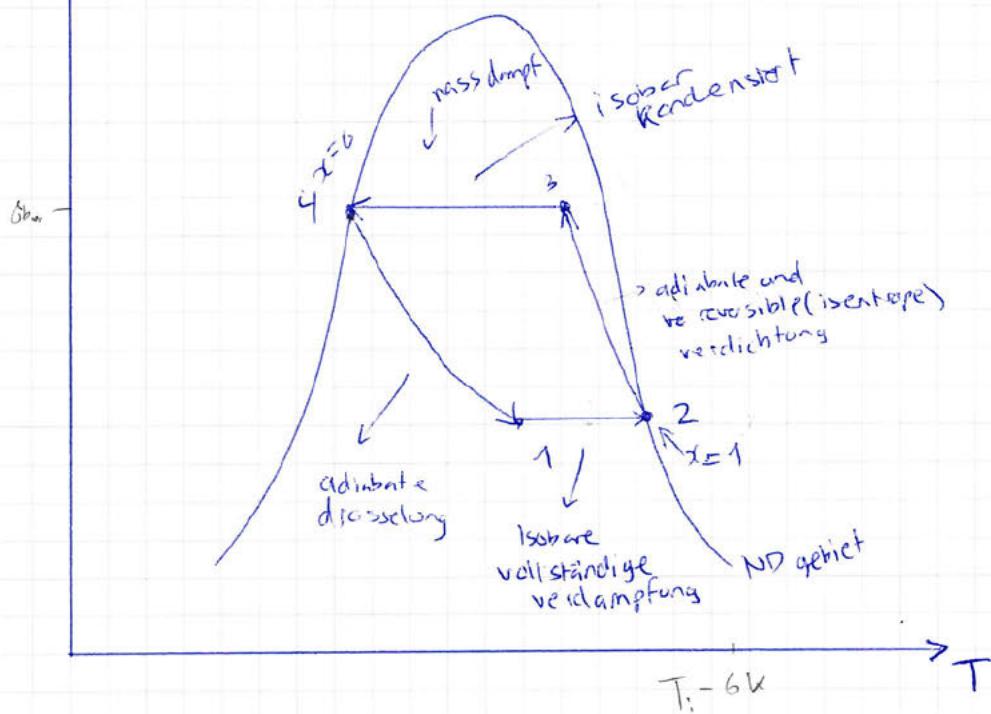
$$\frac{(10.82008077) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - (-333.458) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{(-0.045) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - (-333.458) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 1.032$$

Dann ist man zu Ende

$$x_{\text{Eis},2} = 1.032$$

# Aufgabe 4

a) P ↑



(Von der Gravik)

$$b) \dot{m}_{B134a}?$$

restfahrtweg

adiabat

$$\dot{W}_n = 28 \text{ W}$$

$$T_i = -10^\circ\text{C} \\ = 263.15 \text{ K}$$

$$0 = \dot{m} [h_2 - h_3] + Q - \dot{W}_n$$

$$h_3 = h_f \xrightarrow{\text{Tabelle A-11}} 264.15 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\frac{\dot{W}_n}{h_2 - h_3} = \dot{m}_{B134}$$

gas oder  
Nassdampf?  
~~let's say gas~~

wir wissen  $s_2 = s_3$

$$\frac{\dot{W}_n}{c_p(T_2 - T_3)}$$

$$\xrightarrow{T_3 = 31.33^\circ\text{C}}$$

$$T_2 =$$

## Aufgabe 4 weiter

c)  $x_1?$   $4 \rightarrow 1$

Dampfkreislauf  $\dot{Q} = \dot{m}(0) + \dot{Q} - \dot{W}_u$

$\dot{W}_u = \dot{Q} = 0$  Drossel ist isenthalp

d) Leistungszahl  $\epsilon_k$  wird mit

$$\frac{|\dot{Q}_{zu}|}{|\dot{W}|} = \frac{|\dot{Q}_{zu}|}{|\dot{Q}_{ab}| - |\dot{Q}_{zu}|}$$

↑  
für Kältemischere

In unserem Fall

$$\frac{|\dot{Q}_k|}{|\dot{Q}_{ab}| - |\dot{Q}_k|} \text{ gibt uns } \epsilon_k$$

e) Die Temperatur würde ~~zu einem~~ zu einem gleichgewicht

Die innere Temperatur kann nur so kalt werden, wie es bei der Umgebung heiss ist. Wenn ~~keine~~  $\dot{Q}_{ab}$  langsam zu 0 wird, haben wir die tiefste innere Temperatur erreicht