[redacted]

1. a) $\cancel{\frac{dE}{dt}}^{0} = \sum \dot m h + \sum \dot Q - \cancel{\sum \dot W}^{0}$

$$0 = \dot m (h_{ein} - h_{aus}) + \dot Q_R - \dot Q_{aus}$$

$$\dot Q_{aus} = Q_R + \dot m_{ein} (h_{ein} - h_{aus})$$

$$h_{ein} = h(70°C, \text{siedende Fl.}) \overset{\boxed{A-2}}{=} h(70°C, 0{,}3119\,\text{bar}) = \underline{292{,}98\ \text{kJ/kg}}$$

$$h_{aus} = h(100°C, \text{siedende Fl.}) \overset{A-2}{=} h(100°C, 1{,}014\,\text{bar}) = \underline{419{,}04\ \text{kJ/kg}}$$

$$\Rightarrow \dot Q_{aus} = 100 + 0{,}3(292{,}98 - 419{,}04)$$

$$\underline{\underline{\approx 62{,}2\ \text{kW}}}$$

b) $$\bar T = \frac{q_{rev}}{s_2 - s_1} = \frac{h_2 - h_1}{s_2 - s_1} = \frac{T_2 - T_1}{\ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)} = \frac{298{,}15 - 288{,}15}{\ln\left(\frac{298{,}15}{288{,}15}\right)} \approx \underline{\underline{293{,}1\ \text{K}}}$$

stat.

c) $$\cancel{\frac{dS}{dt}} = \sum \dot m s + \sum \frac{\dot Q}{\bar T} + \dot S_{erz}$$

$$0 = \dot m (s_{KF,ein} - s_{KF,aus}) + \frac{\dot Q_{aus}}{\bar T_{KF}} + \dot S_{erz}$$

$$\dot S_{erz} = \dot m_{KF} (\underbrace{s_{KF,aus} - s_{KF,ein}}_{\text{ideales Fluid}}) - \frac{\dot Q_{aus}}{\bar T_{KF}}$$

$$\Rightarrow s_{aus} - s_{ein} = \int_{T_{ein}}^{T_{aus}} c$$

→

Entropiebilanz um Reaktor:

stationär

$$\cancel{\frac{dS}{dt}} = \sum \dot{m}\, s + \sum \frac{\dot{Q}}{T} + \dot{S}_{erz}$$

$$0 = \dot{m}(s_{ein} - s_{aus}) + \frac{-\dot{Q}_{aus}}{\overline{T}_{KF}} + \dot{S}_{erz}$$

$$\dot{S}_{erz} = \frac{\dot{Q}_{aus}}{\overline{T}_{KF}} + \dot{m}(s_{aus} - s_{ein})$$

$\boxed{A-2}$

$s_{aus} = s(100°, \text{siedende Fl.}) = s(100°, 1{,}014 \text{ bar}) = 1{,}3069 \text{ kJ/kgK}$

$s_{ein} = s(70°, \text{siedende Fl.}) = s(70°, 0{,}3119 \text{ bar}) = 0{,}9549 \text{ kJ/kgK}$

$\boxed{A-2}$

$$\Rightarrow \underline{\underline{\dot{S}_{erz} \approx 22{,}4 \text{ kJ/K}}}$$

d) $$\frac{dE}{dt} = \sum \dot{m}\, h + \sum \cancel{\dot{Q}}^{\,0} - \cancel{\sum \dot{W}}$$

$$\Delta U = \Delta m_{12} \cdot h_{ein_{12}} + \cancel{\dot{Q}_R}^{\,351\,\text{kJ}} - \cancel{\dot{Q}_{aus}}^{\,351\,\text{kJ}}$$

$$\Delta U = \Delta m_{12} \cdot h_{ein_{12}}$$

$$\Delta m_{12} = \frac{\Delta U}{h_{ein_{12}}} = \frac{(m_1 + \Delta m_{12})\, h_2}{h_{ein_{12}}} - \frac{(m_1 h_1)}{h_{ein_{12}}}$$

$$\Delta m_{12} - \frac{\Delta m_{12}}{h_{ein_{12}}} = \frac{m_1 h_2}{h_{ein_{12}}} - \frac{m_1 h_1}{h_{ein_{12}}}$$

$$\Delta m_{12}\left(1 - \frac{1}{h_{ein_{12}}}\right) = \frac{m_1}{h_{ein_{12}}}(h_2 - h_1)$$

$$\Rightarrow \Delta m_{12} = \frac{m_1}{h_{ein_{12}}}(h_2 - h_1) \cdot \frac{1}{1 - h_{ein_{12}}}$$

[redacted]

1. d) $h_1 = h(100°C, x=0{,}005) = h_f(100°) + x\,(h_g(100°) - h_f(100°))$

$\approx 430{,}3 \;^{kJ}/_{kgK}$

$\boxed{A\text{-}2}$

$h_2 = h(70°, x=0) = h_f(70°) \approx 292{,}98 \;^{kJ}/_{kgK}$

$h_{ein_{12}} = h(20°, x=0) = h_f(20°) = 83{,}96 \;^{kJ}/_{kgK}$

$\boxed{A\text{-}2}$

$$\Rightarrow \Delta m_{12} = \frac{5755}{83{,}96}(292{,}98 - 430{,}3)\cdot\frac{1}{1-83{,}96}$$

$$\approx 109{,}5 \text{ kg}$$

e) $\Delta S = S_2 - S_1 = m_2 s_2 - m_1 s_1$

$s_2 = s_f(70°, \text{siedende Fl.}) = 0{,}9549 \;^{kJ}/_{kgK}$

$\boxed{A\text{-}2}$

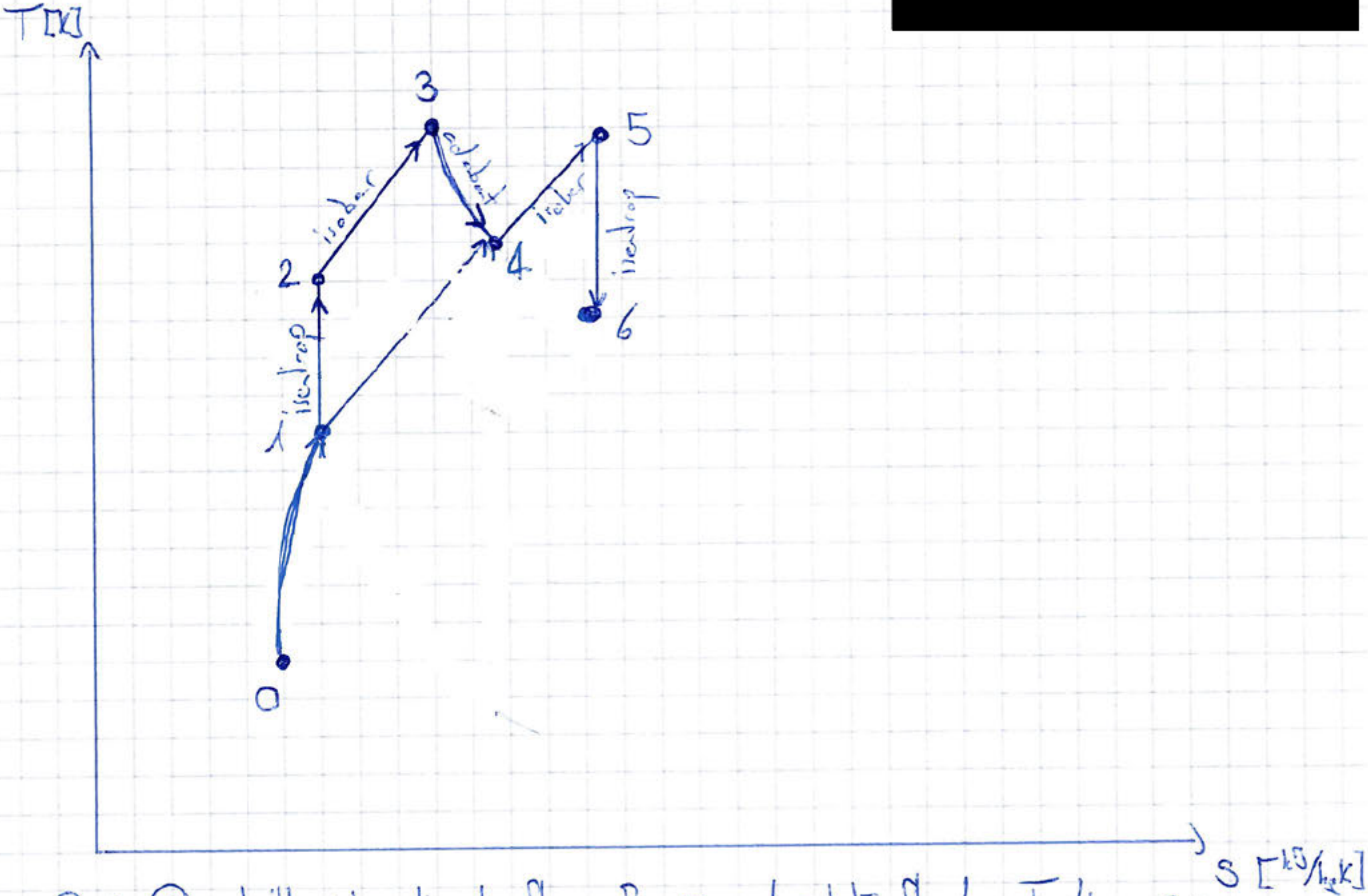
$s_1 = s_f(100°) + x\,(s_g(100°) - s_f(100°)) \approx 1{,}337 \;^{kJ}/_{kgK}$

$\Delta S = (5755 + 109)\cdot 0{,}9549 - 5755\cdot 1{,}337$

$$\approx -2095 \;^{kJ}/_{K}$$

[redacted]

2. a)



Bei 1 teilt sich die Luft auf. m_K durchläuft den Turbinenprozess während m_m direkt isobar zur Mischkammer geführt wird.

b) $\overset{\text{stat}}{\cancel{\frac{dE}{dt}}} = \sum \dot m h + \overset{\text{adiabat}}{\cancel{\sum \dot Q}} - \sum \dot W$

$0 = \dot m (h_{ein} - h_{aus})$

[redacted]

3.a) $R = \frac{\bar{R}}{M} = \frac{8314}{50} \approx 166,28 \ \mathrm{J/kgK}$

$$p_{g1} = p_K + p_{EW} + p_{amb}$$

$$= \frac{m_K \cdot g}{A} + \frac{m_{EW} \cdot g}{A} + p_{amb}$$

Fläche $A \approx 0,008 \ m^2$

$$\underline{\underline{\approx 140'094 \ \mathrm{Pa} = 1,4 \ \mathrm{bar}}}$$

$$m_g = \frac{p_{g1} V_{g1}}{R \, T_{g1}} \approx \underline{\underline{0,0034 \ \mathrm{kg} = 3,4 \ \mathrm{g}}}$$

b) $\underline{\underline{T_{g2} = 0°C}}$

Es ist noch nicht alles Eis geschmolzen, und dennoch sind die beiden Kammern im thermodynamischen Ggw. D.h. dass das EW eine Temperatur von 0°C hat und das Gas somit auch.

$\underline{\underline{p_{g2} = p_{g1} = 1,4 \ \mathrm{bar}}}$

Es drückt noch immer der Atmosphärendruck und die Gewichtskräfte von Kolben und EW auf dieselbe Fläche. Das EW ist immer gleich dicht. Somit ist auch der Druck immer gleich.

c) 1. HS. für geschl. System an einem Kolben:

$$\frac{dE}{dt} = \Sigma \dot{Q} - \Sigma \dot{W}$$

$$\Delta U = \Delta Q_{12} - W_{12}$$

$$Q_{12} = \Delta U + W_{12}$$

0, weil ϑ = const.

$$\Delta U = (U_{g2} - U_{g1}) + \cancel{(U_{EW_2} - U_{EW_1})}$$

$$= m_g \int_1^2 c_v \cdot dT$$

$$= m_g \cdot c_v (T_2 - T_1) = 0{,}0034 \cdot 633 \cdot (273{,}15 - 573{,}15)$$

$$\approx (-649{,}8\ \text{J})$$

$$V_{g2} = \frac{m_g R T_{g2}}{p_{g2}} = \frac{0{,}0034 \cdot 166 \cdot 273{,}15}{140'094} \approx 0{,}001\ m^3$$

$$V = \text{Höhe} \times \text{Fläche} \Rightarrow \text{Höhe} = \frac{V}{A} \approx 0{,}14\ m$$

$$W_{12} = \text{Kraft} \times \text{Weg} = (m_k + m_{EW}) \cdot g \cdot \text{höhe} = (32 + 0{,}1) \cdot 9{,}81 (-0{,}14)$$

$$\approx (-44{,}5\ \text{J})$$

$$\Rightarrow Q_{12} = -649 - 44$$

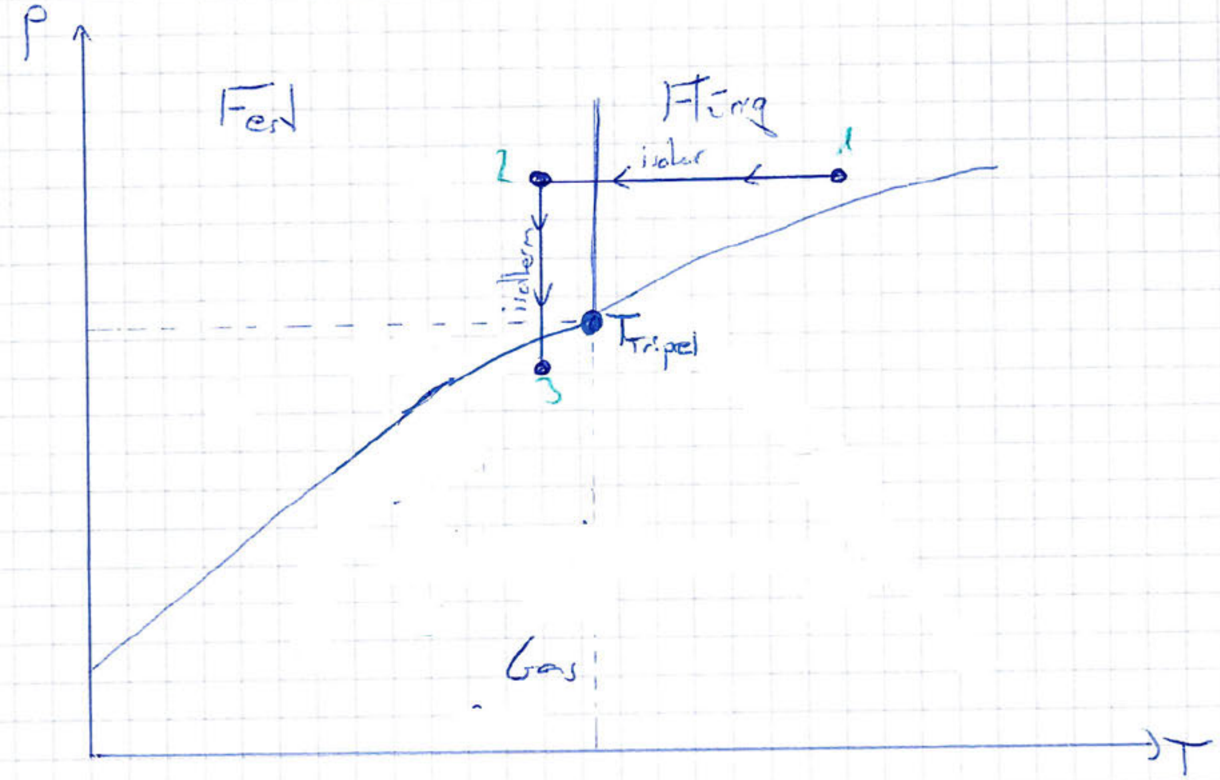
$$\approx -694{,}3\ \text{J}$$

[redacted]

3. d) $\Delta U = Q_{12}$

[redacted]

4. a)



1 Zustand zu Beginn
2 Zustand nach (i), also nach isobaren Kühlen
3 Zustand nach (ii), also nach isothermen Druckabfall

b) 1:

2: $x_2 = 1$

3: 8 bar , $s_3 = s_2$

4: $p_4 = p_3 = 8$ bar

$p_i = 598'500$ Pa

T_i

Zustand	p [bar]	T [K]	X	
1				
2			1	
3	8			
4	8 "		0	

e) Er würde wieder Mörig-