

# Aufgabe 1

a)  $Q_{\text{aus}} =$

~~Praktisch~~  
Energiebilanz am Hochleistungsnetz ~~liefende Leistung:  $h \approx h_f$~~

$$\downarrow$$
 ~~$Q = m(h_{\text{ein}} - h_{\text{aus}}) + Q_{\text{el}}$~~

m

Zustand

P

V

T

h

1

2

70°C

100°C

~~$\alpha = 0.005$~~  h

a) Strenge Fließigkeit!

hier nicht

$$0 = \underbrace{\dot{m}(h_{\text{ein}} - h_{\text{aus}})}_{\substack{\downarrow \\ \text{hier}}} + \underbrace{\dot{Q}}_{\substack{\downarrow \\ \dot{Q}_R - \dot{Q}_{\text{aus}}}}$$

$$h_{\text{ein}}(70^\circ\text{C, stehende Flüssigkeit}) \rightarrow T_{\text{AB}} \text{ A22} = 292.98 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$h_{\text{aus}}(100^\circ\text{C, } h \sim h_T) = \rightarrow T_{\text{AB}} \text{ A22} = 419.04 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\dot{Q}_{\text{aus}} = \dot{Q}_R + \dot{m}_{\text{rm}}(292.98 - 419.04) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 62.182 \text{ kW}$$

$$\text{b) } \overline{T} = \frac{\int_e^a T \, dS}{S_a - S_e} \quad \Rightarrow$$

c) entropieerzeugung am Areal

$$\begin{aligned} \dot{m}(s_{\text{ein}} - s_{\text{aus}}) + \frac{\dot{Q}_R - \dot{Q}_{\text{aus}}}{T} & \quad \text{hier von mit } 167.182 \quad \text{1. Term} = 0 \\ \dot{S}_{\text{erz}} = \underbrace{\dot{m}(s_{\text{aus}} - s_{\text{ein}})}_{\substack{\downarrow \\ \text{WAB A2}}} - \underbrace{\frac{\dot{Q}_R - \dot{Q}_{\text{aus}}}{T}}_{\substack{\downarrow \\ \text{WAB A2: 0.95 kg} \\ \text{W 1.3069}}} & = \quad \text{2. Term} = -0.0226 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} \end{aligned}$$

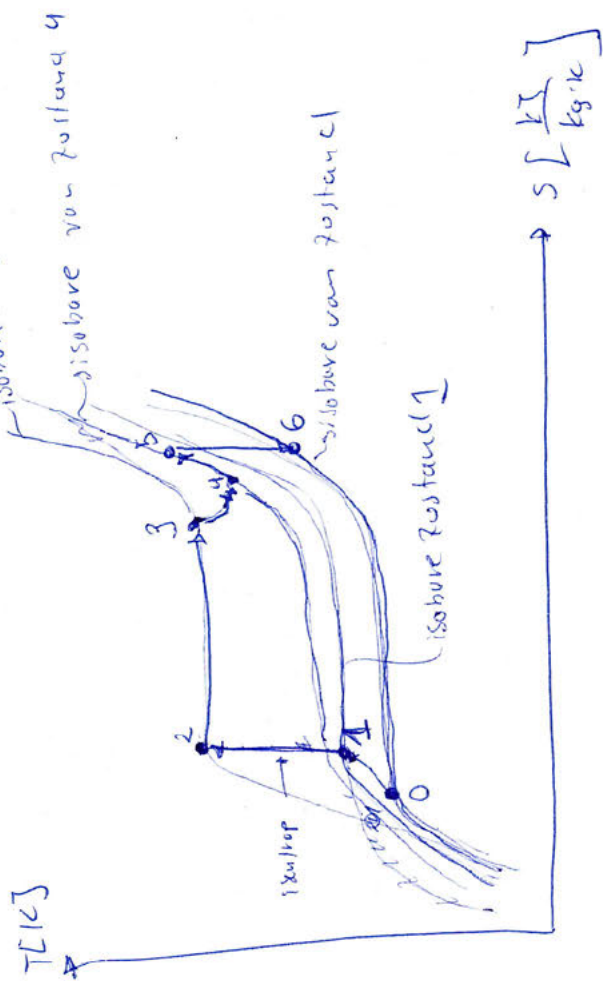
Aufgabe 2

Notes

Zustand	$T_k$	$P[h_{01}]$	$\omega\left[\frac{W}{s}\right]$	$\dot{m}$	S	h	Notes
0	<del>243.15</del> 243.15	0.191	200 $\frac{W}{s}$				
1							$s_1 = s_1$
2							$s_2 = s_1$ $p_1 = p_3$
3							$p_3 = p_2$
4							
5	431.9 K (157.75°C)	0.5	220 $\frac{W}{s}$				$s_5 = s_6$
6	371.07	0.191					$s_5 = s_6$

Luft idealisiert gas 2)  $R = \frac{\frac{1.5}{2} \frac{J}{kg \cdot K}}{28.97 \frac{kg}{kmol}} = 0.287 \frac{J}{kg \cdot K}$   
 Constant  $\gamma = 1.4$

a)



b)  $\omega_6$ ,  $T_6 = ?$

Energiebilanz am der Schmelzstelle:

$$0 = m(h_5 - h_6 + \frac{\omega_5^2 - \omega_6^2}{2}) \Rightarrow \omega_6$$

$$h_5 = ? \quad , \quad p_5 = 0.5 \text{ bar}$$

$$T_5 = 288.75 \quad \rightarrow \text{Saturated gas}$$

$T_6 = ?$  isentrop. polytropen verhältnis:

$$T_6 = T_5 \left( \frac{p_6}{p_5} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = 328.07 \text{ K}$$

$$h_5 - h_6 = c_p (T_5 - T_6) = 104.453 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$m \dot{v} = -104.453 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = \frac{\omega_5^2}{2} - \frac{\omega_6^2}{2}$$

$$\left| 2 \left( +104.453 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + \frac{\omega_5^2}{2} \right) \right| = \omega_6^2 = 507.253 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$\downarrow \quad \downarrow$$

$$\frac{10^3}{\text{kg}} \quad \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$\frac{15 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{\text{kg}}$$

c) Zunahme der Strömungsenergie:

$$e_{x, str 0} - e_{x, str 6} = \left[ h_0 - h_6 - T_0 (s_0 - s_6) + \Delta ke \right] \quad \text{f) } e_{x, str 6} - e_{x, str 0} = \left[ h_6 - h_0 - T_0 (s_6 - s_0) + \frac{w_6^2}{2} - \frac{w_0^2}{2} \right]$$

$$s_0 - s_6 = \int_{T_0}^{T_6} \frac{c_p}{T} dT - R \ln \left( \frac{p_6}{p_0} \right) \quad \Leftrightarrow s_6 - s_0 = \int_{T_0}^{T_6} \frac{c_p}{T} dT = c_p \cdot \ln \left( \frac{T_6}{T_0} \right) = 0.301 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\Leftrightarrow s_0 - s_6 = -0.301 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$s_0 - s_6 = c_p \ln \left( \frac{T_0}{T_6} \right) = -0.301 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

kg K<sup>-1</sup> Temperatur + 403 N m / kg  
SI-Einheit

$$x \cdot \left( \frac{w_6^2}{2} - \frac{w_0^2}{2} \right) \cdot 10^{-3} = 108.653 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad \Leftrightarrow \frac{w_0^2}{2} - \frac{w_6^2}{2} = -108.653 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Wegpunkt  $\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

x x \*

klaras ganz;

$$h_0 - h_6 = c_p (T_0 - T_6) = -85.43 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad \Leftrightarrow h_6 - h_0 = 85.43 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\text{total: } e_{x, str 6} - e_{x, str 0} = \left( -85.43 - 243.15 \cdot (-0.301) + 108.653 \right) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 96.41 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\text{total: } e_{x, str 6} - e_{x, str 0} = 85.43 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 243.15 (0.301) - 108.653 = -96.41 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

d) exergieverlust von ganzen wert:  
 exergiespezifische  
 Exergiebilanz am ganzen reaktorelement:

$$0 = \dot{m} [h_0 - h_6 - T_0 (s_0 - s_6) + \Delta ke] + \left(1 - \frac{T_0}{T_B}\right) \dot{q}_B - \dot{q}_m - E_{x, \text{verlust}}$$

Exve

Ex, verlust

→

Aufgabenteil C

\*

→ nur mit negativem vorzeichen nun!

$$4 \left( 1 - \frac{203.15 \text{ K}}{1289 \text{ K}} \right) \dot{q}_B = 969.58 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$E_{x, \text{verlust}} = +96.41 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 969.58 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = \cancel{1065.99 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 1065.99 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

den T0-Wert betrachten  
 exergieverlust  
 verluste  $\Rightarrow$  Nettoeffizienz  $= 0$

### Aufgabe 3

a)

$$p_{g,1} \cdot V_{g,1} = m_g \cdot R \cdot T_{g,1}$$

$$R = \frac{0.314 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol} \cdot \text{K}}}{\frac{30 \text{ kg}}{\text{kmol}}} = 0.166 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

b)  $p_{g,1} = ?$

Werkstoffgleichgewicht

$$p_{g,1} = \frac{(m_{\text{new}} + m_k) \cdot g}{A_{\text{Zylinder}}} + p_{\text{amb}}$$

$$A_{\text{Zylinder}} = (0.5 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2 \cdot \pi = 7.854 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$= \frac{(0.1 + 32) \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}}{7.854 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2} + 1 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$= \frac{3210 \text{ N}}{7.854 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2} + 1 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 4109434.68 \text{ Pa} = 41.09 \text{ bar} \\ = 0.4 \text{ bar} + 1 \text{ bar} = 1.4 \text{ bar}$$

$$p_{g,1} = \frac{p_{g,1} \cdot V_{g,1}}{R \cdot T_{g,1}} = \frac{1.4 \cdot 10^2 \text{ kPa} \cdot 3.14 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{0.166 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 773.15 \text{ K}} = 3.425 \text{ g}$$



b)

$$\alpha_{\text{Eis}, 2} > 0$$

wenn keine Wärme mehr fließt  $\Leftrightarrow T_{\text{gas}} = T_{\text{EW}}$ , dann bei idealen/perfekten gas verhält die inneren energie nur von der temperatur ab

$\rightarrow$  ist ~~mathematisch~~ abgeleitete wärme wert

~~wärme~~

oberflächen wärme: zwischen den gasen!

$$u_{\text{EW}} = u_{\text{gas}}$$

$$u(u_{\text{EW}, \text{gas}}) - u(T_1) = m \cdot c_v \cdot$$

$\rightarrow$  rechne weiter mit  $T_{g, 2} = 0.003^\circ\text{C}$

c)

a) da  $u_{2, \text{gas}}$   
im gas

$$u_2 - u_1 = \frac{Q_2}{2} - (W_{21}) = \dots$$

$$m_g c_v (T_{2g} - T_1) = u_2 - u_1 = -1.084 \text{ kJ}$$

$$p v = m R$$

$$W_{21} \text{ durch gas} = \frac{R \cdot (T_2 - T_1)}{1 - \gamma}$$

$$\gamma = 2.4$$

$$T_{\text{EW}, 2, g} = T_{g, 2}$$

$$T_{\text{EW}, 2} = T_{g, 2}$$

$T_{K, 2}$

am eis-wasser gemisch

$$u_1 =$$

ideales gas

# Aufgabe 4

a)  $P [\text{bar}]$

$T [\text{K}]$

b) Energiebilanz an  $\dot{Q}$  Konvektor

c) ~~Prote~~

$$\eta = \eta_{\text{th}}$$