

Idealer oder theoretischer offener GT-Kreislauf ohne Wärmetausch, d.h. JOULE-Prozess mit Luft.

a)  $\eta_{A,th} = 1 - (1/\pi)^{(x-1)/x}$  (Ergänzung 13)  
 mit  $\pi = 8,5$  und  $x = 1,4$  wird  
 $\eta_{A,th} = 1 - (1/8,5)^{(1,4-1)/1,4} = 0,457$

b) Nach Ergänzung 13 auf der CD (abgekürzt Erg.13)

$$\hat{w}_{t,s} = \frac{w_{t,s}}{\bar{c}_p \cdot T_1} = \frac{T_3}{T_1} \cdot \left[ 1 - \frac{1}{\pi^{(x-1)/x}} \right] - \left[ \pi^{(x-1)/x} - 1 \right]$$

Mit  $T_1 = 20 + 273 = 293 \text{ K}$   
 und  $T_3 = 900 + 273 = 1173 \text{ K}$  wird  
 $\hat{w}_{t,s} = \frac{1173}{293} \cdot \left[ 1 - \frac{1}{8,5^{(1,4-1)/1,4}} \right] - \left[ 8,5^{(1,4-1)/1,4} - 1 \right]$   
 $\hat{w}_{t,s} = 0,988$

Nach Tafel 14 bei  $20^\circ\text{C}$   $c_p = 1,005 \text{ kJ/kgK}$  und  
 aus Tafel 19 bei  $900^\circ\text{C}$   $c_p = 1,170 \text{ kJ/kgK}$   
 Angen.  $\bar{c}_p = (c_{p,20} + c_{p,900})/2 = 1,088 \text{ kJ/kgK}$   
 (vergleiche auch Tafel 16). Damit aus  $\hat{w}_{t,s}$ :

$$w_{t,s} = \hat{w}_{t,s} \cdot \bar{c}_p \cdot T_1 = 0,988 \cdot 1,088 \cdot 293 \text{ [(kJ/kgK) \cdot K]}$$

$$w_{t,s} = 314,96 \text{ kJ/kg}$$

Oder bei  $c_p = \text{konst} = 1,005 \text{ kJ/(kgK)}$  wäre

$$w_{t,s} = 0,988 \cdot 1,005 \cdot 293 = 290,93 \text{ kJ/kg}$$

Abweichung also etwa 8 % bzw.

$w_{t,s} = w_{t,s,T} - w_{t,s,K}$  Hierbei

$$w_{t,s,T} = \frac{x}{x-1} \cdot R \cdot T_3 \cdot \left[ 1 - (1/\pi)^{(x-1)/x} \right]$$

$$w_{t,s,T} = \frac{1,4}{1,4-1} \cdot 287 \cdot 1173 \cdot \left[ 1 - (1/8,5)^{(1,4-1)/1,4} \right]$$

$$\text{[J/kgK \cdot K]}$$

$$w_{t,s,T} = 538,99 \cdot 10^3 \text{ J/kg} = 538,99 \text{ kJ/kg}$$

$$w_{t,s,K} = \frac{x}{x-1} \cdot R \cdot T_1 \cdot \left[ \pi^{(x-1)/x} - 1 \right]$$

$$w_{t,s,K} = \frac{1,4}{1,4-1} \cdot 287 \cdot 293 \cdot \left[ 8,5^{(1,4-1)/1,4} - 1 \right] \text{ [J/kgK \cdot K]}$$

$$w_{t,s,K} = 248,14 \cdot 10^3 \text{ J/kg} = 248,14 \text{ kJ/kg}$$

Mit den Werten ergibt sich:

$$w_{t,s} = 538,99 - 248,14 = 290,85 \text{ kJ/kg (wie zuvor!)}$$

Vergleich:

$$w_{t,s,T} \hat{=} 100 \% \longrightarrow w_{t,s,K} \hat{=} 46 \% ; w_{t,s} \hat{=} 54 \%$$

c) Aus Ab. 17-13:

$$T_{2,s} = T_1 \cdot \pi^{(x-1)/x} = 293 \cdot 8,5^{(1,4-1)/1,4} \text{ [K]}$$

$$T_{2,s} = 540 \text{ K} \longrightarrow t_{2,s} = 267^\circ\text{C}$$

d)  $T_{4,s} = T_3 / \pi^{(x-1)/x} = 1173 / 8,5^{(1,4-1)/1,4} \text{ [K]}$

$$T_{4,s} = 636,4 \text{ K} \longrightarrow t_{4,s} = 363,4^\circ\text{C}$$

e)  $P_s = \dot{m} \cdot w_{t,s} = 28 \cdot 314,96 \text{ [(kg/s) \cdot (kJ/kg)]}$   
 $P_s = 8818,88 \text{ kW} \approx 8,8 \text{ MW}$

f)  $q_s = \bar{c}_p \cdot (t_3 - t_{2,s})$   
 Hierbei nach Tafel 19 für Luft ( $\lambda = \infty$ )  
 $t_3 = 900^\circ\text{C} \longrightarrow c_{p,900} = 1,17 \text{ kJ/kgK}$   
 $t_{2,s} = 267^\circ\text{C} \longrightarrow c_{p,267} = 1,034 \text{ kJ/kgK}$   
 $\bar{c}_p \approx (c_{p,900} + c_{p,267})/2 = 1,102 \text{ kJ/kgK}$

$$q_s = 1,102 \cdot (900 - 267) \text{ [(kJ/kgK) \cdot K]} = 697,57 \text{ kJ/kg}$$

Oder genauer entsprechend Gl. (11-27) für trockene Luft, da  $q_s = \Delta h_s$  bei  $p = \text{konst}$ :

$$q_s = 938 \cdot (T_3 - T_{2,s}) + 0,115 \cdot (T_3^2 - T_{2,s}^2) \text{ [J/kg]}$$

$$q_s = 938 \cdot (1173 - 540) + 0,115 \cdot (1173^2 - 540^2)$$

$$q_s = 718452 \text{ J/kg} = 718,5 \text{ kJ/kg}$$

Abweichung gegenüber vorigem Wert ca. 3 %.

Mit  $q_s$  wird

$$\dot{Q}_s = \dot{m} \cdot q_s = 28 \cdot 697,57 \text{ [(kg/s) \cdot (kJ/kg)]} = 19532 \text{ kJ/s}$$

Andererseits mit  $H_u = 42000 \text{ kJ/kg}$  (Tab. 11-8) für leichtes Heizöl) aus  $\dot{Q}_s = \dot{m}_{Br,s} \cdot H_u$ :

$$\dot{m}_{Br,s} = \dot{Q}_s / H_u = 19532 / 42000 \text{ [(kJ/s) / (kJ/kg)]}$$

$$\dot{m}_{Br,s} = 0,465 \text{ kg/s} = 465 \text{ gr/s}$$