

Aus (h,s)-Diagramm für isentrope Entspannung:

Frischdampf 160 bar, 540 °C (Index FD<sub>a</sub>):

$h_{FDa} = 3410 \text{ kJ/kg}$ ;  $v_{FDa} = 0,021 \text{ m}^3/\text{kg}$ ;  $s = 6,58 \text{ kJ/kgK}$

Abdampf (Index AD<sub>a</sub>) 0,05 bar,  $s = 6,58 \text{ kJ/kgK}$ ,  $x=0,88$ :

$h_{ADa} = 2270 \text{ kJ/kg}$ ;  $v_{ADa} = 25 \text{ m}^3/\text{kg}$ ;  $t_{ADa} = 33 \text{ °C}$ .

a) Mit geschätzt  $\eta_{Ke} = 0,9$ ;  $\eta_G = 0,95$  (Abschnitt 8.5.8) und lt. G. (8-145) sowie (8-146b):

$$\eta_C = 1 - T_0/T = 1 - 306/813 = 0,62$$

$$\eta_g = 0,5 \dots 0,8 \quad \text{Erwartet } \eta_g = 0,7 \text{ da Zwischenüberhitzung.}$$

$$\eta_{\text{therm}} = \eta_C \cdot \eta_g = 0,62 \cdot 0,7 = 0,43$$

$$\eta_A = \eta_{Ke} \cdot \eta_{\text{therm}} \cdot \eta_T \cdot \eta_G = 0,9 \cdot 0,43 \cdot 0,85 \cdot 0,95 = \underline{0,31}$$

b) Mit den Werten der letzten Stufe nach der Durchflußgleichung:

$$\dot{m}_{F1} = \dot{V}/v = A_m \cdot c_m/v \quad \text{je Flut}$$

$$A_m = D \cdot \pi \cdot b = D^2 \cdot \pi \cdot (b/D) \quad \text{Mit}$$

$$D = u/(\pi \cdot n) = 330/(\pi \cdot 50) \left[ (\text{m/s})/(\text{s}^{-1}) \right] = 2,10 \text{ m} \quad \text{und}$$

$$A_m = 2,1^2 \cdot \pi \cdot 0,3 \left[ \text{m}^2 \right] = 4,156 \text{ m}^2 \quad \text{wird}$$

$$\dot{m}_{F1} = 4,156 \cdot 180/25 \left[ (\text{m}^2 \cdot \text{m/s})/(\text{m}^3/\text{kg}) \right] \approx 30 \text{ kg/s}$$

Für die gesamte Maschine (4 Flute):

$$\dot{m} = 4 \cdot \dot{m}_{F1} = 4 \cdot 30 \left[ \text{kg/s} \right] = \underline{120 \text{ kg/s}}$$

$$c) \quad P_e = \dot{m} \cdot \Delta h_s \cdot \eta_e = 120 \cdot 1820 \cdot 0,85 \left[ (\text{kg/s}) \cdot (\text{kJ/kg}) \right]$$

$$P_e = 185640 \text{ kW} \approx \underline{185 \text{ MW}}$$

d) Abwärmestrom:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot (h_{ADa} - h_{Kon})$$

$$h_{Kon} \approx c_{Wa} \cdot t_{Kon} = 4,187 \cdot 33 \left[ (\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{grad})) \cdot \text{grad} \right]$$

$$\approx 138 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{Q} = 120 \cdot (2270 - 138) \left[ (\text{kg/s}) \cdot (\text{kJ/kg}) \right]$$

$$\dot{Q} = 255840 \text{ kJ/s} \approx 256 \text{ MW} \quad \text{Hiermit}$$

$$\dot{m}_{Wa} = \frac{\dot{Q}}{c_{Wa} \cdot \Delta t_{Wa}} = \frac{255840}{4,187 \cdot 5} \left[ \frac{\text{kJ/s}}{(\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})) \cdot \text{K}} \right] = 12220 \text{ kg/s}$$

$$\underline{\dot{V}_{Wa} \approx 12,2 \text{ m}^3/\text{s}}$$

e) Über Durchfluß  $\dot{m} = A_m \cdot c/v$  aus  $A_m = D \cdot \pi \cdot b$  folgt

$$b = A_m/(\pi \cdot D)$$

$$D = u/(\pi \cdot n) = 165/(\pi \cdot 50) \left[ (\text{m/s})/\text{s}^{-1} \right] = 1,05 \text{ m}$$

$$A_m = \dot{m} \cdot v_{FDa} / c_{FDa} = 120 \cdot 0,021/60 \left[ ((\text{kg/s}) \cdot (\text{m}^3/\text{kg})) / (\text{m/s}) \right]$$

$$= 0,042 \text{ m}^2$$

$$b = 0,042/(\pi \cdot 1,05) \left[ \text{m}^2/\text{m} \right] = 0,0127 \text{ m} \approx \underline{13 \text{ mm}}$$

Zum Vergleich: Die Endstufen der vier parallelgeschalteten Niederdruckteile benötigen Schaufellängen von je

$$b = (b/D) \cdot D = 0,3 \cdot 2,1 \left[ \text{m} \right] = 0,63 \text{ m} = 630 \text{ mm}$$

Das demonstriert die gewaltige Dampfstrom-Ausdehnung während der Expansion in der Turbine.