

Ü 54

Drehzahl: Volltourig, also $n = 50 \text{ s}^{-1}$
Massendurchsatz: Aus $P_e = \dot{m} \cdot \Delta h_s \cdot \eta_e$ mit
 geschätzt $\eta_e = 0,75$ und aus (h,s) -Diagramm (Bild 1)
 $\Delta h_s = 967 \text{ kJ/kg}$
 $\dot{m} = \frac{P_e}{\Delta h_s \cdot \eta_e} = \frac{8 \cdot 10^6}{967 \cdot 10^3 \cdot 0,75} \left[\frac{\text{W}}{\text{J/kg}} \right] = 11,03 \text{ kg/s}$

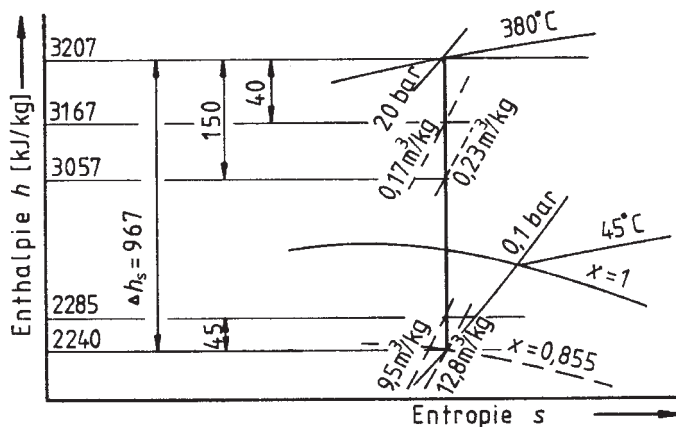


Bild 1. Lösungsskizze zu Ü 54.

Ausschnitt aus (h,s) -Diagramm mit zugehörigen Werten.

a) Raddurchmesser

d) Gleichdruck

$$D_{Le} = \sqrt{\frac{Lz}{\pi^2 \cdot \tau_5} \cdot \frac{\dot{m} \cdot v_5}{b_{Le} \cdot n \cdot \sin \alpha_5}} \quad \text{lt. Gl. (7-153)}$$

Mit $b_{Le} = (b_{Le}/D_{Le}) \cdot D_{Le}$ wird

$$D_{Le} = \sqrt[3]{\frac{Lz}{\pi^2 \cdot \tau_5} \cdot \frac{\dot{m} \cdot v_5}{(b_{Le}/D_{Le}) \cdot n \cdot \sin \alpha_5}}$$

Richtwerte (Unterabschnitte 6.2.5.3 und 11.3.1.3):

$b_{Le}/D_{Le} = 0,015 \dots 0,02$, $\tau_5 = 1,05 \dots 1,2$
 $\alpha_5 = 12 \dots 18^\circ$, $Lz = u/c_2 = 0,38 \dots 0,48$ (Gl. 11-9)
 und $\Delta h_{s,St} \leq 200 \text{ kJ/kg}$ (Gl. 11-11):

I. Stufe: Angen. $b_{Le}/D_{Le} = 0,015$; $\tau_5 = 1,2$; $Lz = 0,4$
 $\alpha_5 = 12^\circ$ und $\Delta h_{s,St} = 150 \text{ kJ/kg}$.

Hierzu aus (h,s) -Diagramm $v_5 = 0,23 \text{ m}^3/\text{kg}$. Damit

$$D_{Le} = \sqrt[3]{\frac{0,40}{\pi^2 \cdot 1,2} \cdot \frac{11,03 \cdot 0,23}{0,015 \cdot 50 \cdot \sin 12^\circ}} \left[\sqrt[3]{\frac{\text{kg/s} \cdot \text{m}^3/\text{kg}}{1/\text{s}}} \right]$$

$$D_{Le} = 0,82 \text{ m} = D_{La}$$

Letzte Stufe: Angen. $b_{Le}/D_{Le} = 0,02$; $\tau_5 = 1,1$;
 $Lz = 0,42$; $\alpha_5 = 18^\circ$ und aus (h,s) -Diagramm bei
 idealer Entspannung $v_5 = 12,8 \text{ m}^3/\text{kg}$

$$D_{Le} = \sqrt[3]{\frac{0,42}{\pi^2 \cdot 1,1} \cdot \frac{11,03 \cdot 12,8}{0,02 \cdot 50 \cdot \sin 18^\circ}} \quad [\text{m}] = 2,6 \text{ m} = D_{La}$$

Stufenzahl: $i = \Delta h_s / \Delta h_{s,St} = 967/150 = 7$

β) Überdruck

Richtwerte (Unterabschnitt 6.2.5.3):

$b/D = (0,03) \dots 0,05$; $\alpha_5 = 16 \dots 30^\circ (\dots 45^\circ)$;
 $Lz = u/c_2 = 0,65 \dots 0,95$ (Gl. 11-14) und
 $\Delta h_{s,St} \leq 100 \text{ kJ/kg}$ (Gl. 11-15).

Auch hier gilt die aus dem Durchflußgesetz stammende
 Gl. (7-153).

I. Stufe: Angen. $b/D = 0,03$; $\alpha_5 = 18^\circ$; $\tau_5 = 1,2$;
 $Lz = 0,7$ und bei $\Delta h_{s,St} = 40 \text{ kJ/kg}$ aus (h,s) -Dia-
 gramm $v_5 = 0,17 \text{ m}^3/\text{kg}$.

$$D_{Le} = \sqrt[3]{\frac{0,7}{\pi^2 \cdot 1,2} \cdot \frac{11,03 \cdot 0,17}{0,03 \cdot 50 \cdot \sin 18^\circ}} \left[\sqrt[3]{\frac{\text{kg/s} \cdot \text{m}^3/\text{kg}}{1/\text{s}}} \right]$$

$$D_{Le} = 0,620 \text{ m} = 620 \text{ mm} = D_{La}$$

Letzte Stufe: Angen. $b/D = 0,05$; $\alpha_5 = 30^\circ$; $\tau_5 = 1,1$;
 $Lz = 0,8$ und bei $\Delta h_{s,St} = 45 \text{ kJ/kg}$ aus (h,s) -Dia-
 gramm $v_5 = 9,1 \text{ m}^3/\text{kg}$

$$D_{Le} = \sqrt[3]{\frac{0,8}{\pi^2 \cdot 1,1} \cdot \frac{11,3 \cdot 9,5}{0,05 \cdot 50 \cdot \sin 30^\circ}} \quad [\text{m}]$$

$$D_{Le} = 1,85 \text{ m} = D_{La}$$

Stufenzahl: $i = \Delta h_s / \Delta h_{s,St} = 967/80 = 12$

b) Wärmebedarf

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot (h_{FDa} - h_{SWa}) \quad \text{Mit}$$

$$h_{FDa} = 3207 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta t_{Kon} = t_{Kon} - 0 = t_{Kon}$$

$$h_{SWa} \approx c_{Wa} \cdot t_{Kon} = 4,187 \cdot 45 \quad [(\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{grad})) \cdot \text{grad}]$$

$$\approx 188,5 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{Q} = 11,03 \cdot (3207 - 188,5) \quad [\text{kg/s} \cdot \text{kJ/kg}]$$

$$\dot{Q} = 33294 \text{ kJ/s} = 33294 \text{ kW} \approx 33 \text{ MW}$$

Andererseits gilt: $\dot{Q} = \dot{m}_{Br} \cdot H_u \cdot \eta_{Ke}$

Hieraus mit $H_u \approx 30000 \text{ kJ/kg}$ (aus DUBBEL) und ge-
 schätzt $\eta_{Ke} \approx 90 \%$

$$\dot{m}_{Br} = \frac{\dot{Q}}{H_u \cdot \eta_{Ke}} \approx \frac{33297}{30000 \cdot 0,9} \left[\frac{\text{kJ/s}}{\text{kJ/kg}} \right] = 1,233 \text{ kg/s}$$

c) Isentroper-thermischer Wirkungsgrad

$$\eta_{therm,s} = \frac{\Delta h_s}{h_{FDa} - h_{SWa}} = \frac{967}{3207 - 188,5} = 0,32$$