

$$1. P_e = \frac{P_{th}}{\eta_e} = \frac{\dot{m} \cdot Y}{\eta_e} = \frac{s \cdot \dot{V} \cdot g \cdot H_{ges}}{\eta_e}$$

$$\dot{V} = 120 \text{ m}^3/\text{h} = 1/30 \text{ m}^3/\text{s} = 0,0333 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P_e = \frac{10^3 \cdot 0,0333 \cdot 9,81 \cdot 60}{0,77} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} \right]$$

$$P_e = 25,46 \cdot 10^3 \text{ W} \approx \underline{25,5 \text{ kW}}$$

2. Aus Gl. (4-75)

$$n = n_y \cdot \Delta Y^{3/4} / \dot{V}^{1/2}$$

$$\Delta Y = Y = g \cdot H_{ges} = 9,81 \cdot 60 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} \right] = 588,6 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$\text{Baupform I: Nach Tab. 4-2} \rightarrow n_y = 0,03 \dots 0,12$$

$$n = (0,03 \dots 0,12) \cdot \frac{588,6^{3/4}}{\sqrt{0,0333}} \left[\frac{(\text{m}^2/\text{s}^2)^{3/4}}{\sqrt{\text{m}^3/\text{s}}} \right]$$

$$n = (0,03 \dots 0,12) \cdot 654,85 \left[1/\text{s} \right]$$

$$n = 19,65 \dots 78,58 \text{ s}^{-1}$$

Demnach zum Antrieb sowohl 4-poliger ($n = 24 \text{ s}^{-1}$), als auch 2-poliger ($n = 48 \text{ s}^{-1}$) Elektromotor möglich.

Gewählt: 2-Poler, also $n = 48 \text{ s}^{-1}$. Dann ist:

$$n_y = 48 \cdot 1/654,85 = 0,073 \quad \text{bzw.}$$

$$\sigma = 2,1 \cdot n_y = 0,153$$

3. Aus erweitertem CORDIER - Diagramm (Bild 4-5) sind für $\sigma = 0,16$:

$\delta = 6,8$ und $\eta_e = 0,78$ (etwa wie in Aufgabe vorgegeben).

Hiermit aus Gl. (4-70):

$$D_2 = \delta \cdot \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{\dot{V}}{\sqrt{2 \Delta Y}}} = 6,8 \cdot \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{0,0333}{\sqrt{2 \cdot 588,6}}} \left[\sqrt{\frac{\text{m}^3/\text{s}}{\sqrt{\text{m}^2/\text{s}^2}}} \right]$$

$$D_2 = 0,233 \text{ m} \quad \text{Ausgeführt} \quad \underline{D_2 = 240 \text{ mm}}$$

$$\text{Oder} \quad \eta = \frac{1}{\sigma^2 \cdot \delta^2} = \frac{1}{0,153^2 \cdot 6,8^2} = 0,92$$

Günstiger Wert! Lt. Abschnitt 4.3.3.2 bei Radialpumpen mit Spirale erreichbar $\eta = 0,90 \dots 1,0$.

Bei $\eta = 0,92$ ergibt sich auf Gl. (4-51):

$$u_2 = \sqrt{2 \cdot \frac{\Delta Y}{\eta}} = \sqrt{2 \cdot \frac{588,6}{0,92}} \left[\sqrt{\frac{\text{m}^2/\text{s}^2}{1}} \right] = 35,77 \text{ m/s}$$

$$D_2 = \frac{u_2}{\pi \cdot n} = \frac{35,77}{\pi \cdot 48} \left[\frac{\text{m/s}}{1/\text{s}} \right] = 0,237 \text{ m} \approx 240 \text{ mm}$$

$$4. \text{ Längenmaßstab: } m_L = D_{2,I} / D_{2,II} = 1/1,3 = 0,769$$

$$\text{Drehzahlmaßstab: } m_n = n_I / n_{II} = 1/0,5 = 2$$

Geänderter Durchsatz \dot{V}_{II} nach Gl. (4-12) bei angenommen Liefergrad $\lambda_L \approx \text{konst.}$

$$\dot{V}_{II} = \frac{\dot{V}_I}{m_n \cdot m_L^3} = \frac{0,0333}{2 \cdot 0,769^3} \left[\frac{\text{m}^3/\text{s}}{1} \right] = 0,0366 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\dot{V}_{II} = 132 \text{ m}^3/\text{h}$$

Geänderte spez. Stufenarbeit ΔY_{II} aus Gl. (4-8):

$$\Delta Y_{II} = \frac{\Delta Y_I}{m_L^2 \cdot m_n^2} = \frac{588,6}{0,769^2 \cdot 2^2} \left[\frac{\text{m}^2/\text{s}^2}{1} \right] = 248,8 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

Geänderte Leistung $P_{e,II}$ bei angenommen gleichbleibendem Wirkungsgrad aus Gl. (4-16):

$$P_{e,II} = \frac{P_{e,I}}{m_L^5 \cdot m_n^3} = \frac{25,5}{0,769^5 \cdot 2^3} \left[\text{kW} \right] = 11,9 \text{ kW}$$

oder

$$P_{e,II} = \frac{P_{th,II}}{\eta_e} = \frac{s \cdot \dot{V}_{II} \cdot \Delta Y_{II}}{\eta_e}$$

$$P_{e,II} = \frac{10^3 \cdot 0,0366 \cdot 248,8}{0,77} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right]$$

$$P_{e,II} = 11,8 \cdot 10^3 \text{ W} = 11,8 \text{ kW} \quad (\text{wie zuvor!})$$