

a) Aus $\Delta Y = Y/i = Y = g \cdot H_{ges} = 9,81 \cdot 80 = 784,8 \text{ m}^2/\text{s}^2$
sowie $\dot{V} = 180 \text{ m}^3/\text{h} = 0,05 \text{ m}^3/\text{s}$ ergeben Gl. (4-51) und Gl. (4-59) mit $\psi = 1,03$ sowie $\varphi = 0,045$ (Mittelwerte nach Unterabschnitt 4.3.3.3) als erste Abschätzung:

$$u_2 = \sqrt{2 \cdot \Delta Y / \psi} = \sqrt{2 \cdot 784,8 / 1,03} \left[\sqrt{\text{m}^2/\text{s}^2} \right] = 39,03 \text{ m/s}$$

vorerst ausgeführt $u_2 = 39 \text{ m/s}$ Hiermit aus φ

$$D_2 = \sqrt{\frac{1}{\varphi} \cdot \frac{4}{\pi} \cdot \frac{\dot{V}}{u_2}} = \sqrt{\frac{1}{0,045} \cdot \frac{4}{\pi} \cdot \frac{0,05}{39}} \left[\sqrt{\frac{\text{m}^3/\text{s}}{\text{m/s}}} \right] = 0,1905 \text{ m}$$

vorerst ausgeführt $D_2 = 190 \text{ mm}$

b) Zwei Berechnungswege verfügbar

1. Aus $u_2 = D_2 \cdot \pi \cdot n$ mit Werten aus Frage a)

$$n = u_2 / (D_2 \cdot \pi) = 39 / (0,190 \cdot \pi) \left[(\text{m/s}) / \text{m} \right] = 65,3 \text{ s}^{-1} = 3920 \text{ min}^{-1}$$

2. Aus Gl. (4-75):

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

Mit $n_y = 0,03 \dots 0,12$ nach Tab. 4-2 Besser jedoch aus Gl. (4-88) $n_y \approx 0,21$, wobei nach Gl. (4-85):

$$\sigma = \varphi^{1/2} \cdot \psi^{-3/4} = 0,045^{1/2} \cdot 1,03^{-3/4} = 0,2075 \text{ Damit}$$

$$n_y = 0,2075 / 2,1 = 0,099 \text{ (liegt im zulässigen Bereich)}$$

Eingesetzt, ergibt

$$n = 0,099 \cdot 0,05^{-1/2} \cdot 784,8^{3/4} \left[(\text{m}^3/\text{s})^{-1/2} \cdot (\text{m}^2/\text{s}^2)^{3/4} \right] = 65,62 \text{ s}^{-1}$$

$$n \approx 65 \text{ s}^{-1} = 3900 \text{ (etwa wie zuvor!)}$$

Ungünstig, da bei Elektromotor Übersetzung notwendig. Das Getriebe erfordert zusätzlichen Aufwand. Deshalb neu festgelegt: Antrieb durch 2-poligen Elektromotor mit Lastdrehzahl $n = 48 \text{ s}^{-1} = 2880 \text{ min}^{-1}$. Weiterhin für Spiralgehäusepumpe nach Unterabschnitt 4.3.3.2 angenommen $\psi = 0,95$. Dann betragen:

$$n_y = 48 \cdot 0,05^{1/2} \cdot 784,8^{-3/4} = 0,072$$

$$\sigma = 2,1 \cdot n_y = 2,1 \cdot 0,072 = 0,151$$

$$\varphi = (\sigma \cdot \psi^{3/4})^2 = 0,2 \cdot \psi^{3/2} = 0,151^2 \cdot 0,95^{3/2} = 0,021$$

$$u_2 = \sqrt{2 \cdot \Delta Y / \psi} = \sqrt{2 \cdot 784,8 / 0,95} \left[\sqrt{\text{m}^2/\text{s}^2} \right] = 40,64 \text{ m/s}$$

$$D_2 = u_2 / (\pi \cdot n) = 40,64 / (\pi \cdot 48) \left[(\text{m/s}) / \text{s}^{-1} \right] = 0,2695 \text{ m}$$

Ausgeführt $D_2 = 270 \text{ mm}$

Kontrollrechnung über Lieferziffer

$$D_2 = \sqrt{\frac{1}{\varphi} \cdot \frac{4}{\pi} \cdot \frac{\dot{V}}{u_2}} = \sqrt{\frac{1}{0,021} \cdot \frac{4}{\pi} \cdot \frac{0,05}{40,64}} \left[\sqrt{\frac{\text{m}^3/\text{s}}{\text{m/s}}} \right]$$

$$D_2 = 0,273 \text{ m} \approx 270 \text{ mm} \text{ (etwa wie zuvor!)}$$

c) Mit geschätzt $\eta_e = 0,7$:

$$P_e = \frac{1}{\eta_e} \cdot \dot{V} \cdot \rho \cdot g \cdot H_{ges} = \frac{1}{0,7} \cdot 10^3 \cdot 0,05 \cdot 9,81 \cdot 80 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} \right]$$

$$P_e = 56057 \text{ W} \approx 56 \text{ kW}$$

d) Saugstutzen: $A_S = \dot{V} / c_S$ Mit

$$c_S = c_{SM} \cdot k_N \text{ exakt nur bei } D_S = D_{SM} \text{ und } \lambda_L = 1$$

Bei geschlitz $k_N = 0,7$ und

$$c_{SM} = c_0 / (1 \dots 1,25) \text{ lt. Gl. (10-50)}$$

$$c_0 = c_{0m} \text{ bei } d_0 = 90^\circ \text{ (Regelfall)}$$

$$c_{0m} = \varepsilon \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta Y} \text{ aus Gl. (4-93)}$$

$$\varepsilon = (0,73 \dots 0,87) \cdot \eta_y^{2/3} \text{ lt. Gl. (4-100)}$$

$$\varepsilon = (0,73 \dots 0,87) \cdot 0,072^{2/3} = 0,126 \dots 0,151 \text{ angen. } \varepsilon = 0,14 \text{ (etwa Mittelwert)}$$

$$c_{0m} = 0,14 \cdot \sqrt{2 \cdot 784,8} \left[\sqrt{\text{m}^2/\text{s}^2} \right] = 5,55 \text{ m/s}$$

$$c_{SM} = 5,55 / (1,0 \dots 1,25) = 5,55 \dots 4,44 \text{ [m/s]}$$

Ausgeführt: $c_{SM} = 5 \text{ m/s}$

$$c_S = 0,7 \cdot 5 = 3,5 \text{ m/s}$$

$$A_S = 0,05 / 3,5 \left[(\text{m}^3/\text{s}) / (\text{m/s}) \right] = 0,0143 \text{ m}^2$$

$$A_S = D_S^2 \cdot \pi / 4 \longrightarrow D_S = 0,135 \text{ m} = 135 \text{ mm}$$

$$\text{Ausgeführt: } D_S = 150 \text{ mm} \longrightarrow c_S = 2,83 \text{ m/s}$$

$$\text{oder } D_S = 125 \text{ mm} \longrightarrow c_S = 4,07 \text{ m/s}$$

Druckstutzen: Wird bei Kreiselpumpen in der Regel eine Normrohr-Durchmesserstufe kleiner ausgeführt:

$$\text{Also } D_D = 125 \text{ mm} \longrightarrow c_D = 4,07 \text{ m/s}$$

$$\text{oder } D_D = 100 \text{ mm} \longrightarrow c_D = 6,37 \text{ m/s}$$

Hinweise: Angewendete Durchmesser abhängig von

- Saugerfordernissen
 - Aufwand für Rohrleitung
 - zugelassene Rohrleitungsverluste
- Kosten-Optimierung notwendig.

e) Nach Gl. (10-6) mit angen. $\tau_2 = 1,1$ (Gl. 10-59) und $\lambda_L = 0,9$ (Gl. 8-119) sowie $c_{2m} = 0,9 \cdot c_0$ nach Gl. (8-123) ergibt sich:

$$b_2 = \frac{\dot{V}}{\lambda_L} \cdot \frac{\tau_2}{D_2 \cdot \pi \cdot c_{2m}} = \frac{0,05 \cdot 1,1}{0,9 \cdot 0,27 \cdot \pi \cdot 0,9 \cdot 5,5} \left[\frac{\text{m}^3/\text{s}}{\text{m} \cdot \text{m/s}} \right]$$

$$b_2 = 0,01455 \text{ m} = 14,6 \text{ mm}$$

ausgeführt $b_2 = 14,5 \text{ mm}$