

$$1) n_{y,M} = n \cdot \dot{V}^{1/2} \cdot Y^{-3/4} \quad \text{gemäß Gl. (4-77):}$$

$$\text{Mit } n = 24 \text{ Hz} = 24 \text{ s}^{-1}$$

$$\dot{V} = \frac{180}{3600} \left[ \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{s/h}} \right] = 0,05 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{H}_2\text{O}, 80^\circ\text{C} \rightarrow \text{Tafel 437.1} \rightarrow \rho = 971,8 \text{ kg/m}^3$$

$$Y = \frac{24 \cdot 10^5}{0,9718 \cdot 10^3} \left[ \frac{\text{N/m}^2}{\text{kg/m}^3} \right] = 2469,6 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$n_{y,M} = 24 \cdot \frac{\sqrt{0,05}}{\sqrt[3]{2469,6}} \left[ \text{s}^{-1} \frac{(\text{m}^3/\text{s})^{1/2}}{(\text{m}^2/\text{s}^2)^{3/4}} \right] = 0,015 < 0,03$$

Nach Tab. 4-2 hat Radform I  $n_y = 0,03 \dots 0,12$ .

Deshalb Mehrstufigkeit notwendig.

Aus Gl. (4-77) bei  $j = 1$  (Flutzahl):

$$i = \left( \frac{n_y}{n_{y,M}} \right)^{4/3} = \left( \frac{0,03 \dots 0,12}{0,015} \right)^{4/3} = 2,5 \dots 15,6$$

Also mindestens 3 Stufen notwendig. Um einen guten Wirkungsgrad zu erreichen, sind jedoch mehr Stufen angebracht; allerdings aufwendiger (teurer!).

$$2) P_e = \dot{m} \cdot Y_e = \rho \cdot \dot{V} \cdot Y_e = 972 \cdot 0,05 \cdot \frac{2469,6}{0,72} \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right]$$

$$P_e = 166,7 \cdot 10^3 \text{ W} \approx 167 \text{ kW}$$

$$3) \text{ Aus Gl. (4-51): } u_2 = (2 \cdot \Delta Y / \psi)^{1/2}$$

mit  $\psi = 1,0 \dots 1,10$  für Kreiselpumpen mit Leitrad.

Bei angenommen  $\psi = 1,05$  und ausgeführt  $i = 3$  ist notwendig:

$$u_2 = \sqrt{2 \cdot \frac{Y}{\psi \cdot i}} = \sqrt{2 \cdot \frac{2469,6}{3 \cdot 1,05}} \left[ \sqrt{\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} \right] = 39,60 \text{ m/s}$$

$$\text{Hieraus } D_2 = \frac{u_2}{\pi \cdot n} = \frac{39,60}{\pi \cdot 24} \left[ \frac{\text{m/s}}{1/\text{s}} \right] = 0,525 \text{ m}$$

Dieser große Durchmesser ist praktisch nicht sinnvoll und sollte deshalb nicht verwirklicht werden. Durch Erhöhen der Drehzahl und/oder der Stufenzahl kann  $D_2$  entsprechend verringert werden.

Bei  $i = 9$  Stufen würde sich ergeben:

$$u_2 = \sqrt{2 \cdot \frac{2469,6}{9 \cdot 1,05}} = 22,86 \text{ m/s}$$

$$D_2 = 22,86 / (\pi \cdot 24) = 0,303 \text{ m}$$

Trotz der hohen Stufenzahl ergibt sich noch ein relativ großer Laufrad-Durchmesser. Deshalb wäre es angebracht, die Drehzahl zu erhöhen, falls andere Einflüsse (Kavitation, Abschnitt 5.2) nicht dagegenstehen.

4) Bei 3 Stufen ergibt sich aus Gl. (4-93) mit angenommen  $\epsilon = 0,1$  nach Gl. (4-104):

$$c_{0m} = \epsilon \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta Y} = \epsilon \cdot \sqrt{2 \cdot Y / i} = 0,1 \cdot \sqrt{2 \cdot 2469,6 / 3} \left[ \sqrt{\text{m}^2/\text{s}^2} \right]$$

$$c_{0m} = 4,06 \text{ m/s}$$

Bei  $\alpha_0 = 90^\circ$  (Regelfall) ist  $c_0 = c_{0m}$  und damit nach der Durchflußgleichung bei angenommen  $k_N = 0,8$  sowie  $c_{SM} = c_0$ :

$$A_{SM} = \frac{\dot{V}}{c_{SM}} = \frac{0,05}{4,06} \left[ \frac{\text{m}^3/\text{s}}{\text{m/s}} \right] = 0,0123 \text{ m}^2 \quad \text{Hieraus}$$

$$D_{SM} = \sqrt{\frac{A_{SM}}{k_N \cdot \pi / 4}} = \sqrt{\frac{12300}{0,8 \cdot \pi / 4}} \left[ \sqrt{\text{mm}^2} \right] \approx 140 \text{ mm}$$

$D_S = D_{SM}$  gesetzt, da Abschätzung.