

Lauftrad - Abströmwerte:

$$\Delta Y = q \cdot H_{ges} = 9,81 \cdot 53 \text{ [m/s}^2 \cdot \text{m]} = 519,9 \text{ m}^2/\text{s}^2 \approx 520 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$Y_{sch} = \Delta Y / \eta_{sch} = 520 / 0,8 \text{ [m}^2/\text{s}^2] = 650 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$Y_{sch\infty} = Y_{sch} / k_M = 650 / 0,7 = 928,6 \text{ m}^2/\text{s}^2 \approx 929 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$u_2 = D_2 \cdot \pi \cdot n = 0,225 \cdot \pi \cdot 48 \text{ [m/s]} = 33,93 \text{ m/s}$$

$$c_{2u} = Y_{sch\infty} / u_2 = 929 / 33,93 \text{ [m/s]} = 27,38 \text{ m/s}$$

$$\dot{V}_{La} = \frac{\dot{V}}{\lambda_L} = \frac{120}{3600 \cdot 0,94} \left[\frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{s/h}} \right] = 0,0355 \text{ m}^3/\text{s}$$

Vorerst geschätzt $\tau_2 = 1,05$

$$c_{2m} = \frac{\dot{V}_{La}}{D_2 \cdot \pi \cdot b_2 / \tau_2} = \frac{0,0355}{0,225 \cdot \pi \cdot 0,013 \cdot 1/1,05} \left[\frac{\text{m}^3/\text{s}}{\text{m}^2} \right]$$

$$c_{2m} = 4,06 \text{ m/s}$$

$$\tan \beta_2 = c_{2m} / (u_2 - c_{2u}) = 4,06 / (33,93 - 27,38) = 0,6198$$

$$\rightarrow \beta_2 = 31,79^\circ \approx 32^\circ$$

Nachrechnung von $\tau_2 = t_2 / (t_2 - \sigma_2)$ lt. Gl. (2-61):

$$t_2 = D_2 \cdot \pi / z = 225 \cdot \pi / 7 \text{ [mm]} = 100,98 \text{ mm}$$

$$\sigma_2 = s_2 / \sin \beta_2 = 3 / \sin 32^\circ \text{ [mm]} = 5,66 \text{ mm}$$

$$\tau_2 = 100,98 / (100,98 - 5,66) = 1,06 \quad \text{Damit}$$

$$c_{2m} = 4,06 \cdot 1,06 / 1,05 = 4,10 \text{ m/s}$$

$$\tan \beta_2 = 0,6198 \cdot 4,10 / 4,06 = 0,6260 \rightarrow$$

$$\beta_2 = 32,04^\circ \approx 32^\circ \quad (\text{wie zuvor!})$$

$$\tan \alpha_2 = c_{2m} / c_{2u} = 4,10 / 27,38 = 0,1497 \rightarrow$$

$$\alpha_2 = 8,52^\circ$$

$$n_y = n \cdot \dot{V}^{1/2} \cdot \Delta Y^{-3/4} = 48 \cdot 0,0333^{1/2} \cdot 520^{-3/4}$$

$$n_y = 0,08 \rightarrow \text{Radform I (Tab. 4-2)}$$

$$c_{3m} = c_{2m} / \tau_2 = 4,10 / 1,06 \text{ [m/s]} = 4,35 \text{ m/s}$$

$$c_{3u} = c_{2u} \cdot k_M = 27,38 \cdot 0,7 \text{ [m/s]} = 19,17 \text{ m/s}$$

$$\tan \alpha_3 = c_{3m} / c_{3u} = 4,35 / 19,17 = 0,2139 \rightarrow \alpha_3 = 12,1^\circ$$

$$\alpha_3 > 12^\circ, \text{ deshalb nach Tab. 7-1 Leitring sinnvoll.}$$

LeitringBreite:

Nach Gl. (7-2): $b_5 \geq b_2 + (1 \dots 2 \text{ mm}) = 14 \dots 15 \text{ mm}$

Nach Gl. (7-3): $b_5 = (1,02 \dots 1,1) \cdot b_2 = 13,3 \dots 14,3 \text{ mm}$

Ausgeführt: $b_4 = b_5 = 14,5 \text{ mm}$

Radialspalt: $s_{Sp,3-4} = 0,5 \dots 2 (\dots 3) \text{ mm}$ (Abschnitt 7.1)

Ausgeführt: $s_{Sp,3-4} = 1,5 \text{ mm}$

Innendurchmesser:

$$D_4 = D_5 = D_3 + 2 \cdot s_{Sp,3-4} = 225 + 2 \cdot 1,5 \text{ [mm]} = 228 \text{ mm}$$

Zuströmwinkel: α_4 nach Gl. (7-5), d.h. wie Leitrad:

$$\tan \alpha_4 = (b_2/b_5) \cdot \tan \alpha_3 + \frac{\lambda}{4 \cdot b_5} \cdot (r_5 - r_2)$$

$$= \frac{13}{14,5} \cdot \tan 12,1^\circ + \frac{0,04}{4 \cdot 14,5} \cdot (114 - 112,5)$$

$$= 0,1922 + 0,001 = 0,1923 \rightarrow \alpha_4 = 10,9^\circ$$

Das Ergebnis bestätigt die Vereinfachung bei Kreiselpumpen, welche zu Gl. (7-6) führt.

Austrittsdurchmesser D_7 nach Gl. (7-57):

$$D_7 = (1,2 \dots 1,6) \cdot D_4 = (1,2 \dots 1,6) \cdot 228 \text{ [mm]}$$

$$D_7 = 273,6 \dots 364,8 \text{ mm}$$

Ausgeführt: $D_7 = 320 \text{ mm}$ (Mittelwert)

Austrittswinkel α_7 nach Gl. (7-55) mit $\lambda = 0,04$:

$$\tan \alpha_7 = \tan \alpha_4 + \frac{\lambda}{4} \cdot \frac{1}{b_4} \cdot (r_7 - r_4)$$

$$= 0,1923 + \frac{0,04}{4} \cdot \frac{1}{14,5} \cdot (160 - 114) = 0,2240$$

$$\alpha_7 = 12,6^\circ$$

Abströmgeschwindigkeit c_7 : Aus Durchfluß, Gl. (7-59):

$$c_{7m} = \dot{V}_{La} / (D_7 \cdot \pi \cdot b_7) = 0,0355 / (0,32 \cdot \pi \cdot 0,0145) \text{ [(m}^3/\text{s)]/m}^2]$$

$$c_{7m} = 2,44 \text{ m/s}$$

$$c_{7u} = c_{7m} / \tan \alpha_7 = 2,44 / \tan 12,6^\circ \text{ [m/s]} = 10,92 \text{ m/s}$$

$$c_7 = c_{7m} / \sin \alpha_7 = 2,44 / \sin 12,6^\circ \text{ [m/s]} = 11,19 \text{ m/s}$$

Druckaufbau Δp_{Le} : Nach Gl. (7-58):

$$\Delta p_{Le} = p_7 - p_3 = \rho \cdot (c_3^2/2 - c_7^2/2) \cdot \eta_{sch,Le}$$

Mit Gl. (8-134) - vergleiche auch Gl. (7-53):

$$\eta_{sch,Le} \approx \eta_{sch,La} \approx \sqrt{\eta_{sch}} \approx \sqrt{0,8} = 0,89 \quad \text{und}$$

$$c_3 = \sqrt{c_{3m}^2 + c_{3u}^2} = \sqrt{4,1^2 + 19,17^2} = 19,60 \text{ m/s wird:}$$

$$\Delta p_{Le} = 10^3 \cdot (19,6^2/2 - 11,19^2/2) \cdot 0,89 \text{ [kg/m}^3 \cdot \text{m}^2/\text{s}^2]$$

$$\Delta p_{Le} = 1,15 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1,15 \text{ bar}$$