Ü 11

1. $n_{y,M} = n \cdot \dot{V}^{1/2} \cdot Y^{-3/4}$

Mit $n = 4800\ min^{-1} = 80\ s^{-1}$

$\dot{V} = 90000\ m^3/h = 25\ m^3/s$

$Y = \Delta p/\varrho$ bei $\varrho \approx$ konst bzw. $\bar{\varrho}$ bei Π klein

$\Delta p = p_D - p_S = (p_ü + p_b) - p_b = p_ü$

Isentrope Verdichtung $p \cdot v^{\varkappa} = konst$

$p_D/\varrho_D^{\varkappa} = p_S/\varrho_S^{\varkappa}$ da $v = 1/\varrho$

$\varrho_D = \varrho_S \cdot (p_D/p_S)^{1/\varkappa} = \varrho_S \cdot \Pi^{1/\varkappa}$

$\left.\begin{array}{l} p_S = p_b = 1\,bar \\ T_S = T_b = 293\,K \end{array}\right\rangle \xrightarrow[14]{Tafel} \varrho_S = 1{,}189\ \frac{kg}{m^3}$

$\varrho \neq$ konst $\longrightarrow$ exakt mit Gl. (3-62)
Da jedoch $\Pi = p_D/p_S = 1{,}5$ relativ klein, in guter Näherung verwendet mit $\varrho_D = 1{,}189 \cdot 1{,}5^{1/1{,}4} = 1{,}588\ \frac{kg}{m^3}$:
$\bar{\varrho} = (\varrho_S + \varrho_D)/2 = (1{,}189 + 1{,}588)/2 = 1{,}389\ kg/m^3$:

$$Y = \frac{p_ü}{\bar{\varrho}} = \frac{0{,}5 \cdot 10^5}{1{,}389} \left[\frac{N/m^2}{kg/m^3}\right] \approx 3{,}60 \cdot 10^4\ m^2/s^2$$

$$n_{y,M} = 80 \cdot \frac{\sqrt{25}}{(3{,}60 \cdot 10^4)^{3/4}} \left[\frac{1}{s} \cdot \frac{(m^3/s)^{1/2}}{(m^2/s^2)^{3/4}}\right] = 0{,}15$$

Radform I mit $n_y = 0{,}03 \ldots 0{,}12$ (Tab. 4-2) erfordert Mehrflutigkeit, da $n_{y,M} > n_y$. Aus Gl. (4-76) bei i = 1 Stufe folgt für die erforderliche Flutzahl j :

$$j = \left(\frac{n_{y,M}}{n_y}\right)^2 = \left(\frac{0{,}15}{0{,}03 \ldots 0{,}12}\right)^2 = 25 \ldots 1{,}6$$

Demnach zweiflutiges Radialgebläse noch möglich, sonst Aufteilung auf mehrere Maschinen notwendig.

2. Aus Gl. (4-51) mit $\psi \leq 1{,}4$ bei $\beta_2 < 90°$:

$u_2 = \sqrt{2 \cdot \Delta Y/\psi}$

$\Delta Y = Y$ da $i = 1$

$\psi = 1{,}2$ erwartet

$$u_2 = \sqrt{2 \cdot 3{,}60 \cdot 10^4/1{,}2} \left[\sqrt{m^2/s^2}\right] = 244{,}95\ m/s$$

$$\underline{D_2} = \frac{u_2}{\pi \cdot n} = \frac{244{,}95}{\pi \cdot 80} \left[\frac{m/s}{1/s}\right] = \underline{0{,}975\ m} \approx 0{,}98\ m$$

3. Nach Gl. (4-61) mit $\dot{V} = \dot{V}_{ges}/j = \dot{V}_M/j$

$$\underline{\varphi} = \frac{4 \cdot \dot{V}}{\pi^2 \cdot D_2^3 \cdot n} = \frac{4 \cdot 25/2}{\pi^2 \cdot 0{,}98^3 \cdot 80} \left[\frac{m^3/s}{m^3 \cdot 1/s}\right] = \underline{0{,}067}$$

Liegt im Richtwertbereich $\varphi = 0{,}01 \ldots 0{,}1$ (Abschnitt 4.3.3.3).

Oder aus Laufzahl, Gl. (4-85):

$\varphi = (\sigma \cdot \psi^{3/4})^2$ mit $\dot{V} = \dot{V}_M/j = 25/2\ [m^3/s] = 12{,}5\ m^3/s$:

$\sigma = 2{,}1 \cdot n_y$ u. Gl. (4-88)

$$n_y = 80 \cdot \frac{\sqrt{12{,}5}}{(3{,}60 \cdot 10^4)^{3/4}} = 0{,}108$$

$\sigma = 2{,}1 \cdot 0{,}108 = 0{,}227$

$\underline{\varphi} = (0{,}227 \cdot 1{,}2^{3/4})^2 = \underline{0{,}068}$ (wie zuvor!)

Oder aus Durchmesserzahl δ, Gl. (4-84):

$\varphi = (\psi^{1/4}/\delta)^2$

Hierbei aus erweitertem CORDIER-Diagramm, Bild 4-5:
$\delta \approx 4{,}2$ und $\eta_e = 0{,}85$.

$\varphi = (1{,}2^{1/4}/4{,}2)^2 = 0{,}062 \approx 0{,}06$ (richtiger Wert!)

bzw. nach Gl. (4-86):

$$\varphi = \frac{1}{\sigma \cdot \delta^3} = \frac{1}{0{,}226 \cdot 4{,}2^3} = 0{,}0595 \approx 0{,}06$$

und $\psi = \frac{1}{\sigma^2 \cdot \delta^2} = \frac{1}{0{,}227^2 \cdot 4{,}2^2} = 1{,}10$

Bei Frage 2 erwarteter Wert also zu hoch.
Deshalb erneutes Festlegen des Raddurchmessers:

$$u_2 = \sqrt{2 \cdot \frac{\Delta Y}{\psi}} = \sqrt{2 \cdot \frac{36000}{1{,}10}} \left[\sqrt{\frac{m^2}{s^2}}\right] = 255{,}8\ m/s$$

Bemerkung: u_2 sehr hoch, fast Schallgeschwindigkeit.

$$D_2 = \frac{u_2}{\pi \cdot n} = \frac{225{,}8}{\pi \cdot 80} \left[\frac{m/s}{1/s}\right] = 1{,}02\ m$$

Oder aus Gl. (4-63) mit $\dot{V} = \dot{V}_{ges}/j$

$$D_2 = \delta \cdot \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{\dot{V}}{\sqrt{2 \cdot \Delta Y}}} = 4{,}2 \cdot \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{25/2}{\sqrt{2 \cdot 36000}}} \left[\sqrt{\frac{m^3/s}{\sqrt{m^2/s^2}}}\right]$$

$\underline{D_2 = 1{,}023\ m}$ (etwa wie zuvor!)

Oder aus Gl. (4-61):

$$D_2 = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot \dot{V}}{\pi^2 \cdot \varphi \cdot n}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 25/2}{\pi^2 \cdot 0{,}06 \cdot 80}} \left[\sqrt[3]{\frac{m^3/s}{1/s}}\right]$$

$D_2 = 1{,}027\ m$

4. Nach Abschnitt 4:

$\lambda \cdot \eta_e = \varphi \cdot \psi = 0{,}06 \cdot 1{,}1 = 0{,}066$

Liegt im Richtwertebereich:
$\lambda \cdot \eta_e = 0{,}002 \ldots 0{,}12$.
Mit $\eta_e = 0{,}85$ aus erweitertem CORDIER-Diagramm (siehe Frage 3):

$\underline{\lambda} = 0{,}066/\eta_e = 0{,}066/0{,}85 = \underline{0{,}078}$

5. Drosselziffer:

$\underline{\tau} = \varphi^2/\psi = 0{,}06^2/1{,}1 = \underline{3{,}27 \cdot 10^{-3}}$

6. Reaktionsgrad nach Gl. (4-55):

$$\underline{r} \approx 1 - \frac{\psi}{4 \cdot \eta_{Sch}} = 1 - \frac{1{,}10}{4 \cdot 0{,}9} = 0{,}694 \approx \underline{0{,}69}$$

7. $P_e = \frac{\dot{m} Y}{\eta_e} = \frac{\varrho \cdot \dot{V} \cdot Y}{\eta_e} = \frac{\dot{V} \cdot \Delta p}{\eta_e} = \frac{\dot{V} \cdot p_ü}{\eta_e}$

$$P_e = \frac{25 \cdot 0{,}5 \cdot 10^5}{0{,}85} \left[\frac{m^3}{s} \cdot \frac{N}{m^2}\right]$$

$\underline{P_e} = 14{,}7 \cdot 10^5\ W = \underline{1{,}5\ MW}$