Ü 17

a) Nach Gl. (4-90):

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

$n = 940/60 = 15{,}67\ s^{-1}$

$\dot{V} = 1200/3600 = 0{,}333\ m^3/s$

und nach Gl. (3-58) oder (8-4):

$Y = g \cdot H + Y_{V,RL} = g \cdot H + Y_{V,SL} + Y_{V,DL}$

$= 9{,}81 \cdot 6{,}4 + 8 + 11\ [m^2/s^2] \approx 81{,}78\ m^2/s^2$

$n_{y,M} = 15{,}67 \cdot \sqrt{0{,}333} / 81{,}78^{0{,}75} = 0{,}33$

Hierzu nach Tab. 4-2

Radform III, einstufig-einflutig, $n_y = 0{,}24 \ldots 0{,}48$

oder

Radform IV, einstufig-einflutig, $n_y = 0{,}3 \ldots 1{,}5$

b) Mit $\lambda_1 = 0{,}3$; $\lambda_2 = 1{,}2$ (Abschnitt 5.2.3) $k_N = 0{,}8$; $\delta_{r,(a)} = 0{,}9$ und $\beta_{0,(a)} = 20°$ wird nach Gl. (5-21)

$$S_y^{-4/3} = \frac{1}{2 \cdot \left(\frac{0{,}8}{4 \cdot \pi}\right)^{2/3}} \cdot \left[0{,}3 \cdot \left(\frac{0{,}9^2}{\cos^2 20° \cdot \sin 20°}\right)^{2/3} + 1{,}2 \cdot \frac{(0{,}9 \cdot \tan 20°)^2 + (1-0{,}9)^2}{(0{,}9 \cdot \tan 20°)^{2/3}}\right]$$

$S_y^{-4/3} = 2{,}745 \rightarrow S_y = 2{,}745^{-3/4} = 0{,}469$

c) Nach Gl. (5-52):

$Th = (n_y/S_y)^{4/3} = (0{,}33/0{,}469)^{4/3} = 0{,}626$

d) Nach Gl. (5-20) wird mit $\lambda_L \approx 1$ (Gl. 4-91):

$$Y_{H,M} = \left(\frac{n \cdot \sqrt{\dot{V}_{La}}}{S_y}\right)^{4/3} = \left(\frac{15{,}67 \cdot \sqrt{0{,}333}}{0{,}469}\right)^{4/3} \left[\left(s^{-1} \cdot \sqrt{m^3/s}\right)^{4/3}\right]$$

$Y_{H,M} = 51{,}7\ m^2/s^2$

e) Maschine:

Mit: Waagrechte Wellenlage, deshalb $z_{S'} = 0$

$H_{H,M} = Y_{H,M}/g = NPSH_M$

wird $NPSH_M = Y_{H,M}/g = 51{,}7/9{,}81\ [m] = 5{,}27\ m$

Anlage : $NPSH_A = H_{H,A} - z_{S'}$ nach Gl. (5-27)

Mit $H_{H,A} = Y_{H,A}/g$ und $Y_{H,A}$ lt. Gl. (5-12)

$Y_{H,A} = p_{uw}/\varrho + c_{uw}^2/2 - H_S \cdot g - Y_{V,SL} - p_{Da}/\varrho$

wobei $p_{uw} = p_b = 1\,bar$, $c_{uw} \approx 0$, $H_S = 2{,}2\,m$, $Y_{V,SL} = 8\ \frac{m^2}{s^2}$

und für H_2O, 20°C nach Tafel 9 $p_{Da} = 0{,}024\,bar$ sowie

$\varrho = 998{,}2\ kg/m^3$. Hierfür

$$Y_{H,A} = \frac{1 \cdot 10^5}{998{,}2} + 0 - 2{,}2 \cdot 9{,}81 - 8 - \frac{0{,}024 \cdot 10^5}{998{,}2}$$

$$\left[\frac{Pa}{kg/m^3} \qquad m \cdot \frac{m}{s^2} \qquad \frac{m^2}{s^2} \qquad \frac{Pa}{kg/m^3}\right]$$

$Y_{H,A} = 68{,}2\ m^2/s^2$ Damit

$NPSH_A = Y_{H,A}/g = 68{,}2/9{,}81\ m = 6{,}95\ m$

Nach Gl. (5-26) für betriebssichere Arbeitsweise

$NPSH_A \geq NPSH_M + 0{,}5\ m$

$6{,}95 > 5{,}27 + 0{,}5$ erfüllt!

f) Nach Gl. (5-9):

$$H_{S,max} \leq \frac{1}{g} \cdot \left(\frac{p_{uw}}{\varrho} + \frac{c_{uw}^2}{2} - Y_{V,SL} - \frac{p_{Da}}{\varrho} - Y_{H,M}\right)$$

$$H_{S,max} \leq \frac{1}{9{,}81} \cdot \left(\frac{10^5}{998{,}2} + 0 - 8 - \frac{0{,}024 \cdot 10^5}{998{,}2} - 51{,}7\right) [m]$$

$H_{S,max} \leq 3{,}9\ m$ (wenig!) Oder

$H_{S,max} = H_S + \Delta NPSH = H_S + (NPSH_A - NPSH_M)$

$= 2{,}2 + (6{,}95 - 5{,}27)\ [m] = 3{,}88\ m$