

U 46

Aus Bild 11-7 für $H = 662 \text{ m}$:

$n_y = 0,025$; $j_{Dü} = 2$; $z_B = 16$; $\eta_e \approx 0,9$ und $D_{StrK}/d_{Str} \approx 8$

Nach Tab. 11-1 $n_y = 0,003 \dots 0,045$

a) Dazu aus $n_{y,M} = n \cdot \dot{V}^{1/2} \cdot Y_T^{-3/4}$ und Gl. (11-1):

$$n_y = n_{y,M} \cdot j_{Dü}^{-1/2}$$

$$n = j_{Dü}^{1/2} \cdot n_y \cdot \dot{V}^{-1/2} \cdot Y_T^{3/4} \quad \text{Hierbei nach Gl. (7-119):}$$

$$Y_T = g \cdot (H - H_F) + c_{0w}^2/2 - Y_{V,ges} \quad \text{wobei}$$

$$c_{0w} \approx 0 \quad \text{und}$$

$$Y_{V,ges} = (1 - \eta_{RL}) \cdot g \cdot (H - H_F)$$

$$Y_{V,ges} = (1 - 0,92) \cdot 9,81 \cdot (662 - 3) \text{ [m}^2/\text{s}^2\text{]}$$

$$Y_{V,ges} = 438,7 \text{ m}^2/\text{s}^2 \quad \text{Oder direkt eingesetzt}$$

$$Y_T = g \cdot (H - H_F) \cdot \eta_{RL} = 9,81 \cdot (662 - 3) \cdot 0,92 \text{ [m}^2/\text{s}^2\text{]}$$

$$Y_T = 5947,6 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

Die Werte eingesetzt:

$$n = j_{Dü}^{1/2} \cdot n_y \cdot 10,5^{-1/2} \cdot 5947,6^{3/4} \left[(\text{m}^3/\text{s})^{-1/2} \cdot (\text{m}^2/\text{s}^2)^{3/4} \right]$$

$$n = 209 \cdot j_{Dü}^{1/2} \cdot n_y \text{ [s}^{-1}\text{]}$$

Drehzahlbereich bei $j_{Dü} = 2$

$$n = 209 \cdot \sqrt{2} \cdot (0,003 \dots 0,045) \text{ [s}^{-1}\text{]} = 0,89 \dots 13,3 \text{ s}^{-1}$$

Drehzahl bei $n_y = 0,025$ und $j_{Dü} = 2$ (Diagrammwerte)

$$n = 209 \cdot \sqrt{2} \cdot 0,025 = 7,39 \text{ s}^{-1} = 443,5 \text{ min}^{-1}$$

Mögliche Frequenz-Drehzahlen:

$$p = 12: n = 500 \text{ min}^{-1} = 8,33 \text{ s}^{-1}$$

$$p = 14: n = 428,57 \text{ min}^{-1} = 7,14 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{Ausgeführt: } p = 14 \text{ mit } n = 7,14 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{Dazu: } n_y = n \cdot j_{Dü}^{-1/2} \cdot 209^{-1} = 0,0242$$

b) Düsenabmessungen

Düsensdurchmesser: Laut Richtwerten von Unterabschnitt 7.3.2.1

$$D_{Dü} = (1,1 \dots 1,25) \cdot d_{Str} \quad \text{Hierbei}$$

$$d_{Str} = \sqrt{\frac{4 \cdot \dot{V}_{Dü}}{\pi \cdot c_{Dü}}} \quad \text{(Gl. 6-34)} \quad \text{Mit}$$

$$\dot{V}_{Dü} = \dot{V}/j_{Dü} = 10,5/2 = 5,25 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Gl. (7-121)} \quad c_{Dü} = \varphi_{Dü} \cdot c_{Dü,th}$$

$$\text{Gl. (7-122)} \quad \varphi_{Dü} = 0,96 \dots 0,99 \quad \text{geschätzt } \varphi_{Dü} = 0,97$$

$$\text{Gl. (7-120)} \quad c_{Dü,th} = \sqrt{2 \cdot Y_T} = \sqrt{2 \cdot 5947,6} = 109,07 \text{ m/s}$$

$$c_{Dü} = 0,97 \cdot 109,07 = 105,8 \text{ m/s}$$

$$d_{Str} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,25}{\pi \cdot 105,8}} \left[\sqrt{\frac{\text{m}^3/\text{s}}{\text{m/s}}} \right] = 0,251 \text{ m} \approx 250 \text{ mm}$$

$$D_{Dü} = (1,1 \dots 1,25) \cdot 250 = 276 \dots 313 \text{ mm} \quad \text{je nach}$$

Ausbildung. Ausgeführt: $D_{Dü} = 300 \text{ mm}$

Weitere Düsenabmessungen gemäß den Richtwerten von Unterabschnitt 7.3.2.1

Gegenrechnung nach Gl. (6-40):

$$j_{Dü} = \left[5 \cdot n_{y,M} \cdot D_{StrK}/d_{Str} \right]^2 \quad \text{Mit}$$

$$n_{y,M} = 7,143 \cdot 10,5^{1/2} \cdot 5947,6^{-3/4} = 0,0342$$

$$j_{Dü} = \left[5 \cdot 0,0342 \cdot 8 \right]^2 = 1,87 \approx 2$$

Lauftradabmessungen:

Strahlkreisdurchmesser D_{StrK} : Zwei Möglichkeiten bestehen, und zwar aus Strahlkreisverhältnis D_{StrK}/d_{Str} sowie aus Laufzahl Lz :

Nach Strahlverhältnis:

$$D_{StrK} = (D_{StrK}/d_{Str}) \cdot d_{Str} = 8 \cdot 0,25 \text{ [m]} = 2 \text{ m}$$

Mit Laufzahl $Lz = u/c_{Dü}$: Aus Gl. (11-3):

$$u = Lz \cdot c_{Dü} = (0,43 \dots 0,45) \cdot 105,8 = 45,4 \dots 47,6 \text{ m/s}$$

$$D_{StrK} = \frac{u}{\pi \cdot n} = \frac{45,5 \dots 47,6}{\pi \cdot 7,143} \left[\frac{\text{m/s}}{1/\text{s}} \right] = 2,02 \dots 2,12 \text{ m}$$

$$\text{Ausgeführt somit} \quad D_{StrK} = 2 \text{ m}$$

Becher-Werte:

Anzahl: Lt. Diagramm, Bild 11-7 $z_B = 16$

$$\text{Oder Gl. (6-43)} \quad z_B = \frac{1}{2} \cdot \frac{D_{StrK}}{d_{Str}} + 14 \dots 16 = 18 \dots 20$$

$$\text{Breite: } B = (2,5 \dots 4) \cdot d_{Str} = (2,5 \dots 4) \cdot 0,25 \text{ [m]} = 0,63 \dots 1 \text{ m}$$

Sonstige Abmessungen nach Richtwerten von Unterabschnitt 6.2.5.2

c) Nach Gl. (11-5) $F_{Str} \approx 2 \cdot g \cdot \dot{V}_{Str} \cdot (c_{Dü} - u)$
maximale Strahlkraft $F_{Str,max}$ bei $u = 0$ (Stillstand).

$$F_{Str,max} = 2 \cdot g \cdot \dot{V}_{Str} \cdot c_{Dü} = 2 \cdot 10^3 \cdot 5,25 \cdot 105,8 \text{ [kg/m}^3 \cdot \text{m}^3/\text{s} \cdot \text{m/s}]$$

$$F_{Str,max} = 1110,9 \cdot 10^3 \text{ N} \approx 1,11 \text{ MN}$$

Da 2 Düsen, also maximale Umfangskraft

$$F_{U,max} = j_{Dü} \cdot F_{Str,max} = 2 \cdot 1,11 = 2,22 \text{ MN}$$

$$d) P_e = g \cdot \dot{V}_T \cdot \eta_e = g \cdot \dot{V} \cdot g \cdot (H - H_F) \cdot \eta_{RL} \cdot \eta_e$$

$$P_e = 10^3 \cdot 10,5 \cdot 9,81 \cdot (662 - 3) \cdot 0,92 \cdot 0,9 \text{ [kg/m}^3 \cdot \text{m}^3/\text{s} \cdot \text{m/s}^2 \cdot \text{m}]$$

$$P_e = 56205 \cdot 10^3 \text{ W} \approx 56,2 \text{ MW}$$