woraus

$$r_1 = \frac{h}{1-\varrho}, \quad r = r_1 - h$$

folgt.

Der Leitapparat ist nahe dem tiefsten Punkte des inneren Umfanges angebracht, das Laufrad geht frei, somit steht die Tangente an dem tiefsten Punkte des äusseren Umfanges des Laufrades um h_1 über dem Spiegel des Unterwassers, weshalb

$$H = H_0 - h - h_1$$

und

$$v = 4{,}1\sqrt{H}$$

ist.

Der Winkel α ist gewöhnlich sehr klein, obwohl ein mässig grosser Wert von α keinen bedeutenden Effektverlust bedingt; man wählt

$$\alpha = 15 \text{ bis } 20^\circ.$$

Es genügt, das Verhältnis

$$\varkappa = 1{,}5 \text{ bis } 2{,}5$$

zu wählen.

Man hat hier wieder

$$H_1 = 0{,}857\,(H_0 - h_1) + 0{,}143\,h.$$

Nach Gl. 13) ist dann

$$\delta + \varkappa_1 = \frac{1{,}167\,H_1}{H\,\varrho^2 \cos^2\alpha}.$$

Weil

$$\varkappa_1 = \frac{1}{0{,}9}\left(\frac{tg\,\alpha}{\varkappa}\right)^2$$

ist, folgt

$$\delta = \delta + \varkappa_1 - \frac{1}{0{,}9}\left(\frac{tg\,\alpha}{\varkappa}\right)^2.$$

Mit diesem Werte geht man in die Tabelle ein und findet φ, ε und ψ.

Damit wird

$$tg\,\beta = \frac{tg\,\alpha}{1-\varrho^2\varphi}; \quad tg\,\gamma = \frac{tg\,\alpha}{\varepsilon\varkappa}.$$

Nach Gl. 14) ist ferner

$$a = \sqrt{(0{,}857\,H)}\,\varrho\cos\alpha,$$

somit nach Gl. 17) die minutlichen Umdrehungen

$$n = \frac{42{,}3\,a\,\varphi}{r_1}.$$

Der hydraulische Wirkungsgrad nach Gl. 22), weil $x = 1$, ist

$$\eta_h = \frac{a^2\psi}{H_0}.$$

Die Teilung des Laufrades wählt man so, dass der normale Abstand zweier Schaufeln auf der Austrittsseite

$$d_1 = 8 \text{ bis } 12 \text{ mm}$$

beträgt.

Die Teilung am äusseren Umfange ist dann, wenn e_1 die Schaufeldicke ist,

$$t_1 = \frac{d_1}{\sin\gamma} + e_1$$

und die Anzahl der Laufradschaufeln

$$\lambda = \frac{6283\,r_1}{t_1}.$$

Da λ eine ganze Zahl sein muss, ist t_1 zu korrigieren

$$t_1 = \frac{6283\,r_1}{\lambda}.$$

Die Teilung des inneren Umfanges ist

$$t = t_1\,\varrho.$$

Damit wird, wenn e die Dicke der Schaufeln am inneren Umfang,

$$\vartheta = 1 - \frac{e}{t\sin\beta}.$$

Den freien Normalabstand zweier Leitschaufeln kann man so nehmen wie bei dem Laufrade

$$d_0 = 8 \text{ bis } 12 \text{ mm}.$$

Wegen des nicht vollkommenen Parallelismus der Schaufelenden kann man den Ausflusskoeffizienten aus dem Leitapparate nur mit 0,92 nehmen. Daher sind λ_0 Leitkanäle anzubringen

$$\lambda_0 = \frac{Q_0}{0{,}92\,\vartheta\,d_0\,b_0\,1{,}04\,v\sin\alpha} = \frac{1{,}05\,Q_0}{\vartheta\,d_0\,b_0\,v\sin\alpha}.$$

Da dies eine ganze Zahl sein muss, wird man d_0 entsprechend korrigieren.

Der Bogen B, welcher dem Leitapparate entspricht, ist

$$B = \lambda_0 d_0 + (\lambda_0 - 1)\,e_0,$$

wenn e_0 die Dicke der Leitschaufeln ist.

Die Breite des Laufrades auf der Austrittsseite

$$b_1 = \frac{1{,}04\,\vartheta\,\varkappa}{\vartheta_1}\,b_0,$$

worin

$$\vartheta_1 = 1 - \frac{e_1}{t_1\sin\gamma} = \frac{d_1}{d_1 + e_1}$$

ist.

6. Zahlenbeispiel. Folgerungen.

Den Einfluss des Systems und der Konstruktionselemente kann man nur aus Beispielen ganz unzweifelhaft erkennen, weshalb es passend sein dürfte, einen bestimmten Fall zu berechnen.

Es sei das Gefälle $H_0 = 4{,}10$ m und die sekundliche Wassermenge $Q_0 = 5$ cbm. Es ist die Turbine zu berechnen.

A. *Druckturbine nach Girard mit vertikaler Achse.*

Wir nehmen $h_1 = 0{,}05$ m Freihängen und die Höhe des Laufrades

$$h = 0{,}14 + 0{,}08\sqrt{4{,}1},$$

rund

$$h = 0{,}3 \text{ m}.$$

Demnach

$$H = 4{,}1 - 0{,}3 - 0{,}05.$$

$$H = 3{,}75. \quad v = 4{,}1\sqrt{3{,}75} = 7{,}94.$$

$$\alpha = 15^\circ. \quad H_1 = 0{,}857 \,.\, 3{,}75 + 0{,}3 = 3{,}514.$$

$$\delta + \varkappa_1 = \frac{19{,}61 \,.\, 3{,}514}{7{,}94^2 \,.\, 0{,}9659^2} = 1{,}172.$$

Wir wählen $\varkappa = 2{,}5$, somit

$$\varkappa_1 = \frac{1}{0{,}9}\left(\frac{0{,}2679}{2{,}5}\right)^2.$$

$$\varkappa_1 = 0{,}013. \quad \delta = 1{,}172 - 0{,}013 = 1{,}159.$$

$$\varphi = 0{,}500 + \frac{100}{208} \,.\, 0{,}159 = 0{,}576.$$

$$\varepsilon = 0{,}474 + \frac{101}{208} \,.\, 0{,}159 = 0{,}551.$$

$$\psi = 0{,}974 + \frac{196}{208} \,.\, 0{,}159 = 1{,}124.$$

$$tg\,\gamma = \frac{0{,}2679}{2{,}5 \,.\, 0{,}551} = 0{,}195. \quad tg\,\beta = \frac{0{,}2679}{1 - 0{,}576} = 0{,}632.$$

$$\gamma = 11^\circ. \quad \beta = 32^\circ\,20'.$$

Der mittlere Halbmesser der Räder

$$r = \sqrt{\frac{5}{7{,}94 \,.\, 0{,}2588}} = 1{,}56,$$

wofür wir $r = 1{,}6$ nehmen.

Die Anzahl der Schaufeln des Laufrades

$$\lambda = 10 + 40 \,.\, 1{,}6 = 74,$$

des Leitrades

$$\lambda_0 = 77.$$

Die Teilungen sind

$$t = t_1 = \frac{6283}{77} \,.\, 1{,}6 = 130{,}5; \quad t_0 = \frac{6283}{74} \,.\, 1{,}6 = 136;$$

$$t_0 \sin\alpha = 136 \,.\, 0{,}2588 = 35{,}2 \text{ mm};$$

$$t \sin\beta = 130{,}5 \,.\, 0{,}534 = 69{,}7 \;\text{„};$$

$$t_1 \sin\gamma = 130{,}5 \,.\, 0{,}191 = 24{,}9 \;\text{„};$$

$$e_0 = e_1 = e = 5 \text{ mm};$$

$$\vartheta_0 = \frac{30{,}2}{35{,}2} \,.\, \frac{64{,}7}{69{,}7} = 0{,}796;$$

$$\vartheta_1 = \frac{19{,}9}{24{,}9} = 0{,}799.$$

Die Breite des Leitrades

$$b_0 = \frac{0{,}153 \,.\, 5}{1{,}6 \,.\, 0{,}796 \,.\, 7{,}94 \,.\, 0{,}2588} = 0{,}293 \text{ m},$$

jene des Laufrades beim Eintritt

$$b = 0{,}32 \text{ m},$$

beim Austritt

$$b_1 = \frac{1{,}04 \,.\, 2{,}5 \,.\, 0{,}796}{0{,}799} \,.\, 0{,}293,$$

$$b_1 = 0{,}759 \text{ oder rund } b_1 = 0{,}80 \text{ m},$$

$$a = \sqrt{\frac{3{,}514}{1{,}172}} = 1{,}731.$$