Der letzte Klammernausdruck giebt an, in welchem Verhältnisse der Widerstand sich vergrössert im Vergleiche mit einem cylindrischen Rohre von der Weite d und der Länge l_1.

$$\frac{d_1}{d} = \frac{1}{2} \text{ giebt } z = \lambda \frac{w^2}{2g} 7{,}5 \frac{l_1}{d}$$

$$\frac{d_1}{d} = \frac{1}{5} \quad \text{„} \quad z = \lambda \frac{w^2}{2g} 195 \frac{l_1}{d}.$$

g) Steighöhe springender Strahlen.

Ein Strahl, der mit der Geschwindigkeit w aus einer Mündung lothrecht emporsteigt, würde im luftleeren Raum eine Höhe $h_s = \frac{w^2}{2g}$ erreichen.

In Folge des Luftwiderstandes vermindert sich die erreichbare Höhe auf $\eta \frac{w^2}{2g}$. Die Ziffer η hängt theils von der Form des Mundstücks ab, weil diese Einfluss darauf hat, ob der Strahl gut geschlossen bleibt oder sich zertheilt; theils aber ist η auch noch von w^2 abhängig.

Es soll hier auf das Verhalten der springenden Strahlen nicht näher eingegangen, nur angeführt werden, dass man als rohe Annäherung an Versuche von Weisbach

1) $$\eta = 1 - 0{,}01 \frac{w^2}{2g} \quad \text{setzen kann.}$$

Beispiel: Von einem Behälter führe (Fig. 312) ein Rohr von 20 m Länge und 0,02 m Weite zu einem lothrechten kegelförmigen Mundstücke von 0,15 m Länge; es soll die Steighöhe des Springstrahls berechnet werden. Die wirksame Druckhöhe sei 8 m.

Es ist allgemein (vergl. Gl. 10, S. 279 mit $w_0 = 0$ und mit Fortlassung der beiden letzten Glieder)

$$h = \frac{w_2^2}{2g} + \zeta_0 \frac{w_1^2}{2g} + \frac{w^2}{2g}\left(\frac{1}{\alpha_1} - 1\right)^2 + \lambda \frac{l}{d}\frac{w^2}{2g},$$

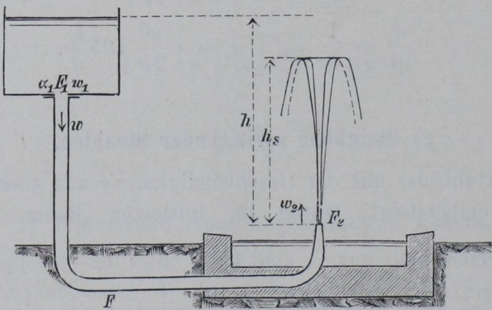
wenn in l zugleich die ideelle (vergrösserte) Länge des Mundstücks enthalten ist. Es ist dann die Geschwindigkeit in der Hauptröhre

$$w = \sqrt{\frac{2gh}{\frac{F^2}{F_2^2} + \zeta_0 \frac{1}{\alpha_1^2} + \left(\frac{1}{\alpha_1} - 1\right)^2 + \lambda \frac{l}{d}}}$$

und die Geschwindigkeit des Springstrahls (mit $\zeta_0 = 0{,}085$, $\alpha_1 = 0{,}64$, $\lambda = 0{,}03$)

$$w_2 = \frac{F}{F_2}\, w = \frac{F}{F_2}\sqrt{\frac{2\,g\,h}{\left(\frac{F}{F_2{}^2}\right)^2 + 0{,}21 + 0{,}32 + 0{,}03\,\frac{l}{d}}}\,.$$

Fig. 312.



Ist $d_2 = 0{,}01\,^{\mathrm{m}}$ der Durchmesser des Mundstücks, so wird für $d_2 = 0{,}5\,d$:

$$l = 20 + 7{,}5 \cdot 0{,}15 = 21{,}125\,^{\mathrm{m}}$$

$$w_2 = 4\sqrt{\frac{2\,g \cdot 8}{16 + 0{,}53 + 0{,}03 \cdot 1056}} = 7{,}2\,^{\mathrm{m}}.$$

Dann ist $$\frac{w_2{}^2}{2\,g} = 2{,}64\,^{\mathrm{m}},$$

$$\eta = 1 - 0{,}026 = 0{,}974\,,$$

also die Steighöhe $$h_s = 0{,}974 \cdot 2{,}64 = 2{,}57\,^{\mathrm{m}}.$$

Der sekundliche Wasserverbrauch ist

$$Q = 0{,}01^2\,\frac{\pi}{4} \cdot 7{,}2 = 0{,}000\,565\,\frac{\mathrm{cbm}}{\mathrm{s.}} = 0{,}565\,\frac{\mathrm{l}}{\mathrm{s.}}\,.$$

Verengt sich aber das Mundstück auf $d_2 = 0{,}2\,d = 4\,^{\mathrm{mm}}$, so wird

$$l = 20 + 0{,}15 \cdot 195 = 49\,^{\mathrm{m}};$$

$$w_2 = 25\sqrt{\frac{2\,g \cdot 8}{625 + 0{,}53 + 0{,}03 \cdot 2450}} = 11{,}84\,;$$

$$\frac{w_2{}^2}{2\,g} = 7{,}1\,^{\mathrm{m}}; \quad \eta = 1 - 0{,}071 = 0{,}93\,,$$

also die Steighöhe $$h_s = 0{,}93 \cdot 7{,}1 = 6{,}6\,^{\mathrm{m}},$$

der sekundliche Wasserverbrauch

$$Q = 0{,}004^2\,\frac{\pi}{4} \cdot 11{,}84 = 0{,}000\,148\,7\,\frac{\mathrm{cbm}}{\mathrm{s.}} = 0{,}1487\,\frac{\mathrm{l}}{\mathrm{s.}}\,.$$

Die stärkere Verengung des Mundstücks hat also die Sprunghöhe erheblich vergrössert, den Wasserverbrauch aber bedeutend vermindert.