$\zeta = 1{,}16$ zu wählen. Hiernach wird dann

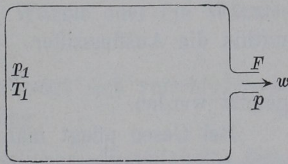
$$D = 0{,}58\,\gamma F \frac{w^2}{2g},$$

während Versuche im Mittel die Ziffer 0,54 ergeben haben.

5. Ausfluss der Gase aus Gefässen, bei geringem Überdruck.

Innerhalb eines grossen Gefässes (Fig. 342) befinde sich ein Gas unter dem Drucke p_1 und der absoluten Temperatur T_1, wonach dann auf Grund der Zustandsgleichung (Gl. 5, S. 210) auch die Dichte

Fig. 342.



$$1)\qquad \gamma_1 = \frac{1}{v_1} = \frac{p_1}{RT_1}$$

bestimmt ist. Ausserhalb des Gefässes herrsche der Druck p. Dann kann man, falls $p_1 : p$ nicht viel grösser als 1 ist, annehmen, dass das aus einer kleinen Öffnung F strömende Gas beim Ausströmen den Druck p annimmt. Mit dieser Druckverminderung ist nicht allein eine Verminderung der Dichte, sondern auch eine Verminderung der Temperatur verbunden. Bei nur geringem Unterschiede der Drücke p und p_1 möge aber die Dichte-Verminderung einstweilen unberücksichtigt bleiben, also angenommen werden, dass das Gas mit der Dichte γ_1 auch zum Ausflusse gelange. Unter dieser Annahme verschwindet der wesentliche Unterschied zwischen Gasen und tropfbar-flüssigen Körpern, und es kann nun die Gleichung für den Ausfluss des Wassers (Gl. 4, S. 232) auch auf Gase angewandt werden, d. h. (für kleine Öffnung)

$$w = \sqrt{2g\left(h + \frac{p_1 - p}{\gamma_1}\right)}.$$

Der Druck p_1 nimmt im Gefässe von oben nach unten etwas zu, jedoch sehr unbedeutend. Bezeichnet man mit p_1 den Druck des Gases in der Höhe der Ausflussöffnung, so ist in obiger Gleichung $h = 0$ zu setzen. Sodann muss die nicht unmittelbar zu messende Dichte γ_1 nach Gl. 1 eingeführt, endlich auch, ebenso wie beim Ausflusse von Wasser, eine Geschwindigkeitsziffer φ hinzugefügt werden, welche nach Grashof, Theoretische Maschinenlehre, 1. Band, S. 585, auf Grund Weisbach'scher Versuche zu etwa

$$\varphi = 0{,}98 \tag{2}$$

angenommen werden kann. Hiernach wird

$$w = \varphi \sqrt{2 g R T_1 \left(1 - \frac{p}{p_1}\right)}. \tag{3}$$

Bei der Berechnung der sekundlichen Ausflussmenge ist zu berücksichtigen, dass beim Ausflusse von Gasen aus denselben Gründen wie bei Wasser im Allgemeinen eine Einschnürung vorkommt, dass der Strahlquerschnitt also $= \alpha F$ zu setzen ist. Bei kreisförmiger Öffnung in dünner Wand kann

$$\alpha = 0{,}65,$$

mithin die Ausflussziffer

$$\mu = \varphi \cdot \alpha = 0{,}64$$

gesetzt werden.

Bei Gasen pflegt man die sekundliche Ausflussmenge in Kilogrammen auszudrücken, weil bei der Angabe nach Kubikmetern stets noch die Dichte ausserdem anzugeben wäre, um die Ausflussmenge bestimmt zu kennzeichnen. Die sekundlich ausfliessende Gewichtsmenge ist dann

$$G = \gamma_1 \alpha \cdot F \cdot w \quad \text{oder}$$

$$G = \frac{p_1}{R T_1} \mu F \sqrt{2 g R T_1 \left(1 - \frac{p}{p_1}\right)}. \tag{4}$$

Diese Gleichung gilt aber nur für sehr geringen Überdruck.

Beispiel: Der Aussendruck betrage 1 $^{\mathrm{at}}$, entsprechend einer Quecksilbersäule von 735 $^{\mathrm{mm}}$. In einem Gefässe befinde sich Luft von $t_1 = 10^0$ C. oder $T_1 = 283^0$ und einem Drucke von 765 $^{\mathrm{mm}}$ Quecksilbersäule. In der Gefässwand befinde sich ein rundes Loch von 1 $^{\mathrm{qcm}} = 0{,}0001$ $^{\mathrm{qm}}$ Grösse; es sollen sekundliche Geschwindigkeit und Gewichtsmenge der ausströmenden Luft berechnet werden. Mit $R = 29{,}27$ und $\varphi = 0{,}98$ wird Gl. 3:

$$w = 0{,}98 \sqrt{2 g \cdot 29{,}27 \cdot 283 \left(1 - \frac{735}{765}\right)} = 78 \ ^{\mathrm{m}}/_{\mathrm{s.}}.$$

Es ist

$$\gamma_1 = \frac{10\,000}{29{,}27 \cdot 283} = 1{,}2,$$

daher mit $\alpha = 0{,}65$:

$$G = 1{,}2 \cdot 0{,}65 \cdot 0{,}0001 \cdot 78 = 0{,}0061 \ ^{\mathrm{kg}}/_{\mathrm{s.}}.$$