ist. Legt man dann nämlich die yz-Ebene in die Ebene dieser Kurve (Fig. 178), so heben sich beim Projiciren in der y- und in der z-Richtung die Flächen gegenseitig auf, weil sie sämmtlich paarweise auf einander fallen. Es ist $F_y = F_z = 0$, daher auch $D_y = D_z = 0$, mithin der Gesammtdruck

4) $$D = D_x = p F_x.$$

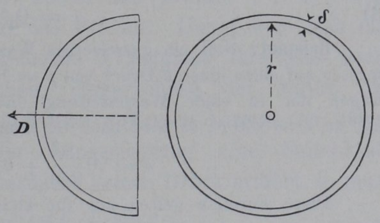
Darin ist F_x die ebene Fläche der Umgrenzungslinie, und D geht durch deren Schwerpunkt.

d) Wandstärke von Gefässen und Röhren.

Wird ein kugelförmiges Gefäss (Fig. 179) vom Halbmesser r und der Wandstärke δ nach einem grössten Kreise durchschnitten, so übt die Flüssigkeit bei einem Drucke p für die Flächeneinheit auf die eine Halbkugelfläche eine Kraft D aus, welche nach vorstehender Gl. 4 mit $F_x = r^2\pi$ sein muss:

$$D = p r^2 \pi.$$

Fig. 179.



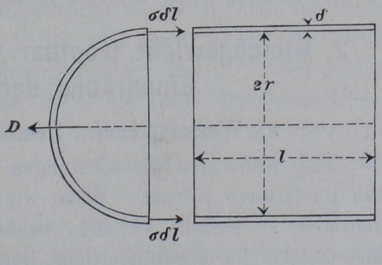
Diese Kraft muss durch die Spannkräfte der ringförmigen Schnittfläche im Gleichgewichte gehalten werden.

Hinsichtlich der Spannungen in der Wand werde hier die vereinfachende Annahme gemacht, dass sie sich gleichmässig über die Dicke δ vertheilen, überall den Werth σ haben. Da nun die Schnittfläche $= 2 r \pi \delta$, so muss

$$2 r \pi \cdot \delta \cdot \sigma = p \cdot r^2 \pi \quad \text{oder}$$

1) $$\delta = \frac{r}{2} \frac{p}{\sigma}.$$

Fig. 180.



Eine cylindrische Röhre (Fig. 180) vom Halbmesser r, der Wandstärke δ, dem innern Drucke p, der Länge l erfährt die stärksten Spannungen an irgend einer durch die Achse gelegten Schnittebene. Für die gesammte Druckkraft gegen die eine Hälfte ist die Fläche $F_x = 2rl$ massgebend mit $D = 2prl$. Unter der auch hier gemachten Voraussetzung überall gleicher Spannung σ (vgl. weiter unten) ergiebt sich an jeder der beiden Schnittflächen die Spannkraft $\sigma\delta l$, daher wird

$$2\sigma \cdot \delta \cdot l = 2p \cdot r \cdot l, \quad \text{mithin}$$

2) $$\delta = r\frac{p}{\sigma},$$

d. h. doppelt so gross wie beim kugelförmigen Gefässe. Gl. 2 ist wahrscheinlich zuerst von Mariotte angegeben worden.

Die Formeln 1 und 2 geben für kleine Werthe von p so geringe Wandstärken, wie sie aus Gründen der Herstellung und Handhabung nicht zulässig sind. Daher fügt man jenen noch einen Zusatzwerth $+ c$ bei, der sich nur nach Ausführungs-Rücksichten bestimmt. Bei Gefässen und Röhren aus Gusseisen beträgt etwa

3) $$c = 0{,}7^{\text{ cm}}.$$

Beispiel: Soll ein gusseisernes Wasserleitungsrohr von $r = 20^{\text{ cm}}$ Halbmesser auf einen inneren Druck von $p = 10^{\text{ at}}$ berechnet werden und wählt man wegen der in einer Wasserleitung unvermeidlichen Stösse die Spannung nur zu $\sigma = 250^{\text{ at}}$, so wird nach Gl. 2 und 3

$$\delta = 20\frac{10}{250} + 0{,}7 = 1{,}5^{\text{ cm}}.$$

Diese Formeln gelten nur für kleine Werthe von $p : \sigma$. Für grössere Drücke, wie sie bei den Cylindern von Wasserdruckpressen und besonders bei Kanonenrohren vorkommen, ist die Voraussetzung überall gleicher Spannung selbst annäherungsweise nicht mehr zutreffend, vielmehr ergeben genauere Rechnungen, dass die Spannung an der Innenseite des Rohres stets grösser ist als an den übrigen Stellen. Kanonenrohre erleiden denn auch die ersten Risse stets an der Innenwandung, und man untersucht sie darauf hin mittels eines Spiegels, um sie rechtzeitig ausser Gebrauch setzen zu können.

2. Gleichgewicht tropfbar flüssiger Körper unter Einwirkung der Schwere.

a) Wasserspiegel. Druck in der Flüssigkeit.

Die bisherigen Entwicklungen galten vereint für tropfbare und gasförmige Körper. Wenn wir nun aber die Schwere berücksichtigen, so besteht zwischen beiden der wesentliche Unterschied, dass erstere eine unveränderliche, letztere aber eine sehr veränderliche Dichte haben, so dass die tropfbaren Körper hier erst besonders behandelt werden sollen.