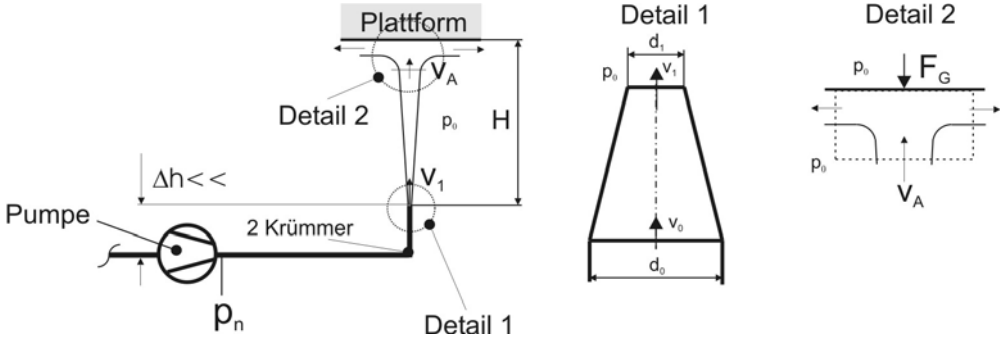


Turbulente Strömung, technische Anwendungen - Fortsetzung

1. Aufgabe:



In einer Show-Anlage soll eine Plattform mit entsprechenden Einrichtungen durch einen Wasserstrahl in einer bestimmten Lage gehalten werden. Die Plattform hat ein Gewicht F_G . Ein seitliches Ausweichen wird durch dünne Stahlseile verhindert. Der Wasserstrahl tritt aus einer Düse (Austrittsdurchmesser d_1) mit der Geschwindigkeit v_1 senkrecht nach oben aus und weitet sich bei der Bewegung durch ruhende Luft (Umgebungsdruck p_0) auf. In der Höhe H über dem Austrittsquerschnitt trifft dieser Strahl auf die Plattform. Direkt vor diesem Auftreffen hat der Strahl eine Geschwindigkeit v_A .

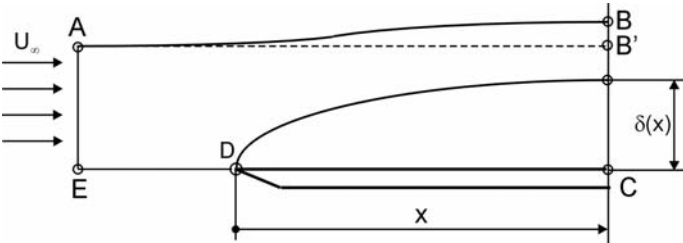
- Berechnen Sie allgemein den Zusammenhang zwischen der Austrittsgeschwindigkeit v_1 des Strahles und der Strahlgeschwindigkeit v_A in der Höhe H .
- Berechnen Sie die notwendige Strahlgeschwindigkeit v_A , um die Plattform in der Höhe H halten zu können. Berechnen Sie daraus weiter die Austrittsgeschwindigkeit v_1 aus der Düse.
- Berechnen Sie den statischen Druck direkt nach der Pumpe, der zur Erreichung der geforderten Geschwindigkeit v_1 am Austritt aus der Düse nötig ist.

Zahlenangaben:

$H = 2 \text{ m}$ $d_0 = 0,1 \text{ m}$ $\zeta_{Kr} = 0,15$ $p_0 = 1 \text{ bar}$ $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
 $L = 10 \text{ m}$ $d_1 = 0,05 \text{ m}$ $\zeta_D = 0,1$ $F_G = 100 \text{ N}$ $\nu = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Grenzschichten

2. Aufgabe:



Die Skizze zeigt die ebene Strömung längs einer einseitig benetzten Platte bei Anströmung mit der gleichförmigen Geschwindigkeit U_∞ . Der Verlauf der an der Platte entstehenden Grenzschicht ist dabei qualitativ angegeben.

- Zeigen Sie durch eine Kontinuitätsbetrachtung am eingezeichneten Kontrollraum ABCDE, dass die Verdrängungsdicke δ_1 jenen Abstand bedeutet, um den eine reale Stromlinie infolge der Reibungswirkung gegenüber dem Fall ohne Reibung abgedrängt wird.
- Zeigen Sie durch Anwendung des Impulssatzes auf den skizzierten Kontrollraum, dass die Impulsverlustdicke δ_2 den Widerstand/Breiteneinheit der einseitig benetzten Platte bezogen auf den doppelten dynamischen Druck ρU_∞^2 der Anströmung bedeutet.

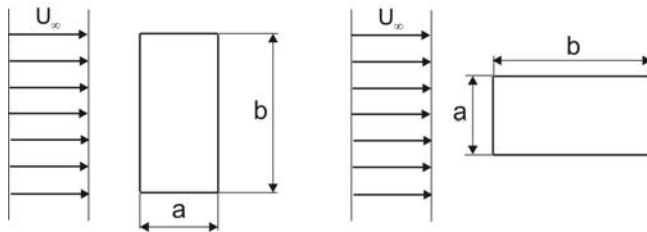
3. Aufgabe:

Zur Lösung praktischer Aufgaben wird das Geschwindigkeitsprofil in laminaren Grenzschichten längs ebener Wände oft durch einen Polynomansatz in folgender Form genähert:

$$\varphi = a_0 + a_1\eta + a_2\eta^2 + a_3\eta^3 \quad \text{mit} \quad \varphi = \frac{u(x,y)}{U_\infty} \quad \text{und} \quad \eta = \frac{y}{\delta(x)}$$

- a) Bestimmen Sie für die ebene Plattenströmung die Koeffizienten dieses Polynoms aus den Randbedingungen für die Geschwindigkeit.
- b) Berechnen Sie die Verdrängungsdicke $\delta_1(x)$ sowie die Impulsverlustdicke $\delta_2(x)$ für das oben ermittelte Geschwindigkeitsprofil.
- c) Berechnen Sie die Wandschubspannung $\tau_w(x)$ und damit weiter mit Hilfe des Kármánschen Impulssatzes den Verlauf der Grenzschichtdicke $\delta(x)$.
- d) Vergleichen Sie die erhaltenen Ausdrücke für $\delta_1(x)$, $\delta_2(x)$ und $\delta(x)$ mit jenen Werten, die aus der exakten Lösung von Blasius erhalten werden.

e)



In der nebenstehenden Abbildung ist die Anströmung einer dünnen ebenen Platte mit den Seitenlängen a und b in einem Fluidstrom mit der Geschwindigkeit U_∞ dargestellt.

Die Abbildungen zeigen Draufsichten auf die Platten. Schätzen Sie ab, in welchem der beiden dargestellten Fälle der Reibungswiderstand größer ist.