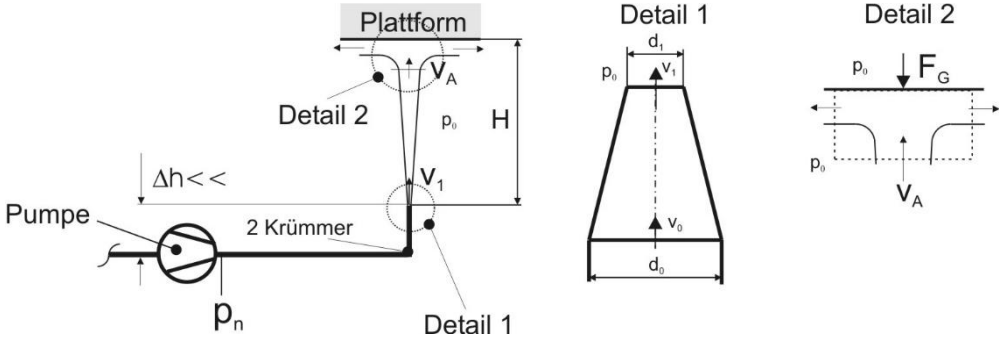


*Turbulente Strömung, technische Anwendungen - Fortsetzung*

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  $v_A$ .

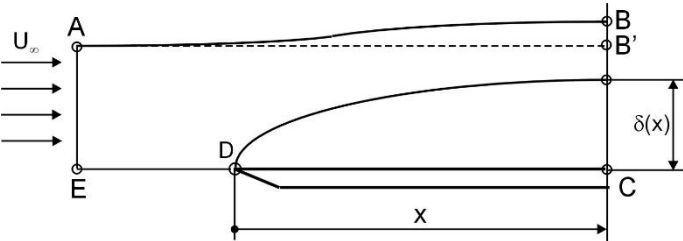
- Berechnen Sie allgemein den Zusammenhang zwischen der Austrittsgeschwindigkeit  $v_1$  des Strahles und der Strahlgeschwindigkeit  $v_A$  in der Höhe  $H$ .
- Berechnen Sie die notwendige Strahlgeschwindigkeit  $v_A$ , um die Plattform in der Höhe  $H$  halten zu können. Berechnen Sie daraus weiter 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:



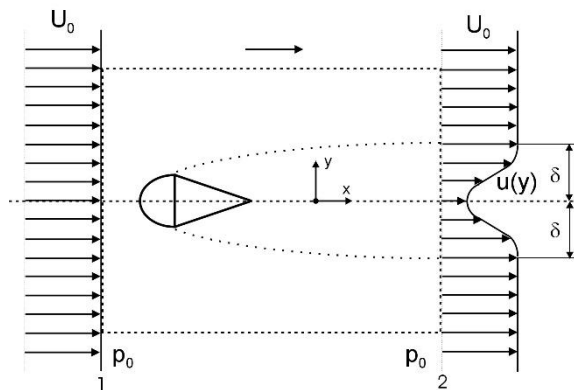
Die Skizze zeigt die ebene Strömung längs einer einseitig benetzten Platte bei Anströmung mit der gleichförmigen Geschwindigkeit  $U_\infty$ . Der Verlauf der an der Platte entstehenden Grenzschicht ist dabei qualitativ angegeben.

- Zeigen Sie durch eine Kontinuitätsbetrachtung am eingezeichneten Kontrollraum ABCDE, dass die Verdrängungsdicke  $\delta_1$  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  $\delta_2$  den Widerstand/Breiteneinheit der einseitig benetzten Platte bezogen auf den doppelten dynamischen Druck  $\rho U_\infty^2$  der Anströmung bedeutet.

3. Aufgabe:

Die auf einen umströmten Körper wirkenden Kräfte können in einem Windkanal entweder durch direkte Kraftmessungen oder mit Hilfe der Impulsmethode nach Albert Betz ermittelt werden. Hier soll die Impulsmethode zur Anwendung kommen.

Der Körper wird von einem Luftstrom (Stoffwerte bekannt) mit der Geschwindigkeit  $U_0$  parallel zu seiner Symmetrieebene  $y=0$  angeströmt. Dabei bildet sich hinter dem Körper eine Nachlaufströmung mit Grenzschichtcharakter aus. In einem bestimmten Abstand hinter dem Profil werden die Geschwindigkeitsverteilung  $u(y)$  sowie die örtliche Nachlaufbreite  $2\delta$  gemessen, wie in der folgenden Skizze dargestellt. Dabei soll von zweidimensionaler Strömung ausgegangen werden.



Druck und Geschwindigkeit im Querschnitt „1“ sind konstant. Im Querschnitt „2“ ist der Druck ebenfalls konstant und gleich wie in „1“, und außerhalb des Nachlaufes ist die Geschwindigkeit konstant und gleich  $U_0$ . Die Nachlaufbreite  $2\delta$  ist aus Messungen bekannt, die gemessene Geschwindigkeitsverteilung kann durch die folgende Beziehung angenähert werden:

$$\frac{u(y)}{U_0} = \frac{1}{3} (2 - \cos\pi\eta) \quad \text{mit} \quad \eta = \frac{y}{\delta}$$

Durch Anwendung des Impulssatzes auf den skizzierten Kontrollraum soll der Widerstand  $F_W$  ( $x$ -Richtung) des skizzierten Profils (pro Meter Breite senkrecht zur Zeichnung) zuerst allgemein und anschließend für das gegebene Geschwindigkeitsprofil bestimmt werden.