

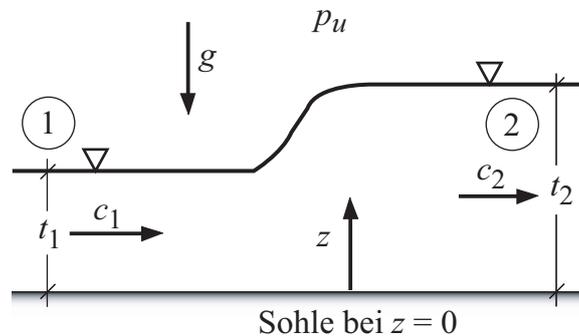
## Thermodynamik II Aufgabe 4.4s

Thema: *Strömungen inkompressibler Medien in Gerinnen, Wasser- oder Wechselfung, Aufgabe aus „Das tägliche Leben“*

Lässt man einen Wasserstrahl in ein Spülbecken laufen, so kann man beobachten, wie sich die Tiefe des radial abströmenden Wasserfilms in einem bestimmten Abstand zum Strahl nahezu sprunghaft ändert (Bild unten links). Dieser sogenannte Wechselfung oder Wassersprung ist im Bild unten rechts in einer vereinfachten Geometrie -ebener Kanal mit konstanter Breite- schematisch dargestellt.

Annahmen:

Wasser soll als ideale, inkompressible Flüssigkeit mit konstanter Wärmekapazität betrachtet werden. Die Geschwindigkeits- und Temperaturverteilungen über den Querschnitt seien bei 1 und 2 räumlich und zeitlich konstant. Jeglicher Wärmeaustausch des Wassers mit der Umgebung sowie Reibung mit der Umgebung soll vernachlässigt werden.



Geg.:  $\rho_w, c_w, c_1, t_1, \vec{g}, (p_u)$

Ges.:

- Leiten Sie die Zunahme des Druckes im Wasser als Funktion der Koordinate  $z$  in obiger Abbildung her!
- Formulieren Sie die Massen- und Impulsbilanz für die Strömung von 1 nach 2 und leiten Sie daraus die nachfolgende Beziehung für das Wassertiefenverhältnis  $t_2/t_1$  ab:

$$\frac{t_2}{t_1} = \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{2c_1^2}{g t_1}} - \frac{1}{2}$$

- Bestimmen Sie das Temperaturverhältnis  $\frac{T_2}{T_1} = \text{fkt} \left( \frac{g t_1}{c_w T_1}, \frac{t_2}{t_1} \right)$ !
- Weisen Sie nach, dass nur die eingetragene Strömungsrichtung - Verhältnis  $t_2/t_1 > 1$  in Strömungsrichtung - physikalisch erlaubt ist!
- Mit welcher Geschwindigkeit  $a_1$  breitet sich eine Welle mit  $t_2/t_1 \approx 1$  aus? Überzeugen Sie sich, dass für  $t_2/t_1 > 1$  auch stets  $c_1/a_1 > 1$  ist!
- Nutzen Sie das Ergebnis aus e) um folgende Sachverhalte zu diskutieren:
  - Warum richtet sich die Meeresbrandung immer parallel zum Strand aus?
  - Warum steilen Wellen sich insbesondere bei Annäherung an den Strand auf?
- Es wird ein Wechselfung mit  $t_2/t_1 = 2$  beobachtet. Berechnen Sie das Verhältnis der Wellengeschwindigkeiten  $a_1/a_2$  und die Verhältnisse  $c_1/a_1$  und  $c_2/a_2$ !
- Nennen Sie einen zum Wechselfung analogen Vorgang! Führen Sie tabellarisch vergleichbare Eigenschaften der beiden Strömungsphänomene auf!