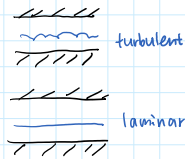


Skript Kapitel 7



- laminar und voll ausgebildet
 Δ keine Bewegung quer zur Hauptströmungsrichtungen
- 2D-Strömung

★ Viskosität = Zähigkeit eines Fluids

dynamische Viskosität: $\mu \left[\frac{\text{kg}}{\text{ms}} \right]$
 kinematische Viskosität: $\nu \left[\frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right]$ $\mu = \rho \cdot \nu$

★ Newton'sches Fluid: linear viskoses Fließverhalten

$$\tau = \mu \frac{\partial u}{\partial y}$$

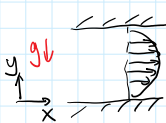
DGL einer stationären, inkompressiblen 2D - Spaltströmung

$$\text{Massenbilanz: } \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \quad (7.62)$$

Impulsbilanz:

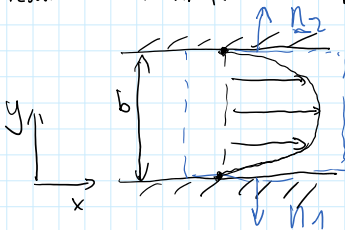
$$\begin{aligned} \text{x-Richtung: } \rho \left(u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} \right) &= \rho g_x - \frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) \\ \text{y-Richtung: } \rho \left(u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} \right) &= \rho g_y - \frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) \end{aligned} \quad (7.64)$$

$$v=0 \rightarrow \frac{\partial u}{\partial x} = 0$$



$$\begin{aligned} \text{x-Richtung: } -\frac{\partial p}{\partial x} + \mu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} &= 0 \quad \checkmark \\ \text{y-Richtung: } \rho g_y &= \frac{dp}{dy} \rightarrow \text{Hydrostatische Druckverteilung} \end{aligned}$$

Bestimmung des Vorzeichens der aus der Schubspannung resultierenden Kraft vom Körper auf das Fluid \Rightarrow Beiblatt auf 11a5



$$\underline{n}_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\underline{n}_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \end{pmatrix}$$

1. Möglichkeit: Bestimmung des Vorzeichens aus der Anschauung:

Das Fluid wird an den Stellen $y=0$ und $y=b$ abgebremst. Eine Kraft muss auf das Fluid in negativer Richtung wirken.

2. Möglichkeit: Bestimmung des Vorzeichens rechnerisch über $\underline{F}_{s,\tau}$

$$\underline{F}_{s,\tau} = \int_S \underline{\tau} \cdot d\underline{s} = \int_S \underline{\tau} \cdot \underline{n} \, ds = \int_S \begin{pmatrix} \tau_{xx} & \tau_{xy} \\ \tau_{yx} & \tau_{yy} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} n_x \\ n_y \end{pmatrix} ds$$

$$= \int_S \begin{pmatrix} \tau_{xx} n_x + \tau_{xy} n_y \\ \tau_{yx} n_x + \tau_{yy} n_y \end{pmatrix} ds = \int_S \begin{pmatrix} \tau_{xy} n_y \\ \tau_{yy} n_y \end{pmatrix} ds$$

$$= \int_S \begin{pmatrix} \mu \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right) n_y \\ 2\mu \frac{\partial v}{\partial y} n_y \end{pmatrix} ds$$

$$\underline{F}_{s,\tau} = \int_S \begin{pmatrix} \mu \frac{\partial u}{\partial y} n_y \\ 0 \end{pmatrix} ds$$

Fall 1: für obige Abbildung ($y=0$)

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Fall 1: für obige Abbildung ($y=0$)

$$n_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$\frac{\partial u}{\partial y}$: positives Vorzeichen

$n_{1y} = -1$, negativ

⇒ Das Vorzeichen der Kraft vom Körper auf das Fluid ist negativ

Fall 2: für obige Abbildung ($y=b$)

$$n_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$\frac{\partial u}{\partial y}$: negatives Vorzeichen

$n_{2y} = 1$: positives Vorzeichen

⇒ Das Vorzeichen der Kraft vom Körper auf das Fluid ist negativ

Bestimmung des Vorzeichens der aus Schubspannung resultierende Kraft vom Fluid auf den Körper:

$$F_{k,\tau} = -F_{s,\tau}$$