

Tutorenprogramm - Strömungsmechanik I  
Wintersemester 2013/14  
Turbulente Rohrströmungen

1. Aufgabe

1. Was sagt die Reynoldssche Mittelung aus?
2. Wenden Sie diese auf die gegebene Kontinuitätsgleichung und auf die x-Impulsgleichung einer 2-dimensionalen, inkompressiblen, stationären und turbulenten Strömung an und führen anschließend eine zeitliche Mittelung durch. Nutzen Sie bei der Umformung der x-Impulsgleichung das Ergebnis der Reynolds-gemittelten Kontinuitätsgleichung.

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0$$

$$\rho \left[ \frac{\partial}{\partial x}(uu) + \frac{\partial}{\partial y}(uv) \right] = -\frac{\partial p}{\partial x} + \eta \left[ \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right]; \quad \eta = konst$$

3. Welcher Zusammenhang (Formel) besteht zwischen dem durch die Reynoldssche Mittelung hinzugekommenen Spannungsterm in y-Richtung,  $\eta \frac{d\bar{u}}{dy}$  und der Schubspannung  $\tau_{ges}$  für eine turbulente Kanalströmung? Wie lauten ihre Bezeichnungen?
4. Kann der 'neue' Term auf die Form  $\alpha \frac{d\bar{u}}{dy}$  gebracht werden? Wenn ja, wie lautet der Ansatz und was muss bei der 'neuen' Viskosität beachtet werden?

Quelle: Herbst 2011

## 2. Aufgabe

1. Welche Annahmen werden zur Herleitung der Bernoullischen Gleichung getroffen?
2. Wodurch zeichnet sich ein Bingham-Fluid aus? Skizzieren Sie für ein Bingham-Fluid die Schubspannung in Abhängigkeit der Scherung.
3. Aus welchen Anteilen setzt sich die Gesamtschubspannung  $\tau_{ges}$  bei der turbulenten Rohrströmung zusammen? Geben Sie eine Gleichung für  $\tau_{ges}$  in Abhängigkeit der gemittelten Strömungsgeschwindigkeit in Hauptströmungsrichtung an.
4. Was ist der Prandtlsche Mischungsweg?
5. Welcher Zusammenhang wird im Moody-Diagramm dargestellt?
6. Zeigen Sie, dass folgende Beziehung gilt:  $\overline{fg} = \overline{f}\overline{g} + \overline{f'g'}$

*Quelle: Herbst 2013*