

# M 21 Gesetz von Hagen und Poiseuille

## 1 Aufgabenstellung

- 1.1 Der Druckabfall  $\Delta p$  längs eines von Wasser durchströmten Rohres ist in Abhängigkeit von der Volumenstromstärke  $I_V$  zu messen und graphisch darzustellen.
- 1.2 Aus dem Diagramm ist der Gültigkeitsbereich des Gesetzes von Hagen und Poiseuille abzuschätzen. Aus den Messwerten dieses Bereichs ist der Rohrradius  $R$  durch lineare Regression zu bestimmen.
- 1.3 Für alle untersuchten Volumenstromstärken sind die Reynoldsschen Zahlen  $Re$  und die Widerstandsbeiwerte  $w$  des Rohres zu berechnen. Die Widerstandsbeiwerte  $w$  sind als Funktion von  $Re$  doppeltlogarithmisch graphisch darzustellen; der Bereich laminarer Strömung ist zu bestimmen.

## 2 Literatur

- 2.1 Ilberg, W.,  
Kröttsch, M.,  
Geschke, D.                                      Physikalisches Praktikum  
B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Stuttgart, Leipzig  
10. Auflage 1994, S. 85 - 86, 92 - 93
- 2.2 Walcher, W.                                   Praktikum der Physik  
B. G. Teubner Stuttgart  
7. Auflage 1994, S. 79 - 83
- 2.3 Stroppe, H.                                    Physik  
Fachbuchverlag Leipzig, Köln  
9. Auflage 1992, S. 128 - 132

## 3 Hinweise zum Versuch

- 3.1 Der Druckabfall  $\Delta p$  wird an 2 Steigrohren gemessen, die in zu messendem Abstand am Strömungsrohr angebracht sind. Die Volumenstromstärke  $I_V$  wird unter Benutzung der am Arbeitsplatz befindlichen Eichkurve aus der Impulsfolgefrequenz eines optoelektronischen Durchflussmessers bestimmt, dessen Ausgangsimpulse einem Digitalzähler zugeführt werden. Es ist darauf zu achten, dass sich keine Luft im Durchflussmesser befindet! Erforderlichenfalls ist diese durch Drücken am Auslaufschlauch zu entfernen. Zur Kontrolle der einwandfreien Funktion des Durchflussmessers ist mindestens eine  $I_V$ -Bestimmung durch Volumen- und Zeitmessung (mittels Stoppuhr) durchzuführen.

Die Volumenstromstärke lässt sich im Einlauf durch Vertikalverschiebung des Vorratsbehälters oder des darin befindlichen Druckausgleichsrohres, im Auslauf mit Hilfe eines Hahns regulieren. Es sind mindestens 15 Messungen bei unterschiedlichen  $I_V$  zwischen dem kleinsten und dem größten realisierbaren Wert durchzuführen. Zur Sicherung konstanter Strömungsgeschwindigkeit muss der Verschluss des Vorratsbehälters dicht schließen; der Wasserstand darf nicht unter die untere Öffnung des Druckausgleichsrohres absinken.

- 3.2 Die Gültigkeit des Gesetzes von Hagen und Poiseuille wird durch Linearität der Kurve  $\Delta p = f(I_V)$  bestätigt,  $R$  wird aus dem Anstieg dieses Kurventeils durch Regression bestimmt. Die Dichte von Wasser ist  $\rho = 0,998 \text{ g/cm}^3$ , die Viskosität  $\eta$  bei Raumtemperatur ist der Graphik im Praktikumsraum zu entnehmen; die Raumtemperatur ist zu messen. Auf Korrekturen der Ein- und Auslaufteffekte wird verzichtet.
- 3.3 Laminare Strömung liegt vor, wenn der Graph  $w = f(Re)$  in doppeltlogarithmischer Darstellung annähernd linear verläuft. Der Anstieg sollte  $\approx (-1)$ , der Schnittpunkt mit der  $w$ -Achse  $\approx \ln 8$  sein (Begründung!).

## 4 Zugeordnete Themenkomplexe

Strömung idealer Flüssigkeiten; Bernoullische Gleichung  
Strömung realer Flüssigkeiten, Newtonsches Reibungsgesetz  
Viskosität: Einheit, Messung, Temperaturabhängigkeit