

Für größere Reynoldssche Zahlen würde nach OSEEN statt (3) für die Reibungskraft die Gleichung (5) gelten, woraus man für die Viskosität

$$\eta = \frac{2}{9} r_K^2 \frac{g}{v_\infty} (\rho_K - \rho_{Fl}) - \frac{3}{8} r_K v_\infty \rho_{Fl} \quad (13)$$

erhält.

### 3 Versuchsaufbau, Versuchsbeschreibung

Der Versuchsaufbau ist denkbar einfach und besteht aus einem mit dem zu untersuchenden Öl gefüllten Glas-Standzylinder und kleinen Kugeln unterschiedlicher Materialien und Durchmesser. In einem Vorversuch ist mit verschiebbaren Positionsmarkierungen (Drahtschlingen) zu prüfen, ob die Kugel innerhalb einer zu findenden Messstrecke bereits mit konstanter Geschwindigkeit fällt. Hat man sich davon überzeugt, werden die eigentlichen Messungen zur Bestimmung von  $\eta$  durchgeführt.

Als Messmittel stehen Stoppuhr, Lineal und Mikrometerschraube zur Verfügung. Folgende Werte für die Dichten der verwendeten Materialien sind bekannt

Glaskugeln  $\rho_{20^\circ C} = (2,63 \cdot 10^3 \pm 0,02 \cdot 10^3) \text{ kg/m}^3$

Stahlkugeln  $\rho_{20^\circ C} = (7,78 \cdot 10^3 \pm 0,02 \cdot 10^3) \text{ kg/m}^3$

Bleikugeln  $\rho_{20^\circ C} = (11,34 \cdot 10^3 \pm 0,05 \cdot 10^3) \text{ kg/m}^3$

Silikonöl  $\rho_{20^\circ C} = (970 \pm 10) \text{ kg/m}^3$ .

Für vorläufige Abschätzungen kann für die Viskosität des Öles ein Wert von  $\eta_{20^\circ C} = (5,00 \pm 0,25) \text{ Pa s}$  angenommen werden.

### 4 Messaufgaben, Protokoll, Auswertung

(a) Bestimmung der Öltemperatur (=Raumtemperatur), des Innendurchmessers des Standzylinders (für Ladenburg-Korrektur, s. Abschnitt 6) und des Abstandes von der Öloberfläche, ab dem die Kugeln mit konstanter Geschwindigkeit  $v_\infty$  fallen

Es genügt die Untersuchung für die Kugelsorte, bei der sich  $v_\infty$  am langsamsten einstellt. Begründen Sie, warum das für die Bleikugeln zutrifft!

Innenmaße des Zylinders		Abstand der oberen Messmarke von der Flüssigkeitsoberfläche	Raumtemperatur
$\varnothing = 2R$	$R$		
9,8 cm	7 cm	4,5 cm	23°C

(b) Führen Sie für 3 verschiedene Kugelsorten jeweils eine 10-fache Messung der Fallstrecke (Lineal), der Fallzeit (Stoppuhr) und des Kugeldurchmessers (Mikrometerschraube) durch. Die Fallstrecke soll in einem Abschnitt liegen, für den bereits konstante Sinkgeschwindigkeit nachgewiesen wurde. Die 10 Kugeln je Material repräsentieren *eigentlich eine Kugel, die zehnmal fällt*.

(c) Benutzen Sie zur Erfassung und Auswertung der Messungen die nachfolgenden Tabellen. Die Formeln für die statistischen Fehler  $\Delta x$  (Gl(15)) der Messgröße  $x$  und ihre Streuung  $\sigma_x$  (Gl (14)) finden Sie auf Seite 9.