

Nr. 207

# **Das Kugelfall Viskosimeter nach Höppler**

Sara Krieg  
sara.krieg@udo.edu

Marek Karzel  
marek.karzel@udo.edu

Durchführung: 06.11.2018

Abgabe: 13.11.2018

TU Dortmund – Fakultät Physik

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Theorie</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Durchführung</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Auswertung</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>4</b>

# 1 Theorie

Bei diesem Versuch soll die Temperaturabhängigkeit der dynamischen Viskosität von destilliertem Wasser mit Hilfe der Kugelfall Methode nach Höppler ermittelt werden. Dazu wird die Apperaturkonstante des verwendeten Viskosimeters ermittelt. Es muss desweiteren mit Hilfe der Reynoldzahl überprüft werden, ob laminare Strömungsverhältnisse gegeben sind.

Zunächst werden die Kräfte betrachtet, die auf einem Körper wirken, der sich durch eine Flüssigkeit bewegt:

$$F_{ges} = F_g - F_a - F_r \quad (1)$$

Dabei bezeichnet  $F_g$  die Gravitationskraft,  $F_a$  die Auftriebskraft und  $F_r$  die Reibungskraft, welche hier zunächst ohne Beweis als Stokesche Reibung angenommen wird. Somit ergibt sich:

$$F_{ges} = \rho_K \cdot V_K \cdot g - (\rho_K - \rho_F) \cdot V_K - 6\pi \cdot \eta \cdot v \cdot r \quad (2)$$

Dabei ist  $\rho_K$  die Dichte der Kugel,  $V_K$  das Volumen der Kugel,  $\rho_F$  die Dichte der verwendeten Flüssigkeit,  $\eta$  die Viskosität,  $v$  die Geschwindigkeit mit der die Kugel fällt und  $r$  ihr Radius. Die Geschwindigkeit  $v$  wird konstant, sobald sich ein Kräftegleichgewicht zwischen den wirkenden Kräften einstellt.

Der Begriff Viskosität  $\eta$  lässt sich als "Zähflüssigkeit" interpretieren. Diese Größe ist materialabhängig, was intuitiv klar ist, wenn man betrachtet, dass sich zum Beispiel Honig sehr viel zähflüssiger bewegt als Wasser, was bedeutet, dass die Viskosität von Honig weitaus höher ist. Demnach werden Bewegungen von Flüssigkeiten durch die dynamische Viskosität dieser charakterisiert. Bestimmen lässt sich  $\eta$  zum Beispiel mit dem Kugelfallviskosimeter nach Höppler, welches hier verwendet wird. Dabei gilt die folgende empirische Gleichung:

$$\eta = K \cdot (\rho_K - \rho_F) \cdot t \quad (3)$$

Mit der Falldauer  $t$ , sowie der Apperaturkonstanten  $K$ . Die dynamische Viskosität wird als dynamisch bezeichnet, weil sie stark temperaturabhängig ist. Häufig gilt die Andradesche Gleichung:

$$\eta(T) = A \cdot \exp\left(\frac{B}{T}\right) \quad (4)$$

Dabei sind A und B Konstanten.

Diese Zusammenhänge gelten allerdings nur für sogenannte "Newtonsche Fluide", in denen der Geschwindigkeitsverlauf linear ist. Voraussetzung für solche Fluide sind laminare Strömungsverhältnisse, bei denen die Flüssigkeitsschichten wirbelfrei aneinander abgleiten. Erst wenn solche Strömungsverhältnisse gegeben sind, kann die Reibungskraft

als Stokesche Reibung angenommen werden. Ob eine Strömung laminar oder turbulent ist, kann anhand der Reynolds-Zahl abgeschätzt werden.

$$Re = \frac{\rho_F \cdot v_m \cdot 2r}{\eta} \quad (5)$$

Dabei bezeichnet  $\rho_F$  die Dichte und  $\eta$  die Viskosität der Flüssigkeit.  $v_m$  ist die mittlere Geschwindigkeit der Kugel und  $r$  ihr Radius. Erhält man für  $Re$  einen Wert, der unter 2000 liegt, so kann man davon ausgehen, dass die Strömung laminar ist.

[sample]

## 2 Durchführung

Das verwendete Viskosimeter ist in Abbildung 1 dargestellt.

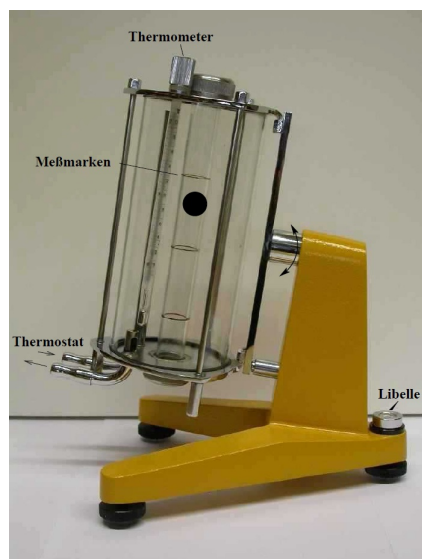


Abbildung 1: Höppler Viskosimeter

## 3 Auswertung

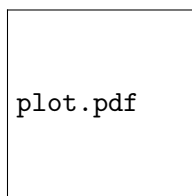


Abbildung 2: Plot.

## 4 Diskussion