

Viskosimeter

## Kugelfall Viskosimeter nach Höppler

Frederik Zielke  
frederik.zielke@tu-dortmund.de

Lennart Völz  
lennart.voelz@tu-dortmund.de

Durchführung: 22.11.2022

Abgabe: 29.11.2022

TU Dortmund – Fakultät Physik

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zielsetzung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Vorbereitungsaufgaben</b>	<b>3</b>
2.1	Wann wird eine Strömung als "laminar" bezeichnet? . . . . .	3
2.2	Dynamische Viskosität von Wasser als Funktion der Temperatur . . . . .	3
2.3	Die Dichte von destilliertem Wasser . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Theorie</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Veruchsaufbau</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Veruchsaufbau und Durchführung</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Auswertung</b>	<b>6</b>

# 1 Zielsetzung

Ziel des Versuches ist es, die Viskosität von destilliertem Wasser in Abhängigkeit der Temperatur zu ermitteln. Außerdem soll mithilfe der Reynoldsschen Zahl ermittelt werden, ob die Strömung an der Kugel laminar ist.

## 2 Vorbereitungsaufgaben

### 2.1 Wann wird eine Strömung als "laminar" bezeichnet?

Als laminare Strömung wird wirbelfreie Bewegung von Flüssigkeiten mit unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten bezeichnet. Die Flüssigkeit strömt also in Schichten, die sich nicht vermischen.

### 2.2 Dynamische Viskosität von Wasser als Funktion der Temperatur

In keiner der angegebenen Literaturen war eine temperaturabhängige Funktion der Viskosität zu finden. Allgemein lässt sich der Zusammenhang aber mit der Andradschen Gleichung (3) beschreiben.

### 2.3 Die Dichte von destilliertem Wasser

Die Literatur gibt die Dichte von Wasser bei Raumtemperatur (20°C) mit  $0.998207 \text{ g/cm}^3$  an.

## 3 Theorie

Auf Körper die sich durch eine Flüssigkeit bewegen wirkt eine Reibungskraft  $\vec{F}_R$ , die der Bewegungsrichtung entgegengesetzt ist. Die Reibungskraft ist Abhängig von der Berührungsfläche  $A$ , der Geschwindigkeit  $v$  und der dynamischen Viskosität  $\eta$ . Die Stokessche Reibung wird durch

$$F_R = 6\pi\eta vr \quad (1)$$

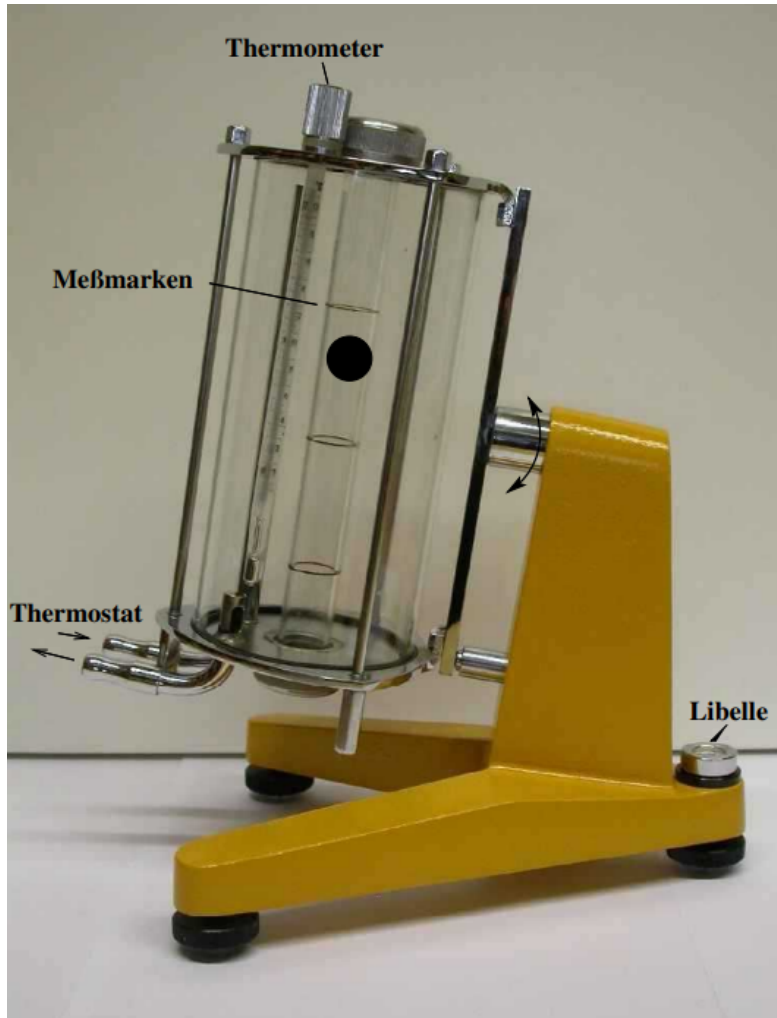
angegeben.  $\vec{F}_R$  steigt mit zunehmender Geschwindigkeit, bis sich ein Gleichgewicht zwischen  $\vec{F}_R$ , der Schwerkraft  $\vec{F}_g$  und dem Auftrieb  $\vec{F}_A$  einstellt. Auftriebs- und Reibungskraft wirken der Schwerkraft entgegen.

$$\eta = K \cdot (\rho_k - \rho_{Fl}) \cdot t \quad (2)$$

$$\eta(T) = A \cdot \exp\left(\frac{B}{T}\right) \quad (3)$$

$$\eta(T) = \eta_o \cdot \exp\left(\frac{E_A}{R \cdot T}\right) \quad (4)$$

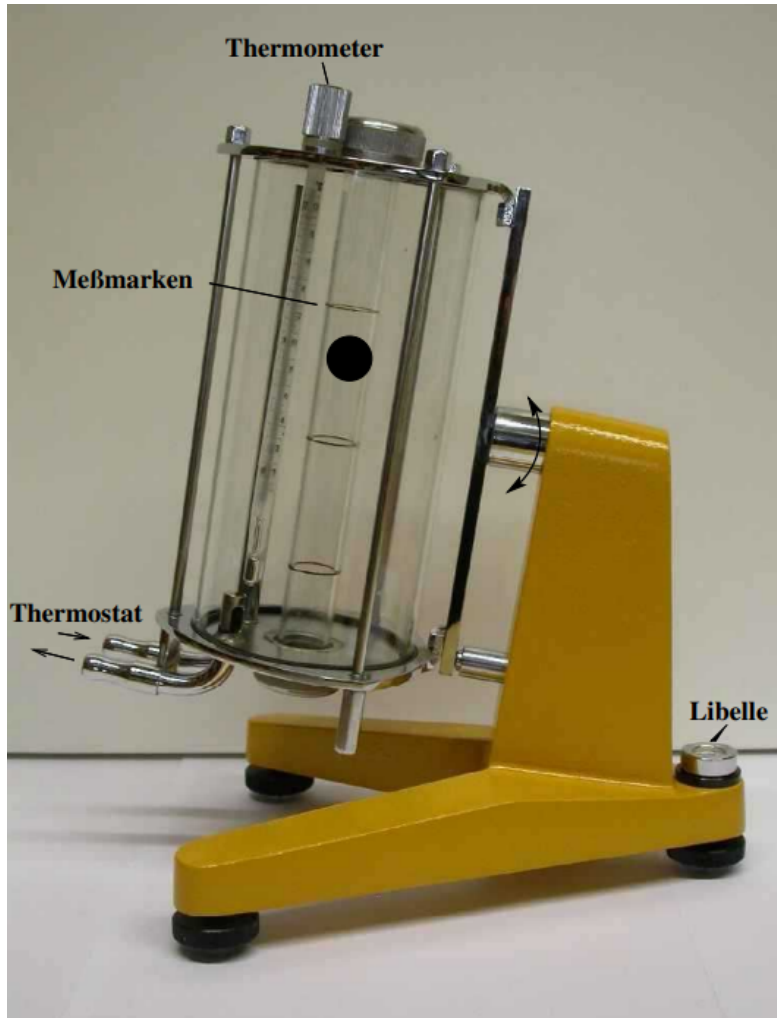
## 4 Versuchsaufbau



**Abbildung 1:** Höppler-Viskosimeter

Für die Versuchsdurchführung wird ein Kugelfall-Viskosimeter nach Höppler benötigt. Das Viskosimeter besteht aus einem Zylinder, in den Wasser eingefüllt ist. In diesen ist zentral eine Röhre mit drei Messmarkierungen im Abstand von 5 cm eingefasst.

## 5 Versuchsaufbau und Durchführung



**Abbildung 2:** Höppler-Viskosimeter

Für die Versuchsdurchführung wird ein Kugelfall-Viskosimeter nach Höppler benötigt. Das Viskosimeter besteht aus einem Zylinder, in den Wasser eingefüllt ist. In diesen ist zentral eine Röhre mit drei Messmarkierungen im Abstand von 5 cm eingefasst. Das Wasser in dem äußeren Zylinder kann über ein externes Thermostat erhitzt werden. Mit der Libelle und den verstellbaren Füßen lässt sich das Viskosimeter justieren, um eine eventuelle Schiefelage zu korrigieren. In die Röhre wird Wasser eingefüllt. Hierbei ist zu beachten, dass sich keine sichtbaren Luftbläschen bilden. Nun wird die Kugel ebenfalls in die Fallröhre eingefügt und der Deckel verschlossen. Damit keine Wirbel entstehen ist es wichtig, dass das Fallrohr leicht schräg ist, damit die Kugel an der Wand herunterrutscht und nicht anschlägt.

## 6 Auswertung

**Tabelle 1:** Fallzeiten der kleinen Kugel bei Raumtemperatur

$t_{hoch}$ [s]	$t_{runter}$ [s]
13,85	12,97
12,97	13,10
13,00	12,85
13,00	12,94
13,00	13,13
13,07	13,00
13,05	13,03
12,97	13,12
13,03	13,12

**Tabelle 2:** Fallzeiten der großen Kugel bei Raumtemperatur

$t_{hoch}$ [s]	$t_{runter}$ [s]
52,53	52,78
53,19	52,38
53,79	52,97
53,53	53,19