Physiklabor für Anfänger*innen
Ferienpraktikum im Sommersemester 2018

Versuch 8: Viskosität aus dem Durchströmen einer Kapillare

(durchgeführt am 26.09.2018 bei Pascal)
Ye Joon Kim, Marouan Zouari
1. Oktober 2018

Inhaltsverzeichnis

1 Aufbau

2 Durchführung

3 Auswertung und Fehleranalyse

Zur Bestimmung der Viskosität wurde die folgende Formel benutzt:

$$I_V = \frac{V}{t} = \frac{\pi R^4 \Delta p}{8\eta l} \tag{1}$$

Die Druckdifferenz lässt sich mit:

$$\Delta p = \rho_w h g$$

bestimmen. Deswegen bei einer Auftragung von I_V gegen $\frac{R^4}{l}$ entspricht die Steigung dem Wert $\frac{\pi \rho_w h g}{8\eta}$.

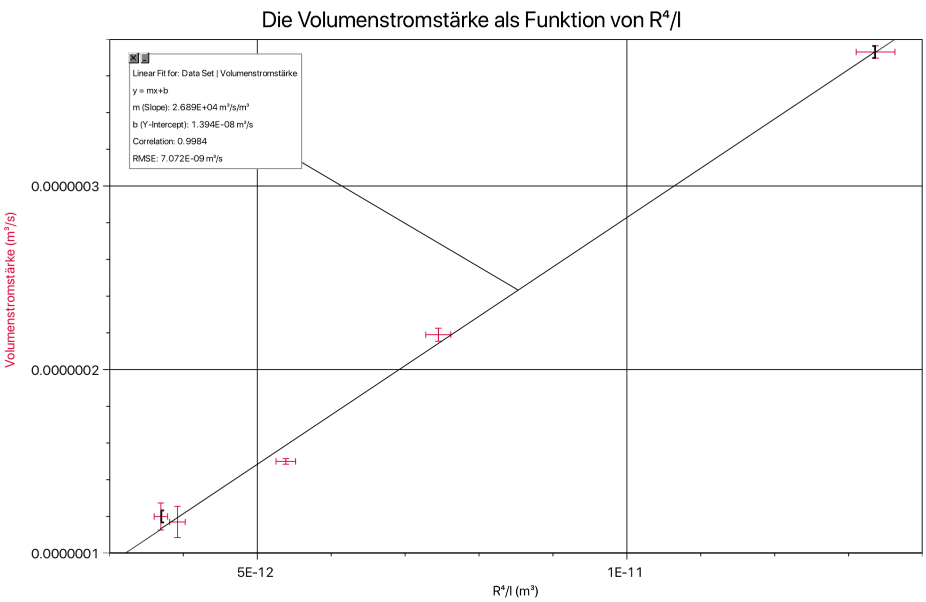

Abbildung 1: Die Volumenstromstärke als Funktion von $\frac{R^4}{l}$ sowie die berechnete Ausgleichsgerade

Da der Zusammenhang lässt sich in einer Form von $I_V = a+b(\frac{R^4}{l})$ schreiben lässt, wurden die Werte für I_V dann in einer Graph mit dem Programm Logger Pro gegen $\frac{R^4}{l}$ aufgetragen (Siehe Abbildung(2)). Die Werte für a, der Achsenabschnitt, b, die Steigung, und deren Unsicherheiten wurden mit einem Excel-Dokument berechnet.

Die lineare Regression lautet:

$$I_V = 1,4 \cdot 10^{-8} + 430000(\frac{R^4}{l})$$

Mit den Unsicherheiten $u_a = 7 \cdot 10^{-9}$ m^3/s und $u_b = 10000$ s^{-1}.

3.1 Rechenweg

Die Einzelne Messwerte wurden gemittelt und in die Graph aufgetragen. Für die Unsicherheit wurde die Standardunsicherheit, oder die Standardabweichung benutzt:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Die Werte für a und b sowie deren Unsicherheiten lassen sich mit den folgenden Formeln bestimmen:

$$a = \frac{\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$u_a = s \cdot \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}$$

$$u_b = s \cdot \sqrt{\frac{n}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}$$

Mit $x = \frac{R^4}{l}$, $y = I_V$ und $s = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum [y_i - (a + bx_i)]^2}$

Mit der Steigung kann der Wert für η berechnet werden.

$$\eta = \frac{\pi \rho_w h g}{8b}$$

$$= (0,00100 \pm 0,00002) \text{Pa s}$$

3.2 Rechenweg

Zur Bestimmung der Unsicherheit von η wurde die vereinfachte gauß'sche Fehlerfortpflanzung für Produkte und Quotienten benutzt. Deswegen ist:

$$\left| \frac{u_\eta}{\eta} \right| = \sqrt{(\frac{u_h}{h})^2 + (\frac{u_b}{b})^2}$$

(Die Unsicherheit von h wurde mit der Standardunsicherheit berechnet.)

4 Diskussion der Ergebnisse

5 Literatur