

PW1

October 14, 2025

1 Eigenschaften von Flüssigkeiten

1.1 Bestimmung der Viskosität nach Hagen-Poiseuille

1.1.1 Durchführung und Versuchsaufbau

Destilliertes Wasser wird bei Raumtemperatur in einen Messzylinder gefüllt und daraufhin Temperatur sowie Dichte mit einem Aräometer bestimmt. Anschließend wird mit ein Kapillarviskosimeter in ein mit Wasser gefülltes Becherglas gestellt, sodass die Kapillare etwa 1 cm eintauchen. Mittels einem Pelusball wird ein unterdruck erzeugt und so das Viskosimeter mit Wasser befüllt. Daraufhin wird ein Ventil geschlossen und der Pelusball entfernt. Nach öffnen des Ventils wird das Absinken der Wassersäule zwischen zwei höhen h_1 und h_2 mit einer Stoppuhr gemessen. Aus gemessener Zeit, Dichte und gegebener Gerätekonzstante wird die Viskosität berechnet. Der Versuch wird bei 50 °C und 35 °C wiederholt, und daraufhin die Viskosität in abhängigkeit der Viskosität geplottet.

Auflösung bzw. Unsicherheit der Messgeräte:

- Aräometer: $0.001 \frac{g}{cm^3}$
- Lineal: 0.1 cm
- Stoppuhr: 0.01 s
- Gerätekonzstante a Viskosimeter: $5.7 \cdot 10^{-7} \cdot 0.02 \frac{m}{s^2}$

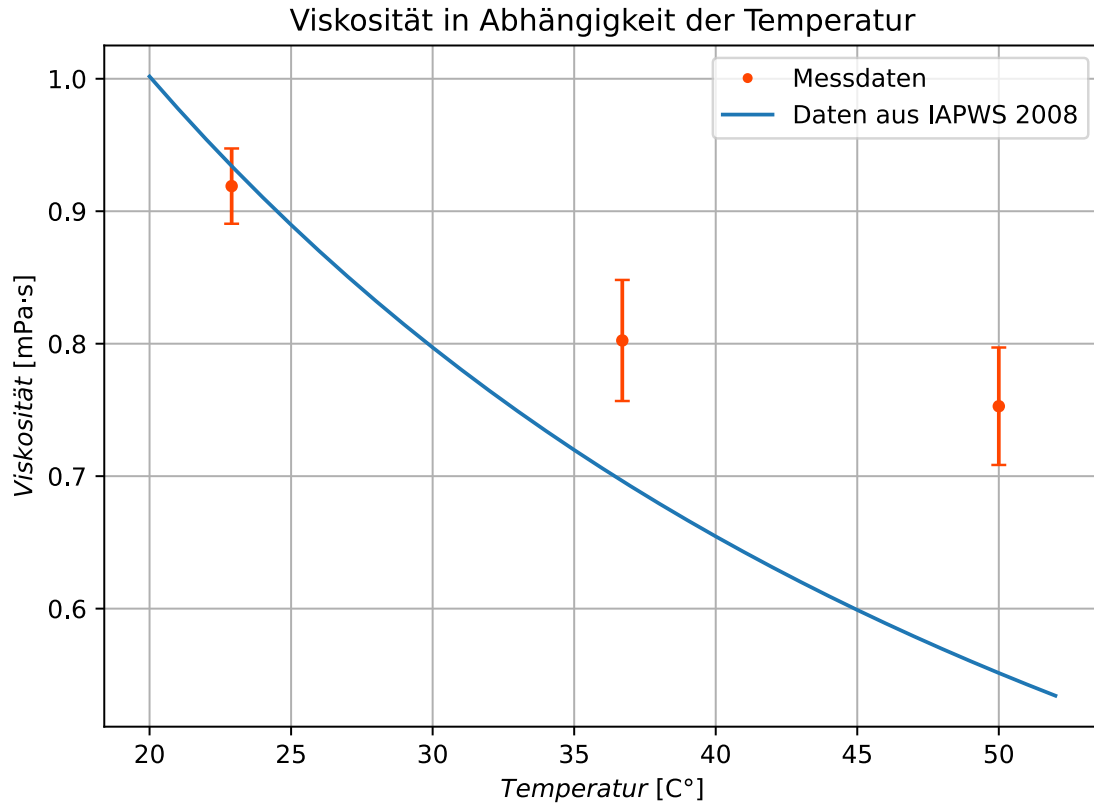
Erläuterung der systematischen (Typ-B) Unsicherheit der Messwerte: Die Unsicherheit wird aufgrund Menschlicher Reaktionszeit und Subjektiver Abschätzung der Höhe auf 0.4s erhöht. Zusätzlich wird die unsicherheit des Lineals auf 0.5 erhöht, da dieses nur lose an das Viskosimeter angebracht wurde, und die Höhe auch nur nach augenmaß angenähert wird. Bezüglich Aräometer ist der Gemessene Druck von Wasser Temperatur/Druckabhängig und sinkt laut [3] von 20°C auf 50°C, bei Atmosphärendruck, um $0.01 \frac{g}{cm^3}$, weswegen auf diesen Wert erhöht wurde.

1.1.2 Ergebnisse

$$\bar{\eta}_{22.9} = 0.919 + / - 0.028 \text{ mPa}$$

$$\eta_{36.7} = 0.80 + / - 0.05 \text{ mPa}$$

$$\eta_{50.0} = 0.75 + / - 0.04 \text{ mPa}$$



1.1.3 Diskussion

Wie aus den Werten erkennbar wird, sinkt die Viskosität mit zunehmender Temperatur, dabei ist im Vergleich zu den Literaturwerten [1] eine starke Abweichung zu erkennen. Der Erste stimmt mit Vorhersage überein jedoch wirkt die Kurve danach weitaus flacher. Das kommt teils aufgrund der schnelleren Abfallgeschwindigkeit des Wassers und der damit erhöhten Zeit-Unsicherheit. Zusätzlich entstehen wahrscheinlich deutliche Temperaturunterschiede zwischen Messung und Kolben, wobei diese auch nicht homogen verteilt sein müssen. Dazu kommt auch die bereits erwähnte Dichteänderung durch Temperatur.

1.2 Oberflächenspannung nach der Abreißmethode

1.2.1 Durchführung und Versuchsaufbau

Ein Aluminiumring wird an einer Federwaage befestigt und über ein Becherglas mit destilliertem Wasser gegeben. Nach dem Eintauchen und langsamen Anheben bildet sich eine Flüssigkeitslamelle, deren Abreißkraft auf der Federwaage abgelesen wird. Nach Zehn Messungen wird aus der mittleren Abreißkraft die Oberflächenspannung berechnet.

Auflösung bzw. Unsicherheit der Messgeräte:

- Federwaage: 1 mN

- Schiebregler: 0.05 mm

Erläuterung der systematischen (Typ-B) Unsicherheit der Messwerte: Unsicherheit des Ringdurchmessers wird erhöht, da dieser verformbar ist und ein geringer (0.4 ± 0.05) mm unterschied zwischen Innen und Außendurchmesser Existiert. Die Unsicherheit der Federwaage wird erhöht da der Ring nicht gleichmäßig an der Waage befestigt ist und nicht parallel zur Wasseroberfläche hing.

1.2.2 Ergebnisse

$$\bar{F} = (11.5 + / - 2.0) \text{ mN}$$

$$\sigma = (49 + / - 9) \frac{\text{mN}}{\text{m}}$$

1.2.3 Diskussion

Verglichen mit dem Literaturwert bei 30°C von $\gamma = 71.75 \text{ mN/m}$ [2] ist der Ermittelte wert weitaus geringer, wobei dieser Fehler aufgrund schiefer Lage der Rings als auch der ungleichmässigen Kraftverteilung entsteht.

References

- [1] Release on the IAPWS formulation 2008 for the viscosity of ordinary water substance. Technical report, International Association for the Properties of Water and Steam (IAPWS), Berlin, Germany, 2008. <http://www.iapws.org>.
- [2] Oberflächenspannung, 2025. <https://www.chemie.de/lexikon/Oberfl>
- [3] Eric W. Lemmon, Ian H. Bell, Marcia L. Huber, and Mark O. McLinden. Thermophysical properties of fluid systems. In P. J. Linstrom and W. G. Mallard, editors, *NIST Chemistry WebBook, NIST Standard Reference Database Number 69*. Gaithersburg, MD, 2025. <https://doi.org/10.18434/T4D303>.