



universität
uulm

Praktikum Physik für Naturwissenschaftler

Bericht zum Versuch

Viskosität

Durchgeführt am 18. Januar 2024

Gruppe 6

Moritz Wieland und **Dominik Beck**
(moritz.wieland@uni-ulm.de) (dominik.beck@uni-ulm.de)

Betreuer: **Patricia Schwilling**

Wir bestätigen hiermit, dass wir die Ausarbeitung selbständig erarbeitet haben und detaillierte Kenntnis vom gesamten Inhalt besitzen.

_____ und _____
Moritz Wieland Dominik Beck

Inhaltsverzeichnis

Kapitel	1 Einleitung	Seite 2
Kapitel	2 Versuchsdurchführung und Auswertung	Seite 3
2.1	Versuch 1 - Bestimmung der Viskosität von Getriebeöl mit der Kugelfallmethode Aufbau & Durchführung — 3 • Auswertung — 3 • Diskussion — 5	3
2.2	Versuch 2 - Bestimmung der Glycerinkonzentration mit dem Kapillarviskosimeter Aufbau & Durchführung — 6 • Auswertung — 7 • Diskussion — 7	6
Kapitel	Anhang	Seite 8

1 Einleitung

Die Untersuchung der Viskosität von Flüssigkeiten ist von entscheidender Bedeutung für zahlreiche Anwendungen in der Chemie, Physik und Ingenieurwissenschaften. Viskosität bezeichnet dabei die innere Reibungskraft, die einer Flüssigkeit entgegenwirkt, wenn sie in Schichten unterschiedlicher Geschwindigkeit gleitet. Diese Materialeigenschaft beeinflusst maßgeblich den Fluss von Flüssigkeiten und spielt eine essenzielle Rolle in verschiedenen technologischen Prozessen, angefangen von der Schmierung von Maschinen bis hin zur Gestaltung effizienter Transportmittel.

Das vorliegende Versuchsprotokoll widmet sich der Bestimmung der Viskosität von Getriebeöl mittels der Kugelfallmethode sowie der Messung der Glycerinkonzentration mithilfe des Kapillarviskosimeters. Die gewählten Methoden bieten nicht nur Einblicke in die grundlegenden Prinzipien der Viskosität, sondern bedienen sich auch etablierter physikalischer Gesetzmäßigkeiten, wie der laminaren Strömung, der Stokes'schen Reibungskraft, des Kräftegleichgewichts, der Strömung in einem Kapillarrohr sowie des Hagen-Poiseuille'schen Durchflussgesetzes.

Die Kugelfallmethode, basierend auf den Prinzipien der laminaren Strömung und der Stokes'schen Reibungskraft, ermöglicht die Bestimmung der Viskosität eines Fluids durch die Beobachtung des Sinkverhaltens einer Kugel in der Flüssigkeit. Dieser Ansatz erlaubt Rückschlüsse auf die innere Reibung und die Fließeigenschaften des Getriebeöls.

Das Kapillarviskosimeter hingegen nutzt das Hagen-Poiseuille'sche Durchflussgesetz, um die Viskosität von Flüssigkeiten durch ihre Strömung in einem Kapillarrohr zu bestimmen. In diesem Experiment liegt der Fokus auf der Messung der Glycerinkonzentration, wobei die Viskosität als maßgeblicher Indikator für die Konzentration herangezogen wird.

2 Versuchsdurchführung und Auswertung

2.1 Versuch 1 - Bestimmung der Viskosität von Getriebeöl mit der Kugelfallmethode

2.1.1 Aufbau & Durchführung

In Versuch 1 wird die dynamische Viskosität von Getriebeöl mit Hilfe der Kugelfallmethode bestimmt. Der Versuchsaufbau sieht wie folgt aus: Ein Glaszylinder, welcher mind. 30 cm hoch ist, wird mit Getriebeöl OKS 3740 befüllt. Nun wird eine Fallstrecke L von 15 cm markiert. Diese hat mind. 5 cm Abstand zur Öffnung des Gefäßes. Anschließend werden jeweils 10 Kugeln in der Mitte des Gefäßes fallen gelassen und die Fallzeit im Abschnitt L gemessen. Dies wird für die Kugeldurchmesser $d = 1, 2, 3$ mm und 4 mm wiederholt. Die 3 mm-Kugel wird 30 Mal gemessen und später eine Verteilung zufällig schwankender Messwerte graphisch darzustellen. Die Viskosität lässt sich dann über die Formel der dynamischen Viskosität η berechnen, oder mit Hilfe eines Graphens.

2.1.2 Auswertung

Zunächst wurde der Durchmesser d stichprobenartig von 3 Kugeln gemessen:

	d_1	d_2	d_3	d_4
Mittelwert [mm]	0.993	1.997	2.99	3.99
Standartabweichung [mm]	0.00577	0.00577	0.00000	0.00577

Tabelle 2.1: Ergebnis der Messung der Kugeldurchmesser.

Danach wurden die Fallzeiten t_i der Kugeln gemessen:

n	t_1	t_2	t_3	t_4
1	79,23	20,17	9,28	5,28
2	79,47	20,47	9,25	5,31
3	79,88	20,22	9,14	5,38
4	79,07	20,49	9,25	5,39
5	79,66	20,58	9,28	5,31
6	79,07	20,06	9,25	5,43
7	79,35	20,11	9,08	5,41
8	78,42	20,21	9,28	5,41
9	76,95	20,19	9,29	5,23
10	79,36	19,60	9,34	5,40
11			9,27	
12			9,10	
13			9,24	
14			9,25	
15			9,17	
16			9,26	
17			9,14	
18			9,30	
19			9,19	
20			9,29	
21			9,79	
22			9,20	
23			9,16	
24			9,19	
25			9,01	
26			9,10	
27			9,22	
28			9,20	
29			9,05	
30			9,14	
Mittelwert [s]	79,00	20,20	9,20	5,36
Standardabweichung [s]	0,83423	0,27681	0,13433	0,06737
Mittelwert der Standardabweichung [s]	0,26381	0,08753	0,02453	0,02130

Tabelle 2.2: Ergebnis der Messung der Fallzeiten.

Die Länge L der Fallstrecke beträgt 15 cm. Die Dichte der Kugeln (V2A-Stahl) ρ_K und die Dichte des Getriebeöls OKS 3740 ρ_F betragen:

$$\rho_K = 7900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (2.1)$$

$$\rho_F = 850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (2.2)$$

Somit lassen sich mit der Formel für die dynamische Viskosität η :

$$\eta = \frac{(\rho_K - \rho_F) \cdot g}{18 \cdot L} \cdot d^2 \cdot t \quad (2.3)$$

die Viskosität η der Flüssigkeit berechnen. Die Fallbeschleunigung g beträgt $9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Für die Größtfehlerabschätzung werden folgende Werte verwendet:

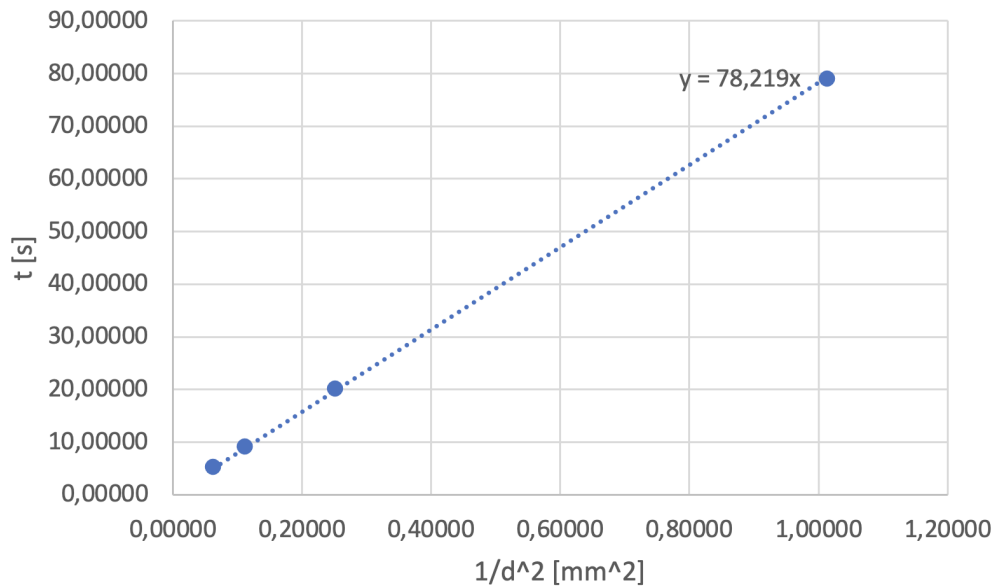


Abbildung 2.1: Fallzeiten über $\frac{1}{d^2}$.

$\Delta L[\text{mm}]$	5.00
$\Delta d[\text{mm}]$	0.01
$\Delta t[\text{s}]$	0.4

Tabelle 2.3: Fehlerabschätzung der Messwerte.

Der Wert 0.4 ergibt sich aus der zweifachen Reaktionszeit des Menschen.

Mit diesen Werten lässt sich nun das folgende Ergebnis berechnen:

	d_1	d_2	d_3	d_4
Viskosität $[\text{Pa} \cdot \text{s}]$	1.99502	2.06089	2.10923	2.18428
$\frac{\Delta L}{L}$	0.03333	0.03333	0.03333	0.03333
$\frac{\Delta d}{d}$	0.02013	0.01002	0.00669	0.00501
$\frac{\Delta t}{t}$	0.00506	0.01979	0.04337	0.07470
Größtfehler $[\text{Pa} \cdot \text{s}]$	0.11676	0.13013	0.17589	0.24691

Der Mittelwert der Viskosität beträgt somit: $\eta = 2.08736 \text{ Pa} \cdot \text{s}$.

Trägt man die Mittelwerte der Fallzeiten über $\frac{1}{d^2}$ in einem Graphen (2.1) auf und lässt sich die Steigung berechnen, so erhält man eine zweite Möglichkeit die Viskosität zu berechnen. Die Steigung m der Gerade entspricht in unserem Fall dem Wert: 78.219. Die Viskosität η lässt sich dann mit der Formel:

$$\eta = \frac{m \cdot (\rho_K - \rho_F) \cdot g}{18 \cdot L} \quad (2.4)$$

bestimmen. Das Ergebnis lautet: $\eta = 2.00074 \text{ Pa} \cdot \text{s}$.

2.1.3 Diskussion

TODO

Notizen: Warum ist zweiter Viskosität Wert niedriger \rightarrow wegen $1/d^2$, gewichtung liegt auf 1mm kugel, die genauer ist, da mehr laminare strömung und weniger turbulenz Warum generell höher \rightarrow lufttemperatur 20 Grad, aber flüssigkeit vielleicht nicht, allgemeine Messfehler

2.2 Versuch 2 - Bestimmung der Glycerinkonzentration mit dem Kapillarviskosimeter

2.2.1 Aufbau & Durchführung

In Versuch 2 wird die kinematische Viskosität ν einer Glycerin-Wasser-Mischung mit Hilfe eines Kapillarviskosimeters bestimmt. Der Versuchsaufbau sieht wie folgt aus.

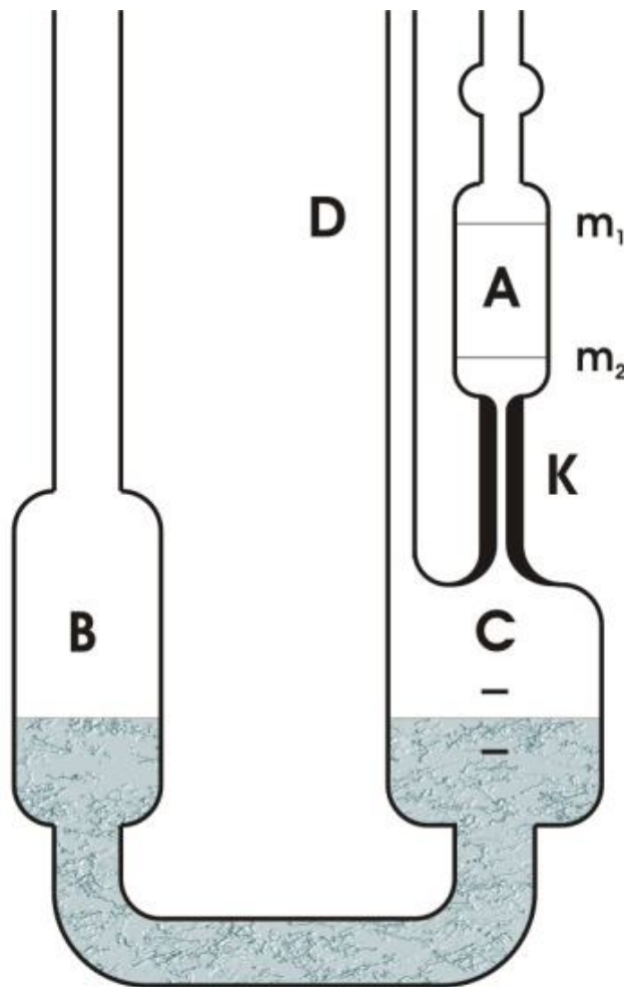


Abbildung 2.2: Aufbau des Kapillarviskosimeters.

Ein Wassertank ist mit Wasser befüllt und wird auf konstante 30 °C erwärmt. In diesen Wassertank wird das Kapillarviskosimeter eingetaucht. Ein genauerer Aufbau des Kapillarviskosimeters ist in Abbildung 2.2 zu sehen. Dieses funktioniert so, dass die Öffnung D zugehalten wird, die Flüssigkeit durch Ansaugen an Öffnung A, nach oben gesaugt wird, bis die Flüssigkeit den Raum A komplett ausfüllt, sodass die Flüssigkeit zwischen m_1 und m_2 vorhanden ist. Danach wird die Öffnung an D geöffnet und auch an A. Dann wird die Zeit gemessen, die die Flüssigkeit benötigt um die Strecke zwischen m_1 und m_2 abzusinken. Mit den Messwerten und der Formel

$$\nu = K \cdot t \quad (2.5)$$

lässt sich die kinematische Viskosität berechnen. Dabei ist K eine Konstante, die für jedes Kapillarviskosimeter unterschiedlich ist. Diese Werte sind allerdings schon vorgegeben.

2.2.2 Auswertung

2.2.3 Diskussion

Anhang