

ANFÄNGERPRAKTIKUM DER FAKULTÄT FÜR PHYSIK,
UNIVERSITÄT GÖTTINGEN

Diffusion
Protokoll:

Praktikant: Felix Kurtz
E-Mail: felix.kurtz@stud.uni-goettingen.de
Versuchspartner: Skrollan Detzler
Betreuer: Martin Ochmann
Versuchsdatum: 30.06.2014

Note:

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Theorie	3
2.1	Ficksche Gesetze	3
2.2	Wheatstone'sche Messbrücke	3
3	Durchführung	3
3.1	Versuchsaufbau	3
3.2	Konzentrationsverlauf in Abhängigkeit der Zeit	3
3.3	Konzentrationsprofil	5
4	Auswertung	6
4.1	erwartete Diffusionskurven	6
4.2	Berechnung des Diffusionskoeffizienten	6
4.3	Konzentrationsprofil	8
5	Diskussion	8
6	Anhang	8
	Literatur	8

1 Einleitung

In diesem Versuch soll das Phänomen der *Diffusion* untersucht werden. Darunter versteht man die Durchmischung von zwei verschiedenen Gasen oder Flüssigkeiten, welche mit der Zeit vonstatten geht. Sie spielt besonders in der Biologie bei osmotischen Prozessen eine große Rolle. Als eine von vielen Transportphänomenen wie Wärmeleitung ist sie jedoch am besten experimentell messbar.

Wir wollen hier die Diffusion von Methylenblau in Wasser untersuchen.

2 Theorie

2.1 Ficksche Gesetze

1. Ficksches Gesetz

$$\vec{j}(\vec{x}) = -D \cdot \nabla n \quad (1)$$

2. Ficksches Gesetz

$$\frac{\partial n}{\partial t} = -D \cdot \Delta n \quad (2)$$

Man kann dies analytisch lösen. Dabei ergibt sich dies als Lösung:

$$c(x, t) = \frac{c_0}{2} \left[1 - \operatorname{erf} \left(\frac{x}{\sqrt{4Dt}} \right) \right] \quad (3)$$

Gaußsche Fehlerfunktion

$$\operatorname{erf}(y) := \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^y e^{-v^2} dv$$

2.2 Wheatstone'sche Messbrücke

3 Durchführung

3.1 Versuchsaufbau

Zuerst wird der Spalt so justiert, dass auf den Photowiderstand die maximale Intensität trifft. Außerdem benötigt man noch zwei Stoppuhren für die späteren Messungen.

3.2 Konzentrationsverlauf in Abhängigkeit der Zeit

Für den Graufilter $c_0/16$ regelt man das Potentiometer so, dass das Amperemeter keinen Strom anzeigt. Dann wird die Küvette zu $3/4$ mit Wasser gefüllt, darüber Methylenblau.

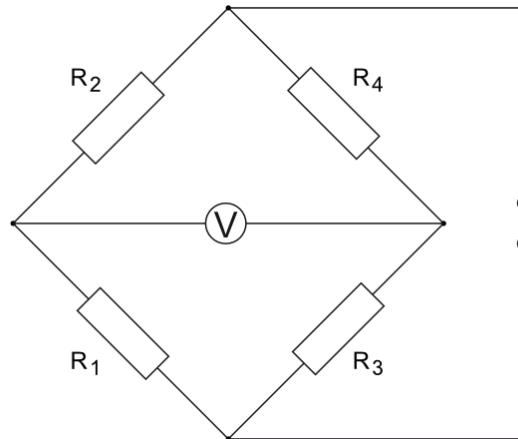


Abbildung 1: Wheatstone'sche Brückenschaltung [1]

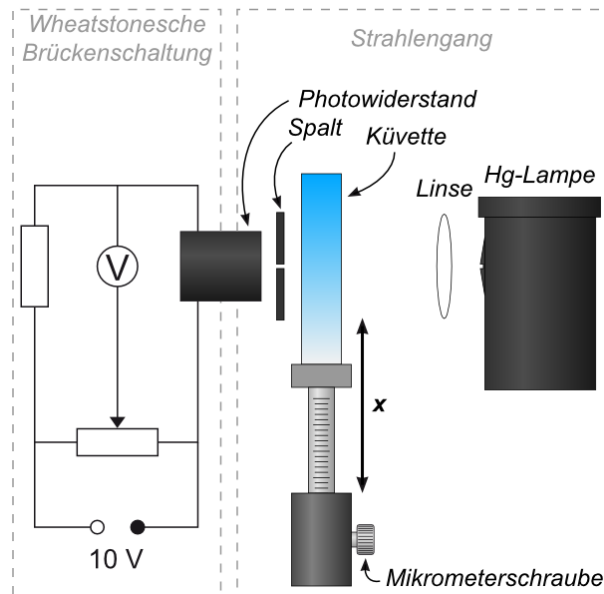


Abbildung 2: schematischer Versuchsaufbau [1]

Man startet die Stoppuhr, nachdem man die Küvette in den Strahlengang gestellt hat. Für eine halbe Stunde notiert man alle 30 Sekunden den Ort der Konzentration $c_0/16$. Dabei wird jedoch die Messbrücke nicht verändert, sondern die Küvette mittels Mikrometerschraube nach oben bewegt, bis das Amperemeter wieder keinen Strom zeigt. Nach der Messung wird diese Küvette vorsichtig zur Seite gestellt, damit sich die Flüssigkeiten nicht zusätzlich vermischen. Die benutzte Stoppuhr lässt man für eine spätere Messung weiterlaufen. Dann füllt man eine zweite Küvette wie die erste, gleicht aber die Messbrücke mit dem Graufilter $c_0/32$ ab. Die vorige Messung wird mit der zweiten Küvette,

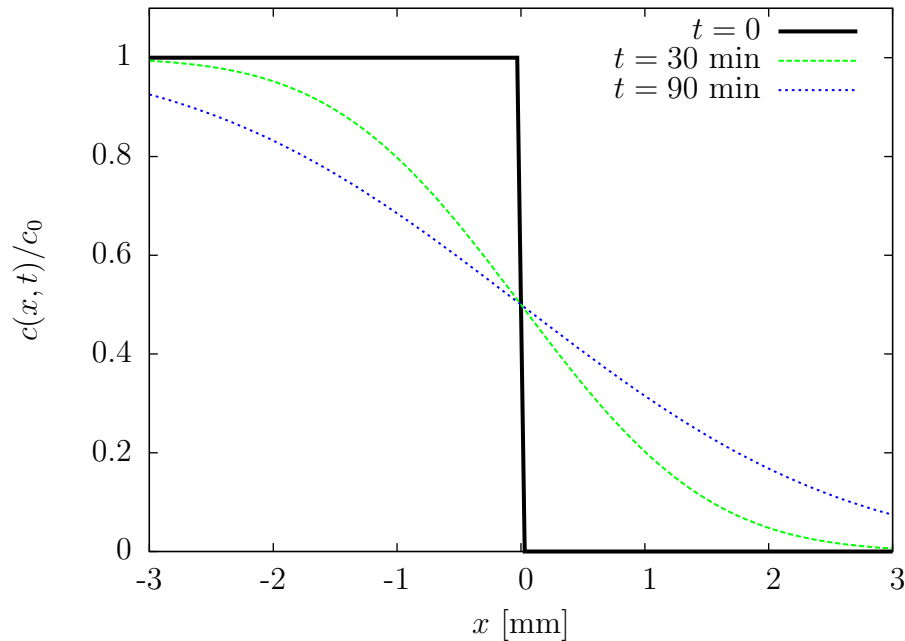


Abbildung 3: Profil für den Diffusionskoeffizienten $D = 4 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2 / \text{s}$ zu verschiedenen Zeiten

der zweiten Stoppuhr und dem anderen Filter wiederholt.

3.3 Konzentrationsprofil

Etwa 40 Minuten nach Beginn der letzten Messung wird die Konzentrationsverteilung der zweiten Küvette in Abhängigkeit des Ortes gemessen. Dies sollte schnell geschehen, damit die Zeit als konstant angenommen werden kann. Trotzdem notiert man Beginn und Ende dieser Messung, die Stoppuhr muss also weiter laufen. Der Messvorgang sieht folgendermaßen aus: Nacheinander wird die Messbrücke auf die verschiedenen Graufilter $c_0/2, c_0/4, c_0/8, c_0/16, c_0/32$ abgeglichen, bevor man dazu die Stelle sucht, an der genau diese Konzentration herrscht. Diesen Vorgang wiederholt man nochmal in umgekehrter Reihenfolge der Graufilter.

Diesen ganzen Messvorgang wird für die erste Küvette nach ca. 100 Minuten seit Beginn der zugehörigen ersten Messung wiederholt.

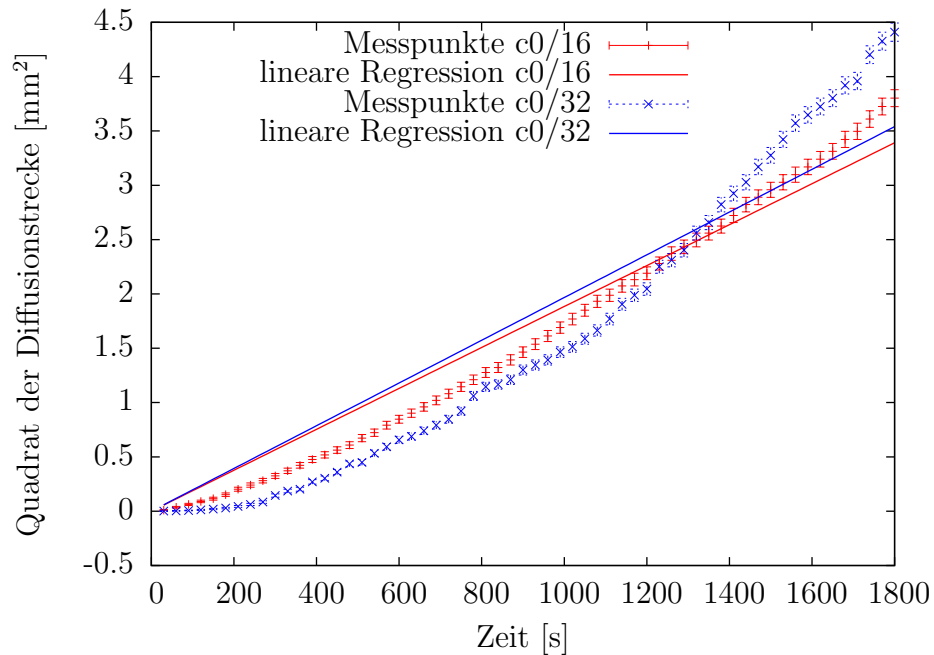


Abbildung 4: ????????????????????

4 Auswertung

4.1 erwartete Diffusionskurven

Aus der Lösung der Diffusionsgleichung (3) ergibt sich Abbildung 3. Man erkennt, dass es zu $t = 0$ eine klare Grenze zwischen den beiden Flüssigkeiten. Im Verlauf der Zeit (hier nach 30 und 90 Minuten) vermischen sie sich. Bei $x = 0$ befindet sich jedoch immer die Konzentration $c_0/2$.

4.2 Berechnung des Diffusionskoeffizienten

$$D = \frac{m}{4 C^2} \quad (4)$$

$$\sigma_D = \frac{\sigma_m}{4 C^2} \quad (5)$$

$$\operatorname{erf}(y) = \operatorname{erf}\left(\frac{x}{\sqrt{4Dt}}\right) \quad (6)$$

¹ WolframAlpha, www.wolframalpha.com

4 Auswertung

	Messung 1 $c_0/16$	Messung 2 $c_0/32$
y genähert ¹	1.085	1.317
Steigung m	$(18.8 \pm 0.3) \cdot 10^{-10} \text{ m}^2 / \text{s}$	$(19.7 \pm 0.6) \cdot 10^{-10} \text{ m}^2 / \text{s}$
Diffusionskoeffizient D	$(4.00 \pm 0.06) \cdot 10^{-10} \text{ m}^2 / \text{s}$	$(2.83 \pm 0.09) \cdot 10^{-10} \text{ m}^2 / \text{s}$

Tabelle 1: Auswertung Messung 1 und 2

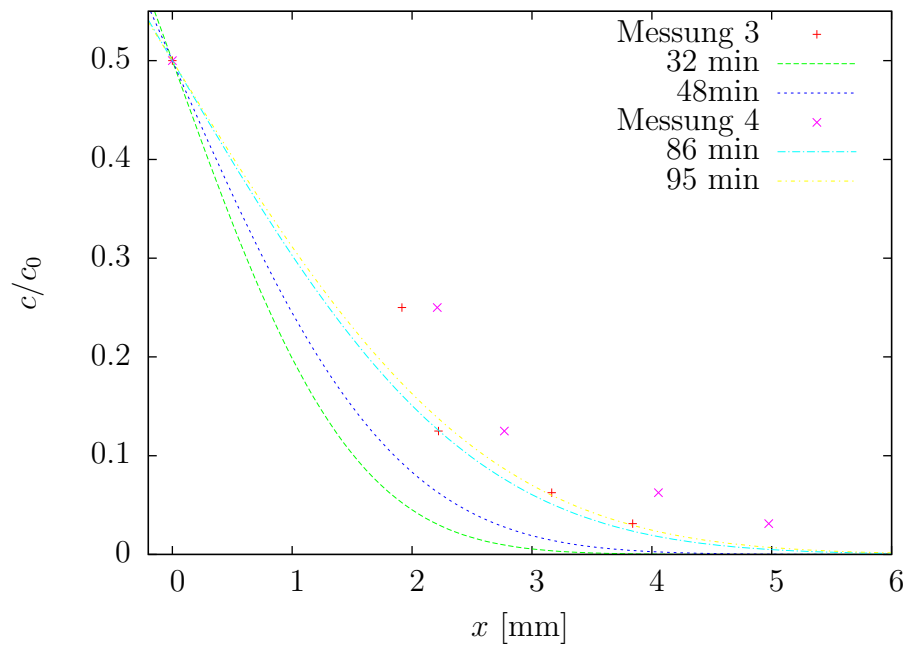


Abbildung 5: ????????????????????

$$\overline{D} = (3.63 \pm 0.04) \cdot 10^{-10} \text{ m}^2 / \text{s} \quad (7)$$

4.3 Konzentrationsprofil

5 Diskussion

6 Anhang

Literatur

- [1] *Lehrportal der Universität Göttingen, Diffusion*, <http://lp.uni-goettingen.de/get/text/3665>, abgerufen 09.07.14 11:21 Uhr
- [2] DIETER MESCHEDE (2010): *Gerthsen Physik*, 24. Auflage, Springer Heidelberg Dordrecht London New York