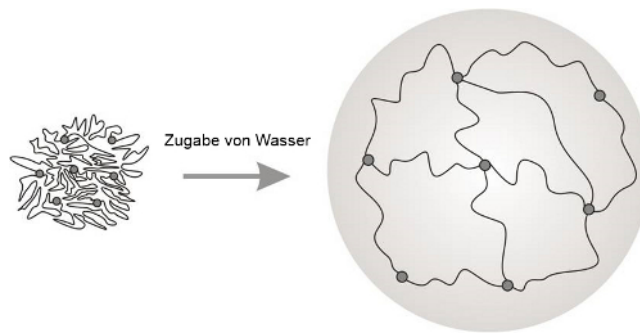

Fortgeschrittenen-Praktikum: Diffusion in Hydrogelen



Anleitung
26. Juni 2017

Institut für Experimentelle Physik
der kondensierten Materie

Lehrstuhl für Physik der weichen Materie
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Ansprechpartner: Philipp Maßhoff, Raum 25.23.02.45
philipp.masshoff@uni-duesseldorf.de

1 Ziel

In diesem Experiment soll selbstständig ein Makroskop aufgebaut werden. Dadurch soll praktische Erfahrung in der Entwicklung und Optimierung eines optischen Systems erlangt werden.

Dieses Makroskop wird im Folgenden dazu benutzt, die Diffusion in Polymer-Hydrogelen zu untersuchen. Dabei kann zum einen zeitaufgelöst verfolgt werden, wie in Wasser gelöste Farbstoff-Moleküle in das Hydrogel eindringen und zum anderen kann beobachtet werden, wie das Hydrogel Wasser aufnimmt und quillt.

Es sollen mehrere Messungen mit möglichst identischen Ausgangsbedingungen durchgeführt werden, um Aussagen zur Reproduzierbarkeit der Ergebnisse machen zu können.

2 Vorkenntnisse

- Was ist ein Hydrogel? Wofür kann man es verwenden? (siehe z.B. [1])
- Optik Grundkenntnisse - insbesondere die Kombination dünner Linsen (siehe z.B. [2])
- Aufbau eines Makroskops (siehe u.a. [3]) - Was ist der wesentliche Unterschied zwischen einem Makroskop und einem Mikroskop? Wie kann die Vergrößerung des in [3] beschriebenen Aufbaus berechnet werden?
- Diffusion Grundkenntnisse - Was ist Diffusion? Was ist die thermische Molekularbewegung? (siehe zum Beispiel [5, 6]) Wie kann man Diffusionskoeffizienten experimentell bestimmen?

3 Versuchsdurchführung

1. Nach dem Vorbild des in der Doktorarbeit von L. Starrs beschriebenen optischen Systems soll ein Makroskop aufgebaut werden. Dafür steht eine Auswahl an Linsen und Spiegeln zur Verfügung und als Lichtquelle dient eine handelsübliche Halogenlampe. Der Pixelpitch der CCD-Kamera lässt sich z.B. [7] entnehmen.
2. Die Brennweiten und Positionen der beiden Linsen, die sich zwischen der Probe und der Kamera befinden, bestimmen den Vergrößerungsfaktor M des Makroskops. Die Zusammenhänge sollen unter der Verwendung verschiedener Linsen-Kombinationen untersucht werden. Es wird für jeden Aufbau ein Bild einer Skalierscheibe aufgenommen anhand dessen die tatsächliche Vergrößerung bestimmt werden kann. Eine optimale Linsen-Kombination wird ausgewählt. Die Skalierscheibe sollte möglichst kontrastreich und unverzerrt abgebildet werden.

3. Die eigentlichen Messungen unterteilen sich in zwei Experimente:

Bei der Handhabung der Hydrogele sind immer Handschuhe zu tragen!

- a) Im ersten Experiment soll untersucht werden, wie ein zu Beginn der Messung nicht voll gequollenes Gel seine Größe nach Kontaktierung mit Wasser ändert. Dafür lässt man das Gel an der Luft trocknen und bestimmt den Trocknungsgrad mithilfe der Masse des Gels. Es sollen Messungen zur Reproduzierbarkeit, sowie Messungen für verschiedene Werte des Trocknungsgrads durchgeführt werden. Als Messung werden im Abstand von einigen Sekunden Bilder aufgenommen und gespeichert. Die Bildaufnahme sollte bereits vor der Wasserzugabe gestartet werden. Es ist darauf zu achten, dass das Gel zwischen den zwei Glasscheiben nicht zu stark gequetscht wird, weil es sonst nach Wasserzugabe nicht quellen kann (es stehen verschiedene Abstandhalter zur Verfügung).
- b) Im zweiten Experiment wird untersucht, wie in Wasser gelöste Farbstoff-Moleküle in ein poröses Netzwerk hinein diffundieren. Als poröses Netzwerk dient ein Polymer-Hydrogel, welches die Eigenschaft hat, größere Wassermengen aufnehmen zu können. Das Gel ist in diesem Fall voll gequollen, was bedeutet, dass sich seine Größe bei Wasserzugabe nicht ändern wird. Das Hydrogel wird bei Raumtemperatur zwischen zwei Glasscheiben gegeben und anschließend mit Farbstoff-Lösung kontaktiert. Auch hier werden Bilder aufgenommen. Die Messung wird unter möglichst identischen Bedingungen mehrmals wiederholt.

Nach Rücksprache mit dem Betreuer können ggf. einzelne Teile der Durchführung modifiziert oder ausgetauscht werden.

4 Versuchsprotokoll

Das Protokoll sollte folgende Punkte enthalten:

- Theoretische Grundlagen (kurz) einschließlich Optik, Diffusion und Hydrogelen
- Detaillierte Beschreibung des Versuchsaufbaus (z.B. mit Skizze). Wie lässt sich die Vergrößerung ändern? Der Vergrößerungsfaktor soll mit den Brennweiten und Positionen der Linsen theoretisch berechnet und mit dem gemessenen Wert verglichen werden. In diesem Zusammenhang sollte auch ein entsprechendes Bild der Skalierscheibe gezeigt werden.
- Experiment 1: Quellen des Gels
Die Beobachtungen sollen genau beschrieben und mit (ausgewählten) aufgenommenen Bildern veranschaulicht werden. Zur Analyse gehört die Auftragung der Größe des Gels in Abhängigkeit der Zeit. (Zur Auswertung kann z.B. [8] genutzt

werden). Wenn möglich soll anschließend ein Diffusionskoeffizient für das Quellen des Gels bestimmt werden. Quillt das Gel gleichmäßig? Lassen sich die Ergebnisse reproduzieren? Wie ist die Abhängigkeit vom Trocknungsgrad?

- Experiment 2: Farbstoff-Diffusion ins Hydrogel
Auch hier sollen die Beobachtungen genau beschrieben und mit (ausgewählten) aufgenommenen Bildern veranschaulicht werden. Es sollte ein Diffusionskoeffizient für die Farbstoff-Diffusion ins Hydrogel ermittelt und diskutiert werden. Die Reproduzierbarkeit der Experimente soll ebenfalls untersucht werden.
- Diskussion und Abschätzung möglicher Fehler und Unsicherheiten in Messungen und Auswertung.
- Freiwillig: Feedback - Wo gab es Schwierigkeiten? Worauf ist zu achten? Was kann verbessert werden?

5 Formalitäten

Abgabe der Ausarbeitung (keine “Gruppenabgabe”) innerhalb von 6 Wochen nach Durchführung des Versuchs entweder ausgedruckt oder als pdf-Datei (max. 5 MB) an philipp.masshoff@uni-duesseldorf.de.

Literatur

- [1] OKAY, O, *General properties of hydrogels*, Springer, (2009)
- [2] HECHT, E., *Optik*, Oldenbourg Verlag, (2005)
- [3] STARRS, Laura, PhD thesis, Edinburg (1999)
- [4] MOUSSA, I. S. and CARTILIER, L., H., *Characterization of moving fronts in cross-linked amylose matrices by image analysis*, J. Control. Release 42 47-55, (1996)
- [5] LÜDERS, K., VON OPPEN, G., *Mechanik, Akustik, Wärme*, de Gruyter; (2008) (freier Online-Zugriff über die Universitätsbibliothek)
- [6] EINSTEIN, A., *Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen*, Ann. Phys. (Leipzig), 17 549-560, (1905)
- [7] PIXELINK, Datasheet PL-B741742
- [8] FIJI PLUGIN, Radial Profile