

# Mikrofluidik

## Partikeltrennung



**Fach:** Fluidik  
**Dozent:** Dr. Marc Dusseiller  
**Abgabe:** 18.06.2011  
**Autoren:** Klaus Albert  
Fabian Meier  
Marco Pegurri

## ***Inhaltsverzeichnis***

1. Allgemeines .....	3
1.1 Einleitung .....	3
1.2 Hintergrund .....	3
1.3 Ziele des Versuchs .....	3
1.4 Allgemeine Weisungen .....	4
1.5 Apparaturen .....	4
1.6 Material .....	4
1.7 Betriebsmittel .....	5
2. Versuchsvorbereitung .....	5
2.1 Designs herstellen .....	5
2.2 PDMS (Polydimethylsiloxan) herstellen .....	5
2.3 Vorbereiten der Gussformen .....	6
2.4 Giessen der Devices .....	7
2.5 Vorbereiten der Schläuche .....	7
2.6 Vorbereiten der Devices für Versuch .....	8
2.7 Herstellen der Probelösung .....	8
2.8 Versuchsaufbau .....	9
3. Versuchsdurchführung .....	10
4. Zu bearbeitende Aufgaben .....	10
5. Quellenverzeichnis .....	11
6. Abbildungsverzeichnis .....	11

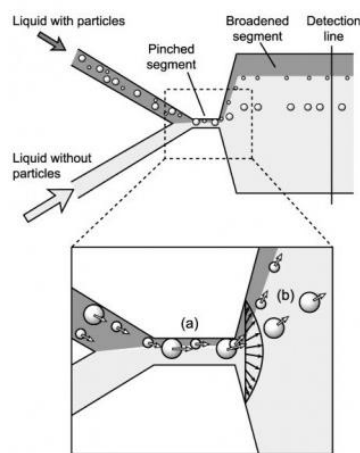
## 1. Allgemeines

### 1.1 Einleitung

Die folgende Anleitung wurde als Resultat der Erfahrungen und Ergebnissen aus dem Laborpraktikum der LST TZ 08 Klasse 2011 erstellt. Sie soll als Grundlage für weitere Verbesserungen dienen. Ein relativ stabiles Setup für die Durchführung der Versuche konnte durch unsere Gruppe bereits entwickelt werden.

Weitere Tests sind nötig, um einen geeigneten Versuchsaufbau zur optimalen Partikeltrennung zu finden.

### 1.2 Hintergrund



Wird eine Suspension mit unterschiedlich grossen Partikeln durch einen Kanal geleitet, gibt es eine Änderung der Partikelverteilung innerhalb des Flüssigkeitsstromes. Während sich grössere Partikel in der Mitte des Kanals anreichern, sind die kleineren Partikel eher an der Wand zu finden. Ebenfalls ist die Geschwindigkeit in der Mitte des Fluids grösser als am Rande. Trifft der Suspensionsstrom in eine weite Öffnung werden die Partikel aufgrund des Gegendruckes zur Seite gedrängt. Die Partikel die eher in der Mitte des Stromes sind werden weniger stark abgelenkt als Partikel die sich am Rande befinden.

### 1.3 Ziele des Versuchs

- Mit einem einfachen geometrischen Effekt soll eine Mischung aus Partikeln aufgetrennt werden
- Ein stabiles Setup sollte weiterentwickelt werden
- Es sollen verschiedene Designs getestet oder neue entwickelt werden
- Eine geeignete Suspension (Konzentration) soll gefunden werden
- Gefühl für Handling mit Mikrosystemen sollte vermittelt werden

## 1.4 Allgemeine Weisungen

- Essen und Trinken ist im Labor nicht gestattet
- Beim Umgang mit Chemikalien sind Schutzbrille und Handschuhe zu tragen
- Allgemeine Laborweisungen beachten
- Material richtig kennzeichnen
- Fortlaufend Testergebnisse protokollieren
- Sorgfältiger Umgang mit Laboreinrichtungen
- Rücksicht auf andere Gruppen nehmen
- Nur eigene oder vom Dozenten zur Verfügung gestellte Designs und Devices verwenden

## 1.5 Apparaturen

- Ofen
- Haushaltwaage
- Laborschüttler
- Exsikkator
- Plasmagerät (Hochfrequenzgenerator)
- Dremel

## 1.6 Material

- Glasträgerplatten
- Designs durch den Dozenten vorgefertigt
- Becherglas 250 ml
- Glasrührstab
- Petrischalen
- Pipetten
- Pipettenhalter
- Einweg Pipetten PET 10 ml
- Einwegspritze 1ml mit Nadel
- Spritzenadeln (für Verbindungsteile)
- Schlauch Fluidfon PTFE 0,8 mm\* 1.2 mm (innen bzw. aussen Durchmesser)
- Einweggummihandschuhe
- UniCorn Lochstanzgerät grün 0.75 mm
- Reaktionsgefäß mit Deckel 1.5 ml PP
- Glasrührstab
- Klebeband
- Laborboy
- Skalpell
- Pinzette
- Cutter

## 1.7 Betriebsmittel

- Micro particles based on polystyrene dark blue 10 µm
- Micro particles based on polystyrene dark red 100 µm
- Silicine Elastomer Base
- Silicine Elastomer Curing Agent

## 2. Versuchsvorbereitung

### 2.1 Designs herstellen

Die Designs werden durch den Dozenten Herrn Dusseiler zur Verfügung gestellt. Eigene Designs können auf Papier von Hand oder mit Hilfe vom Computer angefertigt werden. Herr Dusseiler hat die Möglichkeit, diese in einem externen Labor zu lasern.

### 2.2 PDMS (Polydimethylsiloxan) herstellen

Das Mischverhältnis von Silicine Elastomer Base zum Silicine Elastomer Curing Agent (dieser fungiert als Härter) ist 10:1. Die Angaben des Herstellers auf den Verpackungen sind zu befolgen. Es sind Einweg-Gummihandschuhe und eine Schutzbrille zu tragen. Nur gleiche Chargennummern miteinander mischen.

Ein falsches Mischverhältnis hat eine mindere Qualität des PDMS zur Folge. Bei zu wenig Härter ist das PDMS zu weich und Kanäle werden zusammengedrückt, so dass keine Flüssigkeit durchfließen kann.

Es empfiehlt sich, eine nicht zu grosse Menge an PDMS herzustellen. Das PDMS ist teuer und härtet mit der Zeit aus, so kann es zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr verwendet werden.

Die Menge von 150g Silicine Elastomer Base und 15g Silicine Elastomer Curing Agent haben sich beim Laborversuch mit drei Gruppen bewährt.



Abb.2: Exsikkator mit PDMS am entgasen

Silicine Elastomer Base und Silicine Elastomer Curing Agent in einem Becherglas abwägen. Die Mischung mittels Glasrührstab gut durchmischen (mind. 5 Minuten). Das Becherglas in den Exsikkator stellen und mit Glasdeckel verschliessen. Mittels Hausvakuum den Exsikkator evakuieren. Eingeschlossene Luftblasen im PDMS werden herausgezogen. Solange Vakuum auf den Exsikkator geben, bis keine Luftblasen mehr im PDMS zu sehen sind.

Bei einem flachen Becherglas vollzieht sich dieser Vorgang schneller als bei einem hohen. Daher empfiehlt es sich ein flaches Becherglas zu verwenden. Sollte sich ein Schaum oberhalb des PDMS bilden, kurz das Vakuum brechen. Dies geschieht indem man die Vakuumleitung zudreht und kurz Luft einströmen lässt. Die Schaumschicht fällt in sich zusammen.

Eingeschlossene Luftblasen haben keine Qualitätseinbusse auf das PDMS. Jedoch bleiben die Luftblasen im Device erhalten, was optisch nicht schön ist und unter Umständen beim späteren Mikroskopieren hinderlich ist.

**Achtung!** Der Ofen muss bereits eingeschaltet und auf 100°C vorgeheizt sein.

## 2.3 Vorbereiten der Gussformen

Währenddem das PDMS luftblasenfrei gemacht wird, kann man schon die Gussformen vorbereiten. Die Designs werden durch den Dozenten zur Verfügung gestellt.

Die gelasert Trägerplatten werden einzeln in Petrischalen gelegt, danach müssen sie so eingelegt werden, dass die Struktur oben aufliegt. Das Verrutschen kann verhindert werden, indem man sie mit Klebestreifen fixiert.

Es können auch zwei Devices gleichzeitig in einer Petrischale gegossen werden. Es ist aber darauf zu achten, dass sich die einzelnen Kanäle nicht überlappen. Dies würde ein anschliessendes Herausschneiden der beiden Devices verunmöglichen. Mindestens ein Device wäre unbrauchbar weil Kanäle zerstört sind.

**Tipp!** Haben nicht beide Trägerplatten nebeneinander Platz, können bei einem der beiden Trägerplatten die Kanten abgeschlagen werden. Am besten die Trägerplatte auf eine Tischkante legen und mit einem harten Gegenstand vorsichtig abschlagen. Eine Schutzbrille muss getragen werden! Ebenfalls muss Rücksicht auf anwesende Personen genommen werden.

**Achtung!** Bitte darauf achten, dass bei den Trägerplatten die Klebestreifen, welche für das Lasern benutzt wurden, entfernt sind. Es darf nur noch die negative Gussform auf dem Träger sein. Dies ist mit einem Abtasten durch die Finger recht einfach nachzuprüfen. Wird der Klebestreifen nicht entfernt, wird nur die gelaserte Rille abgegossen. Das hergestellte Device ist sonst unbrauchbar.

## 2.4 Giessen der Devices

Das luftfreie PDMS langsam über die negativen Formen giessen. Höhe ca. 5 mm. Zu wenig PDMS heisst, ein zu dünnes Device, welches leicht reissen kann. Bei zuviel PDMS wird das Device zu dick, wodurch die Kanäle beim Aufdrücken auf die Glasträgerplatte zugeedrückt werden könnten. In beiden Fällen wird die Handhabung der Devices also negativ beeinträchtigt.

Die Petrischale kann nun in den vorgeheizten Ofen gegeben werden. Das PDMS härtet nun bei 100°C während rund 15 min aus. Eine Aushärtung ohne Ofen ist ebenfalls möglich, dauert aber um ein Vielfaches länger. Die Aushärtung ist beendet, sobald das PDMS fest und nicht mehr klebrig ist. Dies kann mittels Drücken mit den Fingern leicht getestet werden. Sollte das PDMS nach längerer Zeit immer noch klebrig sein, war das Mischungsverhältnis vom PDMS falsch.

## 2.5 Vorbereiten der Schläuche

Damit wir einen kontinuierlichen Fluss der Probelösungen garantieren können, werden Schläuche vorbereitet, welche in die Behälter der Probelösung getaucht werden können. So muss nicht ständig mit einer Pipette die Probelösung nachgegeben werden und es besteht keine Gefahr, dass sich bei einem zu späten Nachdosieren Luftblasen bilden, welche den Fluss stören können.

Von der Fluidfon PTFE 0,8 mm \* 1.2 mm Schlauchrolle 3 ca. 25 cm lange Stücke abschneiden.

Mittels Dremel 3 ca. 1cm lange Stahlstifte von Spritzenadeln zuschneiden. Die Schnittflächen müssen gerade sein. Notfalls nach dem abtrennen mit dem Dremel begradigen. Die Bohrung muss offen bleiben.

Je einen Metallstift bis zur Hälfte in je ein Ende eines Schlauches stecken. Die Verbindungsstelle von Stift und Schlauch mit PDMS bestreichen und abdichten. Den Schlauch mittels Spritze mit Luft durchblasen, damit garantiert wird, dass kein PDMS den Einlass des Metallstiftes verschliesst. Das PDMS kann jetzt im Ofen bei 100°C ausgehärtet werden.

## 2.6 Vorbereiten der Devices für Versuch

Nach Beendigung des Aushärtens kann das Device aus der Petrischale geschnitten werden. Das Device auf allen Seiten ca. 5mm kleiner als die Glasträgerplatte ausschneiden. Geschnitten wird am Besten mit einem Cutter. Das Device kann mit Hilfe einer Pinzette herausgelöst werden.

Das Device sowie eine Glasträgerplatte mittels Plasmagerät (Hochfrequenzgenerator) reinigen. Es entsteht Ozon und die Fenster müssen geöffnet werden um gesundheitliche Schäden zu vermeiden.

Das Device mit wenig Druck auf die Glasträgerplatte drücken. Es ist darauf zu achten, dass die Kanäle nicht zugedrückt werden.

Die Devices werden oft seitlich undicht. Vor allem wenn der Versuch mehrfach wiederholt wird. Eine seitliche Abdichtung des Devices empfiehlt sich also. Man nimmt eine Einwegpipette und zieht PDMS ein. Das PDMS wird gleichmässig am Device rundherum aufgetragen. Das PDMS muss nun ebenfalls im Ofen bei 100°C ausgehärtet werden.

Anschliessend können benötigte Öffnungen aus dem Device herausgestanzt werden.

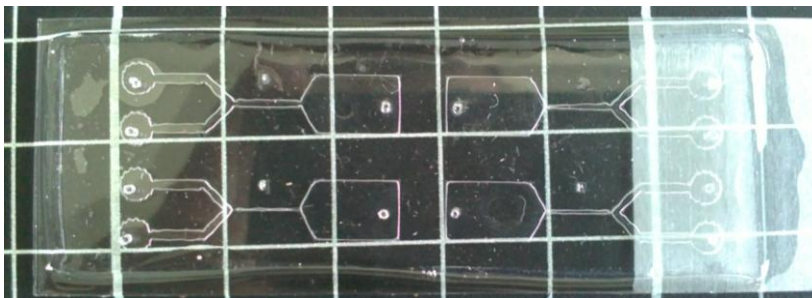


Abb.3: Device mit PDMS abgedichtet

## 2.7 Herstellen der Probelösung

Die Mikropartikel (blau 10µm und rot 100µm) sind in Wasser unlöslich. Da die Partikel sehr teuer sind, soll nur soviel Probelösung wie benötigt wird hergestellt werden. Vorzugsweise empfiehlt sich eine Menge von 1ml.





Abb.4: Flaschen mit Mikropartikeln

Eine 1%-ige Lösung hat sich als zu dünnflüssig herausgestellt. Der Versuch sollte also mit einer ca. 5%-igen Lösung begonnen werden.

0.95 ml Wasser in ein Reaktionsgefäss mit Deckel pipettieren. 0.05 ml von der Partikellösung dazugeben. Für jede Partikelgrösse ein Reaktionsgefäss mit Deckel. Allenfalls kann auch eine Mischung mit beiden Partikelgrössen hergestellt werden.

Vor dem Versuch sollten die Proben mittels Laborschüttler gut geschüttelt werden, damit alle Partikel gleichmässig in der Suspension verteilt sind. Da die Partikel jedoch im Medium Wasser rasch sedimentieren muss eine Lösung für dieses Problem gefunden werden. Unser Test mit Glucose hatte einen positiven Effekt. Jedoch muss die optimale Konzentration noch ermittelt werden.

## 2.8 Versuchsaufbau

Die Metallstifte an den vorbereiteten Schläuchen werden in die vorgefertigten Öffnungen des Devices gesteckt. Die Behälter mit den Partikellösungen bzw. Wasser werden in einen Pipettenständer gestellt. An den Schlauch der Ausgangsöffnung wird eine Einwegspritze befestigt. Diese wird als Saugpumpe eingesetzt. Die beiden anderen offenen Schlauchenden können in die für den Versuch verwendeten Reaktionsbehälter PP 1.5ml gesteckt werden. Es empfiehlt sich den Pipettenständer auf einen Laborboy zu stellen, um ein stabiles Setup zu erhalten. Ferner ist darauf zu achten, dass sich beide Saugschläuche auf gleicher Höhe befinden. So wird ein gleichmässiges Ansaugen aus beiden Schläuchen gewährleistet. Auf eine geeignete Befestigung der Schläuche in den Reaktionsbehältern PP 1.5ml ist zu achten.



Abb.5: Versuchsaufbau mit Laborboy

### 3. Versuchsdurchführung

Alle Versuche sollten zuerst mit Wasser durchgeführt werden. Dies dient zur Funktionskontrolle des Versuchsaufbaus. Verstopfte oder verklebte Kanäle werden erkannt.

Aufbau und Ablauf des Versuchs kann frei gewählt werden. Das Ziel ist aber immer das Abtrennen von kleinen und grossen Partikel aus einer Suspension.

### 4. Zu bearbeitende Aufgaben

- Es ist eine ideale Glukoselösung zu finden.
- Devices mit tieferen Kanälen herstellen.
- Es ist die optimale Partikelkonzentration zu definieren.
- Gibt es eine andere Möglichkeit das Absinken der Partikel zu verhindern?
- Sind andere Lösemittel besser geeignet als Wasser/Glukose-Mischung?
- Gibt es bessere oder geeignetere Partikel?
- Was passiert, wenn man die Kanäle nach dem Versuch genügend lange mit Wasser nachspült?
- Fliesen Partikel mit genügend langem Mediumsfluss doch durch?

## 5. Quellenverzeichnis

Als Quellen wurden ausschliesslich die Laborunterlagen, Praxiaufgaben und Unterrichtsunterlagen von dem Dozenten Dr. Marc Dusseiller verwendet.

## 6. Abbildungsverzeichnis

Titelbild: Petrischale mit Gussformen

Abbildung 2: Exsikkator mit PDMS am entgasen

Abbildung 3: Device mit PDMS abgedichtet

Abbildung 4: Flaschen mit Mikropartikeln

Abbildung 5: Versuchsaufbau mit Laborboy

*Sämtliche Bilder wurden durch Marco Pegurri während dem Laborpraktikum aufgenommen.*