

2021

# Herstellung und Untersuchung von Mikrokapseln



15.11.2021

## Inhalt

Inhalt.....	1
Kurzfassung .....	2
Einleitung.....	2
Vorgehensweise, Materialien und Methode .....	2
Schritt 1 .....	2
Schritt 2 .....	3
Schritt 3 .....	5
Schritt 4 .....	9
Schritt 5 .....	10
Ergebnisdiskussion .....	11
Zusammenfassung.....	14
Unterstützungsleistungen .....	14
Quellen- und Literaturverzeichnis.....	14

## Kurzfassung

In meinem Projekt "Herstellung und Untersuchung von Mikrokapseln" habe ich mich mit der Herstellung von Mikropartikeln und -kapseln auseinandergesetzt und versucht sie möglichst praxisnah einzubringen. Zunächst habe ich reine Mikrokapseln aus Gelatine hergestellt und diese mit Farben oder Duftstoffen versetzt. Im Laufe meines Projekts habe ich das Verkapselungsmaterial von Gelatine auf Wachs und später zu Walratersatz gewechselt. Diese Kügelchen füllte ich anschließend (ebenfalls) mit Duftstoffen oder Indikatorstoffen. Ziel meines Projektes ist es, herkömmliche Mikropartikel aus Plastik, wie man sie zum Beispiel in Duschgel findet, durch natürliche und biologisch abbaubare Stoffe zu ersetzen.

## Einleitung

Die Idee meines Projektes kam von meinem Betreuer, Herrn Schindler, der mir ein Projekt angeboten hat, welches eine andere Gruppe angefangen, aber nie beendet hat. Die Idee basiert auf einem Experiment der TU Dortmund im Bereich des pharmazeutischen Ingenieurwesens<sup>1</sup>. In diesem Experiment wurde ein Antibiotikum in Gelatinehüllen verkapselt. Während meiner Arbeit habe ich mich stark an diesem Experiment orientiert.

Was sind Mikrokapseln und warum bieten sie einen Vorteil?

Mikroverkapselung beschreibt den Vorgang, bei dem Inhaltsstoffe ohne Bezug auf Aggregatzustand in eine Hülle verpackt werden, die sich wiederum je nach Art der Kapsel langsam, gezielt, nach Bedarf oder gar nicht auflösen kann. Sie bestehen demnach aus einem Kernmaterial, das ein Wirkstoff ist und einer Wand oder Hülle aus polymer oder anderen anorganischen Stoffen. Mikrokapseln bieten einen Vorteil in der Dosierung und Verteilung von Inhaltsstoffen. Außerdem kann mit Hilfe der Kapseln physikalische Eigenschaften von Pulvern geändert werden, vor Licht sowie Oxidation geschützt werden oder Geschmäcker/Gerüche unauffällig übertüncht werden. Sie müssen das Qualitätsmerkmal von einem Durchmesser zwischen 5 und 5000 µm vorweisen, um als „Mikro“-Kapseln bezeichnet zu werden. Mikrokapseln werden schon in vielerlei Hinsicht angewendet, so zum Beispiel für Duftstoffe, Aromen, Farbstoffe, Leuchtfarben, Öle/Schmierstoffe, Klebstoffe, Lösungsmittel und vieles mehr.

## Vorgehensweise, Materialien und Methode

### Schritt 1

Zunächst machte ich mir einen Plan, was ich mit dem Experiment erreichen wollten, wo es hingehen sollte und wie ich effizient Zwischenziele erreichte. Ich unterteilte diesen Plan in vier Schritte; angefangen mit Schritt 1 – Bekanntmachen mit dem Material. Hierbei versuchte ich zum ersten Mal Kügelchen herzustellen, die möglichst klein und möglichst zahlreich vorkamen. Ich übernahm die Bedingungen und Anforderungen der TU Dortmund und beobachteten, zu welchem Ergebnis ich kommen würden und wo die Schwierigkeiten darin lagen.

#### Experiment 1 – Gelatine Kügelchen, ohne Füllung, Standardvoraussetzungen

##### Material:

4 Bechergläser, 1 Heizplatte, 1 Magnetrührer, 2 Thermometer, 1 Spritze (mittelbreiter Aufsatz), 6g Gelatine, 20g Wasser, Paraffinöl, 2 Rührfische, 1 Nutsche, 1 Filterpapier, 1 Vakuumpumpe, Ethanol

##### Durchführung, ich führte das Experiment zwei Mal durch:

---

<sup>1</sup> [www.tb.bci.tu-dortmund.de/Pharmaceutical%20Bio-Engineering/Herstellung%20von%20Mikrokapseln.pdf](http://www.tb.bci.tu-dortmund.de/Pharmaceutical%20Bio-Engineering/Herstellung%20von%20Mikrokapseln.pdf)

1. 6g Gelatine in 20g Wasser kurz quellen lassen (10-30 Minuten).
2. Gelatine-Wassergemisch auf 60°C erhitzen, mit Rührfisch umrühren.
3. Das Paraffinöl auf der Heizplatte ebenfalls auf 60°C erhitzen.
4. Paraffinöl auf den Magnetrührer stellen; Rührfisch hinzugeben.
5. Mit der Spritze die Gelatinemischung in das Paraffinöl geben.
6. Einige Minuten weiter umrühren (bis Kügelchen stabil).
7. Paraffinöl-Gelatinemischung in Eisbad stellen, wobei der Rührfluss möglichst wenig unterbrochen wird.
8. Nutsche bereitstellen, Vakuumpumpe anschließen, Filterpapier ansaugen lassen.
9. Wenn die Temperatur der Paraffinöl-Gelatinemischung unter 10°C und idealerweise 8°C beträgt, wird die Mischung in die Nutsche gegeben.
10. Mit Ethanol abspülen.

### Beobachtung und Deutung:

#### Ergebnisse des Experiments 1 Versuch 1

- Kügelchen entstehen, relativ klein, rund.
- überraschenderweise sehr stabil.
- Erst sind Kügelchen milchig und glitschig, werden nachher fest und robust.
- Am Boden setzt sich Gelatine ab, die sich nicht zu Kügelchen geformt hat.

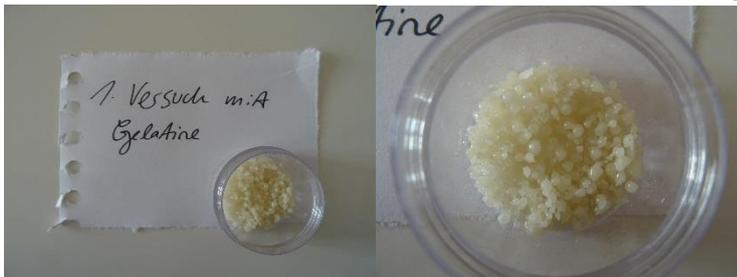


Abbildung des Versuches mit Gelatine

#### Ergebnisse des Experiments 1 Versuch 2

- Gelatine setzt sich am Boden ab, Kügelchen sind aber entstanden.



Abbildung der Mislungenen Versuche und Materialreste

## Schritt 2

Der Zweite Schritt unseres Plans beinhaltete die Füllung der Kügelchen. Zunächst musste ich mir überlegen, was ich in solche Kügelchen hineintun könnten. In der Industrie gab es schon einige Beispiele, an denen ich uns orientierten.

Unsere Ideen für Kernmaterial waren:

- Geschmack
- Geruch
- Medizin (Vitamine, Antibiotika)
- Farbe

- Klebstoff
- Lebensmittel in Pulverform
- Saatgut
- Pestizide
- Hygiene (Waschmittel -> Andere Hülle, da löslich in Wasser!)

Mir wurde schnell bewusst, dass ich nichts als Kernmaterial benutzen könnten, was man schmecken sollte, denn keiner von uns wollte die Kügelchen essen. Also setzte ich zunächst auf Geruch und Farbe. Ich entschied uns für rote Farbpartikel aus einer Buntstiftmine und Filterkaffee, da beide gut erkennbar sind. Ich wandte die Verbesserungen des ersten Versuchs an.

#### Experiment 2 - Gelatine Kügelchen, Füllung Buntstiftrot, Standardvoraussetzungen

##### Material:

4 Bechergläser, 1 Heizplatte, 1 Magnetrührer, 2 Thermometer, 1 Spritze (mittelbreiter Aufsatz), 6g Gelatine, 20g Wasser, Paraffinöl, 2 Rührfische, 1 Nutsche, 1 Filterpapier, 1 Vakuumpumpe, Ethanol, 1g rote Farbe

##### Durchführung:

1. 6g Gelatine in ca. 20g Wasser kurz quellen lassen (10-30 Minuten).
2. Gelatine-Wassergemisch auf 60°C erhitzen, mit Rührfisch umrühren.
3. Rote Farbe in die Gelatine geben und weiterhin umrühren.
4. Das Paraffinöl auf der Heizplatte ebenfalls auf 60°C erhitzen.
5. Paraffinöl auf den Magnetrührer in ein Eisbad stellen; Rührfisch hinzugeben.
6. Mit der Spritze die Gelatinemischung in das Paraffinöl geben.
7. Einige Minuten weiter umrühren (bis Kügelchen stabil).
8. Nutsche bereitstellen, Vakuumpumpe anschließen, Filterpapier ansaugen lassen.
9. Wenn die Temperatur der Paraffinöl-Gelatinemischung unter 10°C und idealerweise 8°C beträgt, wird die Mischung in die Nutsche gegeben.
10. Mit Ethanol abspülen.

##### Beobachtung und Deutung:

##### Ergebnisse des Experiments 2

- Rote Kügelchen entstehen, relativ klein, rund.
- Selbe Stabilität.



Abbildung des Versuchs mit Gelatine und roter Farbe

Ich wiederholte denselben Versuch mit Kaffee als Duftstoff

#### Experiment 3 – Gelatine Kügelchen, Füllung Kaffee, Standardvoraussetzungen

Material:

4 Bechergläser, 1 Heizplatte, 1 Magnetrührer, 2 Thermometer, 1 Spritze (mittelbreiter Aufsatz), 6g Gelatine, 20g Wasser, Paraffinöl, 2 Rührfische, 1 Nutsche, 1 Filterpapier, 1 Vakuumpumpe, Ethanol, 30ml Filterkaffee

Aufbau:

Abbildung des Versuchsaufbaus des Experimentes

Durchführung:

1. Kaffee aufbrühen und filtern, damit keine Partikel in der Mischung zu finden sind.
2. 6g Gelatine in ca. 20g Wasser kurz quellen lassen (10-30 Minuten).
3. Gelatine-Wassergemisch auf 60°C erhitzen, mit Rührfisch umrühren.
4. 30ml des Kaffees in die Gelatine geben.
5. Das Paraffinöl auf der Heizplatte ebenfalls auf 60°C erhitzen.
6. Paraffinöl auf den Magnetrührer in ein Eisbad stellen; Rührfisch hinzugeben.
7. Mit der Spritze die Gelatinemischung in das Paraffinöl geben.
8. Einige Minuten weiter umrühren (bis Kügelchen stabil).
9. Nutsche bereitstellen, Vakuumpumpe anschließen, Filterpapier ansaugen lassen.
10. Wenn die Temperatur der Paraffinöl-Gelatinemischung unter 10°C und idealerweise 8°C beträgt, wird die Mischung in die Nutsche gegeben.
11. Mit Ethanol abspülen.

Beobachtung und Deutung:

## Ergebnisse des Experiments 3

- Sehr kleine, braune Kügelchen entstehen.
- Haften an Filterpapier.

## Schritt 3

Im ersten und zweiten Schritt stellten ich also erfreulicherweise fest, dass ich Gelatinekügelchen mit Füllung herstellen konnten, die möglichst klein und möglichst zahlreich auftraten. Anschließend wollte ich diese Kügelchen so füllen, dass sie mit einem Nutzen einsetzbar waren und sie eventuell in einen Stoff einbauen. Der jeweilige Inhalt wäre demnach abhängig vom Nutzen. Zu beachten ist, dass ich nur eine „Verzögerte Freisetzung“ stattfinden lassen konnten. Außerdem war es wichtig zu wissen, in welcher Lösung sich die Kügelchen lösen sollten. Dazu schrieb ich einige Überlegungen auf:

Falls...

... in Wasser löslich:

- Reine Gelatine -> Vielleicht Peeling-Zusatz; umweltfreundlich
- Pulverlebensmittel -> leichte Dosierung

- Schwedenkräutermischung (Medizin) -> leichte Einnahme
- Reinigungsmittel -> leichte Dosierung
- Indikatorstoffe -> leichte Dosierung
- Aroma-/Duftstoffe? -> Freisetzung bei Platzen

...nicht in Wasser löslich

- Woraus besteht die Hülle?
- Farbe -> Reparatur bei Aufbruch
- Hydroxide für CO<sub>2</sub>

Schlussendlich begrenzte ich es auf zwei Ideen: Duftstoffe für plastikfreie Duschgels oder kohlenstoffdioxidhaltige Kügelchen für eingebaute Feuerlöscher.

**Idee 1:** Um einen Duftstoff für Peelings zu entwickeln, muss der Prozess umgekehrt werden, damit sich das Teilchen nicht im Wasser auflöst, aber bei Berührung aufplatzt und den Inhaltsstoff freigibt.

Fragen dazu: Was filtern die Kläranlagen alles aus dem Wasser? Was braucht es, um den Prozess umzukehren? Was könnte als Wandmaterial dienen?

**Idee 2:** Um kohlenstoffdioxidhaltige Kügelchen für eingebaute Feuerlöscher zu entwickeln, muss Kohlenstoff oder Calciumcarbonat unter sehr hohen Temperaturen (1000°C) verbrannt werden. Dies sah ich als unpraktisch, weil Kohlenstoffdioxid in den meisten Brandfällen (A, C, F) ungeeignet ist und teilweise (D) große Gefahren mit sich bringt. Zwar könnte ich ein Material mit Mikropartikeln herstellen, welches spezialisiert für Brandfall B eingesetzt werden kann, allerdings verschob ich diesen Gedanken trotzdem nach hinten<sup>2</sup>.

Ich entwickelte die Umkehrung des Prozesses, sodass die Kügelchen sich in unpolarem Material auflösen.

Durchführung:

1. Hüllenmaterial (unpolar) auf 60°C erhitzen, mit Rührfisch umrühren.
2. Kernmaterial in das Hüllenmaterial geben.
3. Polaren Stoff auf der Heizplatte ebenfalls auf 60°C erhitzen.
4. Polaren Stoff auf den Magnetrührer in ein Eisbad stellen; Rührfisch hinzugeben.
5. Mit der Spritze die unpolare Hülle-Kern-Mischung in die polare Flüssigkeit geben.
6. Einige Minuten weiter umrühren (bis Kügelchen stabil).
7. Nutsche bereitstellen, Vakuumpumpe anschließen, Filterpapier ansaugen lassen.
8. Wenn die Temperatur der Flüssigkeit unter 10°C und idealerweise 8°C beträgt, wird die Mischung in die Nutsche gegeben.
9. Mit Wasser abspülen.

Zwar entdeckte ich Verdickungsmittel, die mir hier helfen könnten wie Siliciumdioxid oder Carageen, allerdings wollte ich mit den Stoffen anfangen zu arbeiten, die in der Schule vorhanden waren.

Ich entschied mich für das unpolare Hüllenmaterial „Wachs“, genauer zunächst Paraffin, weil es leicht, farb- und geruchlos ist. Die Schmelztemperatur liegt idealerweise bei +45 bis +65°C. Es ist formbar sowie kombinierbar mit diversen Gerüchen und Farben. Paraffin wird gewonnen aus dem destillierten Abfallprodukt der Erdölproduktion und ist demnach umweltschädlich<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> <https://steiner-feuerschutz.de/brandklassen/>

<sup>3</sup> <https://honig-und-bienen.de/kerzenwachs/>

Versuchsdurchführung Herstellung von Mikrokapseln mit unpolarer Hülle.

#### Experiment 4 – Wachskügelchen, Ohne Füllung

##### Material:

4 Bechergläser, 1 Heizplatte, 1 Magnetrührer, 2 Thermometer, 1 Spritze (mittelbreiter Aufsatz), Paraffin aus einem Teelicht, Wasser, 2 Rührfische, 1 Nutsche, 1 Filterpapier, 1 Vakuumpumpe, Ethanol, 30ml Filterkaffee

##### Durchführung:

1. Paraffin auf 60°C erhitzen, mit Rührfisch umrühren.
2. Wasser auf der Heizplatte ebenfalls auf 60°C erhitzen.
3. Wasser auf den Magnetrührer in ein Eisbad stellen; Rührfisch hinzugeben.
4. Mit der Spritze das Paraffin in das Wasser geben.
5. Einige Minuten weiter umrühren (bis Kügelchen stabil).
6. Nutsche bereitstellen, Vakuumpumpe anschließen, Filterpapier ansaugen lassen.
7. Wenn die Temperatur der Flüssigkeit unter 10°C und idealerweise 8°C beträgt, wird die Mischung in die Nutsche gegeben.
8. Mit Wasser abspülen.

##### Beobachtung und Deutung:

##### Ergebnisse des Experiments 4

- Weiße Kügelchen entstehen, größer als in Experiment 2 und 3, etwas unförmiger.
- Ein Eisbad ist nicht notwendig, da die Fixpunkte von Wachs näher beieinanderliegen.

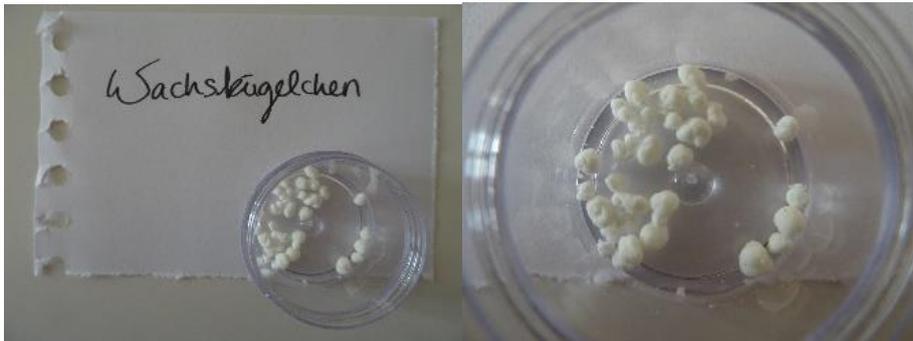


Abbildung des Versuchs mit Paraffin

Ich führte dieses Experiment mit zwei weiteren Hüllenmaterialien, Bienenwachs und Walratersatz, durch (Experiment 5 und 6).

Bienenwachs ist das natürliche Äquivalent von Paraffin. Die Tiere produzieren es, um ihre Waben, die zur Futterlagerung und Larvenablage dienen, zu bauen. Bienen bilden es in sogenannten Wachsdrüsen, wobei das Wachs in Platten ausgeschwitzt wird. Es ist vorteilhaft verformbar und schmilzt ein wenig langsamer als Paraffin (60°C-65°C)<sup>4</sup>.

#### Experiment 5 – Wachskügelchen mit Bienenwachs, Ohne Füllung

##### Material:

4 Bechergläser, 1 Heizplatte, 1 Magnetrührer, 2 Thermometer, 1 Spritze (mittelbreiter Aufsatz), Bienenwachs, Wasser, 2 Rührfische, 1 Nutsche, 1 Filterpapier, 1 Vakuumpumpe, Ethanol, 30ml Filterkaffee

##### Durchführung:

<sup>4</sup> <https://www.rossmann.de/de/haushalt/ratgeber/alltagstipps/bienenwachs>

1. Bienenwachs auf 60°C erhitzen, mit Rührfisch umrühren.
2. Wasser auf der Heizplatte ebenfalls auf 60°C erhitzen.
3. Wasser auf den Magnetrührer in ein Eisbad stellen; Rührfisch hinzugeben.
4. Mit der Spritze das Bienenwachs in das Wasser geben.
5. Einige Minuten weiter umrühren (bis Kügelchen stabil).
6. Nutsche bereitstellen, Vakuumpumpe anschließen, Filterpapier ansaugen lassen.
7. Wenn die Temperatur der Flüssigkeit unter 10°C und idealerweise 8°C beträgt, wird die Mischung in die Nutsche gegeben.

#### Beobachtung und Deutung:

##### Ergebnisse des Experiments 5

- Bienenwachskügelchen entstehen nicht.
- Das Wachs rollt sich in eine Kugel.

Walratersatz ist der synthetische Ersatz des Walrats (auch Spermazet genannt), welches aus der Stirn des Pottwales gewonnen wird. Echtes Walrat, das aus Triglyceriden, verschiedenen Diacylglycerylethern und Wachsen besteht, ist das hochwertigste Fett. In der Geschichte wurde es als Heilmittel sowie für Uhren und Nähmaschinen genutzt. In heutiger Zeit schmiert man mit dem Fett Gelenke im Weltraum. Walratersatz ist ein Wachsester und Konsistenzgeber. Es wird in der Kosmetik für zum Beispiel Cremes genutzt und wird gerne als Alternative zu Bienenwachs gesehen<sup>5</sup>.

#### Experiment 6 – Wachskügelchen mit Walratersatz, Ohne Füllung

##### Material:

4 Bechergläser, 1 Heizplatte, 1 Magnetrührer, 2 Thermometer, 1 Spritze (mittelbreiter Aufsatz), Walratersatz, Wasser, 2 Rührfische, 1 Nutsche, 1 Filterpapier, 1 Vakuumpumpe, Ethanol, 30ml Filterkaffee

##### Durchführung:

1. Walratersatz auf 60°C erhitzen, mit Rührfisch umrühren.
2. Wasser auf der Heizplatte ebenfalls auf 60°C erhitzen.
3. Wasser auf den Magnetrührer in ein Eisbad stellen; Rührfisch hinzugeben.
4. Mit der Spritze das Walratersatz in das Wasser geben.
5. Einige Minuten weiter umrühren (bis Kügelchen stabil).
6. Nutsche bereitstellen, Vakuumpumpe anschließen, Filterpapier ansaugen lassen.
7. Wenn die Temperatur der Flüssigkeit unter 10°C und idealerweise 8°C beträgt, wird die Mischung in die Nutsche gegeben.

#### Beobachtung und Deutung:

##### Ergebnisse des Experiments 6

- Kleine, weiße Walratersatzkügelchen entstehen.
- Weniger hart als Gelatinekügelchen.
- Walratersatz verhält sich stark wie Wachs.

---

<sup>5</sup> <https://www.hobby-kosmetik.de/walratersatz/>

<https://www.cosmeda.de/walratersatz.html>

<https://www.n-tv.de/panorama/Wal-Penis-kommt-nach-Muenster-article4829161.html>

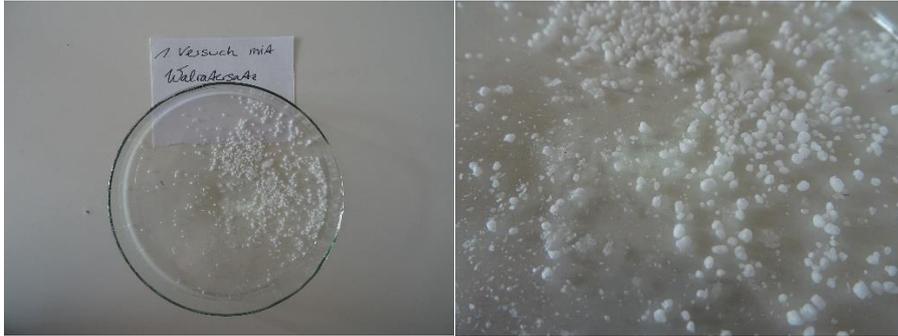


Abbildung des ersten Versuchs mit Walratsatz

#### Schritt 4

Im nächsten Schritt versuchte ich die Walratsatzkügelchen mit Duftstoffen zu füllen. Ich führte den Versuch zweimal durch, einmal mit Duftölen, einmal mit Parfüm aus dem Drogeriemarkt.

#### Experiment 7 – Wackskügelchen mit Walratsatz, Füllung Duftstoff

##### Material:

4 Bechergläser, 1 Heizplatte, 1 Magnetrührer, 2 Thermometer, 1 Spritze (mittelbreiter Aufsatz), Walratsatz, Wasser, 2 Rührfische, 1 Nutsche, 1 Filterpapier, 1 Vakuumpumpe, Ethanol, 30ml Filterkaffee, Duftstoffe (Duftöl oder Parfüm)

##### Durchführung:

1. Walratsatz auf 60°C erhitzen, mit Rührfisch umrühren.
2. Wasser auf der Heizplatte ebenfalls auf 60°C erhitzen.
3. Duftstoff in das Hüllenmaterial geben.
4. Wasser auf den Magnetrührer in ein Eisbad stellen; Rührfisch hinzugeben.
5. Mit der Spritze das Walratsatz in das Wasser geben.
6. Einige Minuten weiter umrühren (bis Kügelchen stabil).
7. Nutsche bereitstellen, Vakuumpumpe anschließen, Filterpapier ansaugen lassen.
8. Wenn die Temperatur der Flüssigkeit unter 10°C und idealerweise 8°C beträgt, wird die Mischung in die Nutsche gegeben.

##### Beobachtung und Deutung:

Ergebnisse des Experiments 7

- Siehe Experiment 6

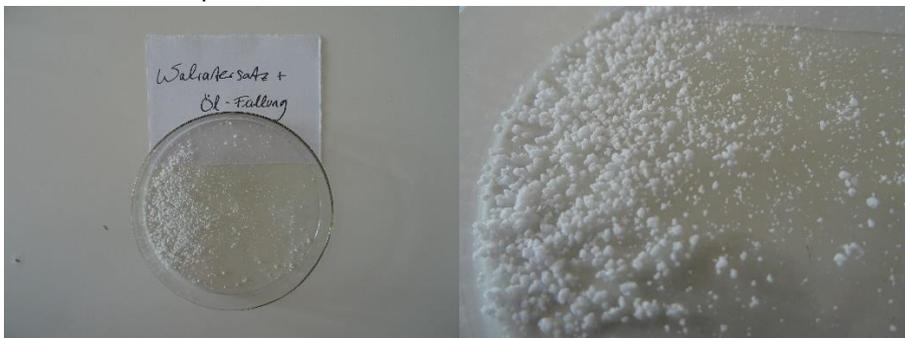


Abbildung des Versuchs mit Walratsatz und Ölfüllung

Ich führte ebenfalls ein weiteres Experiment durch. Es sollten Gelatinekügelchen mit Phenolphthalein gefüllt werden. Die Phenolphthaleinkügelchen fand ich besonders attraktiv, da sie die Dosierung und Lagerung von dem Indikatorstoff erleichtern.

Experiment 8 - Gelatine Kügelchen, Füllung PhenolphthaleinMaterial:

4 Bechergläser, 1 Heizplatte, 1 Magnetrührer, 2 Thermometer, 1 Spritze (mittelbreiter Aufsatz), 2g Gelatine, 7g Wasser, Paraffinöl, 2 Rührfische, 1 Nutsche, 1 Filterpapier, 1 Vakuumpumpe, Ethanol, 3 Tropfen Phenolphthalein

Durchführung:

1. 2g Gelatine in ca. 7g Wasser kurz quellen lassen (10-30 Minuten).
2. Gelatine-Wassergemisch auf 60°C erhitzen, mit Rührfisch umrühren.
3. 3 Tropfen Phenolphthalein in die Gelatine geben und weiterhin umrühren.
4. Das Paraffinöl auf der Heizplatte ebenfalls auf 60°C erhitzen.
5. Paraffinöl auf den Magnetrührer in ein Eisbad stellen; Rührfisch hinzugeben.
6. Mit der Spritze die Gelatinemischung in das Paraffinöl geben.
7. Einige Minuten weiter umrühren (bis Kügelchen stabil).
8. Nutsche bereitstellen, Vakuumpumpe anschließen, Filterpapier ansaugen lassen.
9. Wenn die Temperatur der Paraffinöl-Gelatinemischung unter 10°C und idealerweise 8°C beträgt, wird die Mischung in die Nutsche gegeben.
10. Mit Ethanol abspülen.

Beobachtung und Deutung:

## Ergebnisse des Experiments 8

- Milchige, zunächst glitschige Kügelchen entstehen, relativ klein, rund.
- Wenn sie trocken sind, sehen sie so aus, als hätten sie etwas in sich verschlossen.
- Im trockenen Zustand sind sie außerdem deutlich durchsichtiger als die ersten, die ich machte.



Abbildung des Versuches mit Gelatine und Phenolphthaleinfüllung

## Schritt 5

Schlussendlich testete ich in Schritt vier die Funktionstüchtigkeit der hergestellten Kapseln.

Experiment 9 – Test der Beständigkeit von Walratersatzkügelchen in Gel

Material: gelb gefärbtes Gel zur Sichtbarkeit, Frischhaltefolie oder sonstiger Abdeckschutz, Walratersatzkügelchen, 1 Becherglas

Durchführung:

1. Man gibt die Kügelchen in das Gel im Becherglas, deckt dieses ab und lässt sie stehen. Die Beobachtungen werden aufgeschrieben.

Beobachtung und Deutung:

Ergebnisse des Experiments 9

- Die Kügelchen sammeln sich am Becherglasrand an.
- In Woche 5 hat sich etwas Weißes in der oberen Schicht des Gels gebildet.



Abbildung der in Duschgel gelösten Walratersatzkügelchen

Experiment 10 – Test des Geruchs von Duftstoffgefüllten Walratersatzkügelchen

Durchführung:

1. Man zerreibt die Walratersatzkügelchen mit den Fingerspitzen und riecht.

Beobachtung und Deutung:

Ergebnisse des Experiments 10

- Die Kügelchen sind leicht zu zerreiben.
- Ich roch nichts.

Experiment 11 – Test der Verfärbung von phenolphthaleingefüllten Gelatinekügelchen

Durchführung:

1. Man gibt 1 Kügelchen in Natronlauge und wartet. Die Beobachtungen werden aufgeschrieben.

Beobachtung und Deutung:

Ergebnisse des Experiments 11

- Die Gelatinehülle löst sich auf.
- Das Kügelchen färbt sich pink.

Ergebnisdiskussion

Ergebnisdiskussion des Experiments 1

Ich beschäftige mich hierbei nur mit dem Versuch 1, also dem, der funktionierte.

Probleme	Ursachen	Behebungen
Die Gelatine quillt schlecht, bleibt an den Glaswänden oft stecken, der Rührfisch kommt schlecht durch.	Blattgelatine ist sehr unbiegsam, die Gelatine wird zu schnell fest.	Pulvergelatine nehmen anstelle von Blattgelatine, mehr Wasser dazugeben und den Rührfisch früher reingeben.
Das Eisbad ruinierte einige Versuche.	Der Rührfluss wird unterbrochen, wenn die Paraffinöl-Gelatinemischung angehoben werden muss, um das Eisbad darunter zu schieben.	Das Eisbad von vorne rein auf den Magnetrührer stellen und die Gelatinemischung erst hineinspritzen, wenn alles an seiner Stelle steht.

Die Gelatine und das Paraffinöl sind selten zur selben Zeit gleich warm.	Gelatine und Paraffinöl erhitzen sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit.	Man erhitzt die Gelatine langsamer, früher und das Paraffinöl später, damit sie zeitgleich bei 60°C sind.
--------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### Ergebnisdiskussion des Experiments 2

Problem	Ursache	Behebung
Die Kügelchen sind noch nicht klein genug, während sich am Boden eine Schicht absetzt.	Das Paraffinöl bewegt sich zu langsam, wobei zu viel Material im Öl steckt.	Den Magnetrührer auf eine höhere Schnelligkeitsstufe stellen, weniger Gelatine und mehr Öl benutzen.

Bei diesem Experiment habe ich nicht überprüft, in wie weit die Gelatine die rote Farbe eingehüllt hat oder die Farbe sie nur rotgefärbt hat. Ebenfalls habe ich nicht untersucht ob Wasserlöslichkeit der Farbe oder Herkunft der Farbe einen Unterschied gemacht haben könnte. Ich benutzte einen Wasserlöslichen roten Farber Castell Colour Grip Buntstift in der Farbe „Permanentkarmin“.

#### Ergebnisdiskussion des Experiments 3

Problem	Ursache	Behebung
Die Materialverschwendung bei 6 Gramm Gelatine ist hoch.	Ich benutze nie so viel Gelatine, wie ich machen.	Ich benutze weniger Gelatine.

Genauso wie im vorherigen Experiment überprüften ich die Gelatinehülle nicht und untersuchten diesen Ansatz auch nicht weiter. Weiterführend würde ich gerne die Kügelchen unter dem Mikroskop ansehen, da sie sehr klein sind.

#### Ergebnisdiskussion des Experiments 4

Problem	Ursache	Behebung
Die Kügelchen sind noch nicht klein genug.	Die Fixpunkte des Waxes liegen näher beieinander, deshalb wird es schneller fest. Ändert es seinen Aggregatzustand, erhöht sich auch die Dichte und somit die Trägheit. Je langsamer sie sich bewegen, desto größer werden die Teilchen.	Versuche mit anderem Hüllenmaterial, das sich wie Wachs verhält. Wachs nicht so lange ruhen lassen.

#### Ergebnisdiskussion des Experiments 6

Ich bin mit dem Ergebnis zufrieden, weil die Kügelchen klein und zahlreich genug vorkommen.

#### Ergebnisdiskussion des Experiments 7

Problem	Ursache	Behebung
Als ich den Duftstoff in das bereits warme Wachs gab, spritzte es stark.	Wachs und Parfüm oder Öl haben sehr unterschiedliche Schmelztemperaturen. Während bei 60°C das Wachs schmilzt, verdampft der Alkohol des Parfüms schon bei 78,37°C. Schwieriger zu deuten ist das Duftöl, welches aus Aldehyden besteht. Die	Man könnte den Duftstoff schlichtweg in den Walratersatz geben, bevor man ihn erwärmt.

	Siedetemperaturen betragen hier mindestens die der Alkane und höchstens der des Alkohols.	
--	-------------------------------------------------------------------------------------------	--

#### Ergebnisdiskussion des Experiments 8

Ich bin mit dem Ergebnis zufrieden, weil die Kügelchen klein und zahlreich genug vorkommen.

#### Ergebnisdiskussion des Experiments 9

Problem	Ursache	Behebung
Etwas Weißes setzt sich in der obersten Schicht ab.	Weil das Becherglas luftdicht abgeschlossen war, tippe ich bei der Substanz nicht auf Schimmel. Es könnte auch nicht sein, dass sich der Walratersatz auflöst, da dieser unpolar ist.	Bis zum Zeitpunkt der Abgabe der Arbeit kann ich leider keine weiteren Experimente durchführen.

#### Ergebnisdiskussion des Experiments 10

Problem	Ursache	Behebung
Ich roch nichts.	Dies könnte daran liegen, dass ich vielleicht zu wenig Duftstoff hineingegeben habe. Ebenfalls könnte sich der Duftstoff auch verflüchtigt haben, wie in der Ergebnisdiskussion des Experiments 7 schon beschrieben. Im Nachhinein ist mit außerdem aufgefallen, dass Aldehyde polar sind. Diese könnten sich im Wasser gelöst haben.	Dafür müsste ich weitere Experimente durchführen, um zu schauen was genau jetzt der Auslöser war. Dies kann ich (wie vorhin schon beschrieben) nicht machen, bevor ich die Arbeit abgeben muss.

#### Ergebnisdiskussion des Experiments 11

Ich bin mit dem Ergebnis zufrieden, weil die Kügelchen ihren Nutzen als Indikator erfüllen.

#### Insgesamte Evaluation des Projektes

Grundsätzlich bin ich mit meinem Projekt zufrieden. Ich habe es geschafft Mikropartikel herzustellen und das Verfahren so umzuändern, dass ich gut damit arbeiten kann. Ich habe es geschafft Kügelchen mit einer unpolaren Hüllenmaterial herzustellen, die sich nicht in Wasserauflösen und somit gut in Duschgel als Peelingkügelchen einsetzbar sind. Ich habe es geschafft die Kügelchen mit einem Nutzen zu füllen, damit sie einen einsetzbaren Vorteil bieten.

Allerdings schaffte ich auch einige Sachen nicht. Die Befüllung der unpolaren Kügelchen ist mir nicht gelungen. Außerdem habe ich kaum auf Verhältnisse geachtet und welche davon am besten wären. Ich denke, es wäre doch schlau gewesen, sich mit den Feuerlöschern auseinanderzusetzen, weil sie im Nachhinein doch eine gute Idee waren, die man hätte vertiefen können. Trotzdem traure ich meiner Entscheidung nicht nach. Eine weitere Überlegung wäre es gewesen, eine andere Herstellungsweise der Mikropartikel zu untersuchen.

## Zusammenfassung

In meinem Projekt „Herstellung und Untersuchung von Mikrokapseln“ habe ich Gelatinekügelchen ohne und mit Farb- sowie Kaffeefüllung hergestellt. Ich kehrte das Verfahren um und stellte unpolare Kügelchen her. Ich teste das beste Hüllenmaterial und habe es geschafft die Kügelchen in einem Anwendungsgebiet einzusetzen.

## Unterstützungsleistungen

In meinem Projekt berufe ich mich, wie am Anfang schon erwähnt, auf das Experiment der TU Dortmund „Herstellen von Mikrokapseln“, welches man unter [www.tb.bci.tu-dortmund.de/Pharmaceutical%20Bio-Engineering/Herstellung%20von%20Mikrokapseln.pdf](http://www.tb.bci.tu-dortmund.de/Pharmaceutical%20Bio-Engineering/Herstellung%20von%20Mikrokapseln.pdf) finden kann. Ich bezog meine Informationen nur aus den ersten vier der sechs Seiten. Ebenfalls hat mich mein Lehrer Herr Schindler in dem Projekt unterstützt.

## Quellen- und Literaturverzeichnis

<https://de.wikipedia.org/wiki/Aldehyde>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Alkane>

<http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/tc/microcaps/microcaps.vlu.html>

<https://www.koehlerinnovative.com/kis-de/mikroverkapselung/Mikrokapseln.php>

<https://flexikon.doccheck.com/de/Mikropartikel>