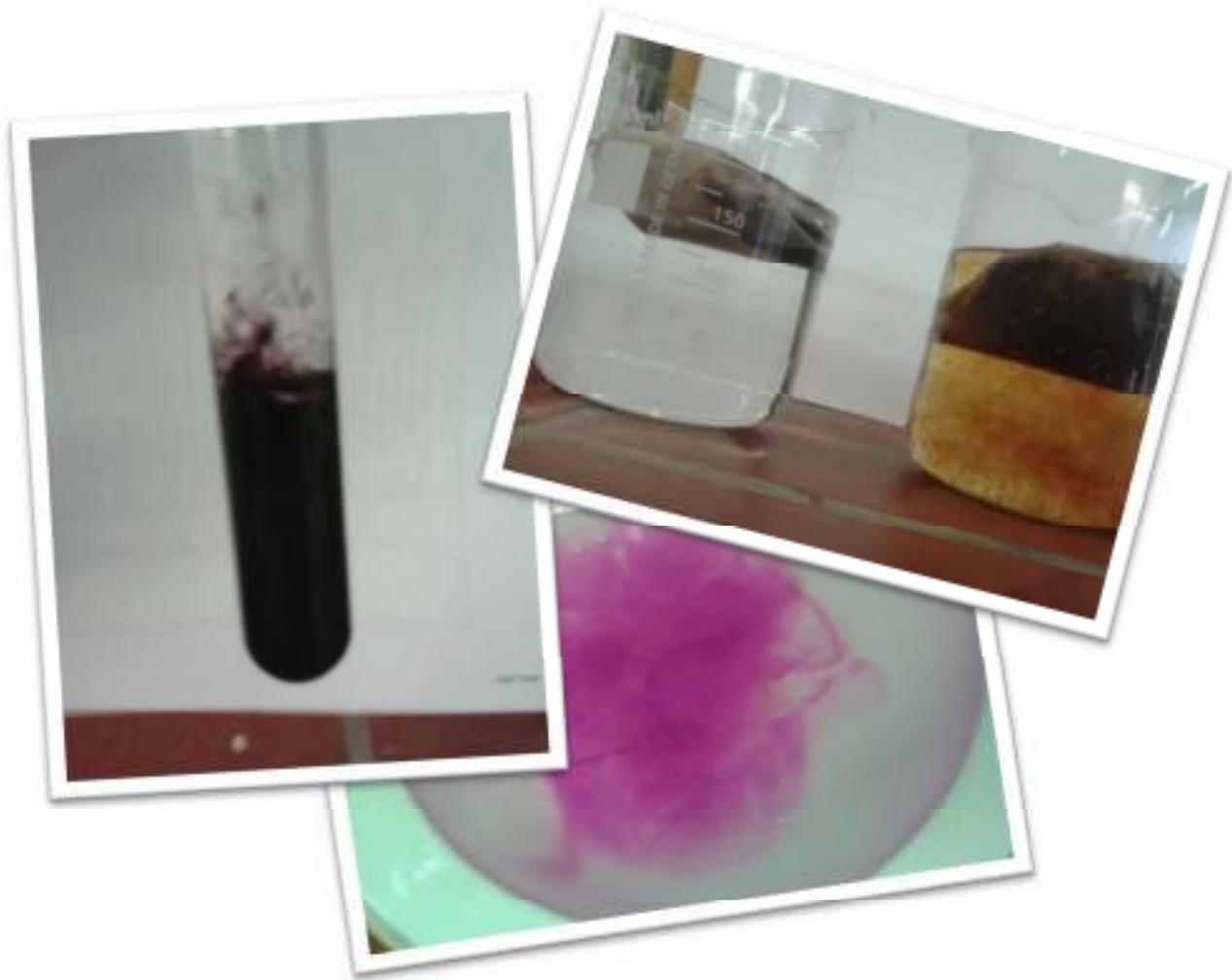


# Schulversuchspraktikum

Stefan Krüger

SoSe 2014

Klassenstufen 7/8



---

## Teilchenmodell, Brown'sche Molekular- bewegung und Diffusion

---

**Auf einen Blick:**

Dieses Protokoll befasst sich mit der Einführung des Teilchenmodells. Dabei werden einige Versuche speziell den Teilchencharakter der Materie verdeutlichen. Gleichzeitig werden mit den Themen der Diffusion bzw. der Brown'schen Molekularbewegung die Eigenschaften der Teilchen genauer beleuchtet. Mit diesem Konzept soll die Basis für das weitere Verständnis der Chemie gelegt werden.

**Inhalt**

1	Beschreibung des Themas und zugehörige Lernziele.....	2
2	Lehrerversuche .....	2
2.1	V 1 – Haushaltsfolie als Membran?.....	2
2.2	V2 – Verdampfen von Eis im Reagenzglas.....	4
2.3	V3 – Brown'sche Molekularbewegung unter dem Mikroskop.....	5
3	Schülerversuche.....	6
3.1	V3 – Komprimierung von Luft und Wasser in einem Kolbenprober.....	6
3.2	V4 – Volumenkontraktion bei der Mischung von Ethanol und Wasser .....	8
3.3	V5 – Extraktion von Tee in Abhängigkeit von der Temperatur.....	9
	Arbeitsblatt „Haushaltsfolie als Membran“ .....	9
4	Didaktischer Kommentar.....	10
4.1	Erwartungshorizont (Kerncurriculum).....	10
4.2	Erwartungshorizont (Inhaltlich).....	10
5	Literatur .....	11

## 1 Beschreibung des Themas und zugehörige Lernziele

Der Teilchencharakter der Materie ist ein grundlegendes Prinzip der Naturwissenschaften, nicht nur der Chemie. Sowohl in der tiefergehenden Physik als auch der Biologie wird das Teilchenmodell immer notwendiger. Unter anderen wird Diffusion als physikalischer und auch biologischer Prozess kennen gelernt, bei dem die Teilchen sich frei in einem ihnen zur Verfügung stehenden Raum bewegen, bis sie diesen schließlich vollständig ausfüllen. Zudem lernen die SuS diesen Vorgang als irreversibel kennen. Diese Phänomene sind möglicherweise auch schon aus dem Alltag bekannt.

Als Erweiterung des Diffusionsbegriffs kann an dieser Stelle die Osmose hinzugenommen werden. Sie kann beschrieben werden als gerichteter Diffusionsvorgang. Diesen lernen die SuS kennen als freie Bewegung entlang eines Konzentrationsgradienten, meist über eine Art von Membran.

Während die Diffusion als Prozess durch geeignete Experimente optisch erfahrbar gemacht werden kann, ist dies bei der Brown'schen Molekularbewegung nicht so einfach der Fall, da dies auf makroskopischer Ebene nicht mehr sichtbar sein kann. Vielmehr muss es gelingen, ein einzelnes Teilchen sichtbar zu machen und damit dessen Bewegung zu visualisieren. Möglich ist dies anhand größerer Teilchen, da sich diese Bewegungen mit denen mikroskopischer Teilchen decken. Geeignet sind aus diesem Grund vor allem Rauch, aber auch Micellen in verdünnter Milch. Diese sind dann unter dem Mikroskop sichtbar.

## 2 Lehrerversuche

### 2.1 V 1 – Haushaltsfolie als Membran?

Dieser Versuch kann je nach Kontext verschiedene Teilaspekte verdeutlichen. Einerseits kann er die freie Diffusion in Flüssigkeiten zeigen, da sich die pinke Permanganatlösung in dem Becherglas verteilt. Andererseits wird hier das Konzept des Teilchenmodells erneut verdeutlicht, da nur bestimmte Teilchen in der Lage sind die Folie zu durchdringen. Es kann über verschiedene Teilchengrößen diskutiert werden.

Gefahrenstoffe		
Kaliumpermanganat	H: 272-302-410	P: 210-273
Iod	H: 332-312-400	P: 273-302+352

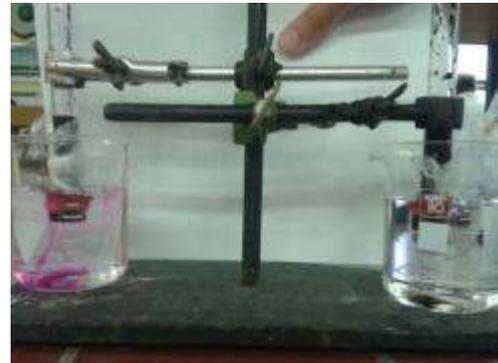


**Materialien:** Stativ mit Reagenzglasklemmen, zwei Reagenzgläser, Haushaltsfolie, Gummibänder, zwei Bechergläser

**Chemikalien:** Kaliumpermanganat, Iod, Kaliumiodid, Stärkelösung, Wasser

**Durchführung:** In beide Reagenzgläser wird etwa bis zur Hälfte entweder Kaliumpermanganatlösung bzw. Iod-Stärke-Lösung (Iod löst sich besser mit Kaliumiodid) gegeben. Beide Reagenzgläser werden mit Haushaltsfolie verschlossen und mit Gummibändern abgedichtet. Beide Reagenzgläser werden kopfüber in ein Becherglas mit Wasser gehängt.

**Beobachtung:** Nach kurzer Zeit ist in dem Becherglas mit Kaliumpermanganat ein Diffusionsvorgang zu beobachten (pinke Färbung). Das Wasser in dem Becherglas mit der Iod-Stärke-Lösung bleibt klar.



**Abb. 1:** Haushaltsfolie als Membran

**Deutung:** Die Haushaltsfolie hat Poren einer definierten Größe. Die Teilchen der Kaliumpermanganatlösung können durch diese Poren hindurch diffundieren. Die Teilchen der Iod-Stärke-Lösung sind hingegen zu groß und verbleiben im Reagenzglas.

**Entsorgung:** Die Iod-Stärke-Lösung kann mit Natriumthiosulfatlösung behandelt werden und in den Abfluss gegeben werden. Die Kaliumpermanganatlösung muss in den Schwermetallabfall gegeben werden.

**Literatur:**

Mareike Wilms, Martin Fach, Jens Friedrich, Marco Oetken (2004): "Molekulares Sieben: Mit Einmachfolie ins Diskontinuum", CHEMKON, 11 (3), S. 127-130

**Unterrichtsanschlüsse** Dieser Versuch beinhaltet beide Konzepte der Diffusion und des Teilchenmodells. Allerdings eignet er sich möglicherweise besser, um das Teilchenmodell zu verdeutlichen, da, um diesen Aspekt zu verstehen, zunächst die Diffusion als freie Bewegung der Teilchen bekannt sein sollte. Um manuelles Geschick der SuS zu fördern kann dieser Versuch auch als SV eingesetzt werden, da alle Chemikalien freigegeben sind.

## 2.2 V2 – Verdampfen von Eis im Reagenzglas

Dieser Versuch soll der Anschauung des Teilchenmodells dienen. Hierbei werden die SuS mit dem Problem konfrontiert, dass sich ein Stoff beim Erhitzen ausdehnt. Bekannt sein sollte dafür der Begriff eines abgeschlossenen Systems, zumindest das Verständnis dafür sollte vorhanden sein. Ausreichend ist auch, dass den SuS verdeutlicht wird, dass der Luftballon und das Reagenzglas das Eintreten von Stoffen aus der Umgebung verhindert.

### Gefahrenstoffe

Keine



**Materialien:** Bunsenbrenner, Reagenzglas (vorzugsweise Duranglas), Luftballon, Holzklammer

**Chemikalien:** Eis

**Durchführung:** In ein Reagenzglas wird eine kleine Menge Eis gegeben. Das Reagenzglas wird mit einem Luftballon (er sollte vorher ein paar Mal aufgepustet worden sein) verschlossen und über der Brennerflamme vorsichtig erhitzt.



**Abb. 2:** Volumenausdehnung beim Erhitzen von Eis

**Beobachtung:** In dem Moment, in dem das Wasser zu sieden beginnt, beginnt sich der Luftballon aufzublähen.

**Deutung:** Das Wasser dehnt sich beim Verdampfen aus. Zwischen den Teilchen befindet sich luftleerer Raum.

**Entsorgung:** Wasser kann in den Ausguss gegeben werden.

**Unterrichtsanschlüsse** Dieser Versuch kann als Einführung in das Teilchenmodell genutzt werden. Allerdings sind verschiedene Aspekte zu beachten. Zum einen befindet sich in dem Reagenzglas neben dem Wasser auch noch Umgebungsluft. Einige SuS könnten fragen, welchen Einfluss diese Luft hat. Zum anderen kondensiert das Wasser im inneren des Ballons, was zu Fehlvorstellungen der SuS bezüglich der Reversibilität führen kann. Der Aufbau lässt auch einen Schülerversuch zu.

Literatur:

[1] [http://www.chemiedidaktik.ipn.uni-kiel.de/1997\\_praktikum6/2000.htm](http://www.chemiedidaktik.ipn.uni-kiel.de/1997_praktikum6/2000.htm) zuletzt aufgerufen am 12.8.2014 um 15:07Uhr

### 2.3 V3 – Brown'sche Molekularbewegung unter dem Mikroskop

Dieser Versuch soll der Anschauung des Teilchenmodells dienen. Hierbei wird den SuS verdeutlicht, dass sich Teilchen im Raum frei bewegen können. Diese Bewegung soll mit dem Mikroskop sichtbar gemacht werden.

Gefahrenstoffe								
Keine								
								

Materialien: Mikroskop, Deckgläschen

Chemikalien: Suspension von Milch in Wasser

Durchführung: Es wird eine Suspension von Milch in Wasser hergestellt. Diese wird auf das Deckgläschen gegeben und unter dem Mikroskop beobachtet. Erweiternd kann der Versuch auch mit einer erwärmten Suspension durchgeführt werden.

Beobachtung: Bei geeigneter Fokussierung kann eine unregelmäßige Bewegung der Micellen beobachtet werden. Mit steigender Temperatur und abnehmender Größe nimmt die Geschwindigkeit der Teilchen zu.

Deutung: Die Micellen werden von den unter dem Mikroskop nicht sichtbaren Wasserteilchen angestoßen, was zu einer offenbar unregelmäßigen, nicht gerichteten Bewegung der einzelnen Micellen führt.

Entsorgung: Die Suspensionen können in den Ausguss entsorgt werden.

**Unterrichtsanschlüsse** Der Versuch birgt einige Schwierigkeiten. Das Komplizierteste ist die Fokussierung des Mikroskops. Zusätzlich dazu muss das Mikroskop in einem ordentlichen Zustand sein, da der Effekt sonst zu schwach ist, um ihn zu beobachten. Zusätzlich ist die Dokumentation des Versuchs schwierig, da Videos unter einem Mikroskop meist nur mit geeignetem Equipment möglich. Wenn der Versuch gelingt zeigt er das Phänomen sehr eindrucksvoll. Trotz der schwierigen Durchführung sind die Kosten für die Materialien gering.

Literatur:

[1] <http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/temperatur-und-teilchenmodell/versuche> zuletzt aufgerufen am 12.8.2014 um 14:34 Uhr

### 3 Schülerversuche

#### 3.1 V3 – Komprimierung von Luft und Wasser in einem Kolbenprober

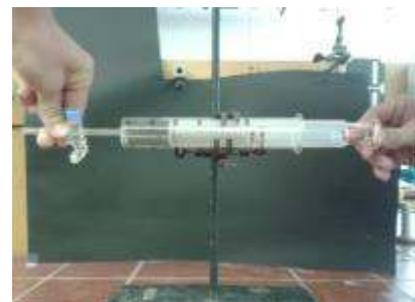
Dieser Versuch soll der Anschauung des Teilchenmodells dienen. Hierbei wird den SuS verdeutlicht, dass sich zwischen den Teilchen leerer Raum befindet.

Gefahrenstoffe								
Keine								
								

Materialien: Zwei Kolbenprober, ggf. ein Stativ, Becherglas

Chemikalien: Luft, Wasser

Durchführung: In jeden Kolbenprober werden gleiche Volumina Wasser und Luft eingezogen. Anschließend wird versucht beide Kolbenprober zu komprimieren.



**Abb. 3:** Komprimierte Luft im Kolbenprober

Beobachtung: Die Luft lässt sich problemlos auf 2/3 des Ausgangsvolumens komprimieren. Das Wasser lässt sich selbst unter großem Kraftaufwand kaum sichtbar komprimieren.

**Deutung:** Zwischen den Gasteilchen ist leerer Raum. Dieser lässt sich bei Druckerhöhung komprimieren. Die Teilchen im Wasser sind dichter beieinander. Daher lassen sie sich kaum zusammen drücken.

**Entsorgung:** Das Wasser kann in den Abguss gegeben, die Luft aus dem Kolbenprober entlassen werden.

**Unterrichtsanschlüsse** Die Schwierigkeit bei diesem Versuch liegt in der Vergleichbarkeit beider Kolbenprober. Da in dem einen ein Luftgemisch vorliegt, in dem anderen jedoch reines Wasser könnte bei den SuS die Vorstellung entstehen, dass die Komprimierbarkeit eine Stoffeigenschaft ist und nicht abhängig vom Aggregatzustand ist. Auf diesen Aspekt muss unter Umständen eingegangen werden. Zusätzlich ist der Umgang mit den Kolbenprobern gefährlich, da diese insbesondere an den Spitzen sehr leicht brechen können und so zu Verletzungen bei den SuS führen könnten. Alternativen sind daher ratsam.

**Literatur:**

[1] [mediathek.bildung.hessen.de/material/chemie/einfuehrung/Teilchenkonzept.pdf](http://mediathek.bildung.hessen.de/material/chemie/einfuehrung/Teilchenkonzept.pdf) Zuletzt abgerufen am 12.8.2014 um 15:18 Uhr

### 3.2 V4 – Volumenkontraktion bei der Mischung von Ethanol und Wasser

Dieser Versuch soll der Anschauung des Teilchenmodells dienen. Hierbei wird den SuS verdeutlicht, dass Teilchen größtenteils aus leerem Raum bestehen und sich zwischen den Teilchen leerer Raum befindet, der von anderen Teilchen besetzt werden kann.

Gefahrenstoffe								
Ethanol			H: -			P: 210		
								

Materialien: 2 Standzylinder

Chemikalien: Ethanol, Wasser

Durchführung: In beiden Standzylindern werden exakt 25 mL der jeweiligen Flüssigkeit abgemessen. Anschließend werden beide Flüssigkeiten gemischt und das Volumen erneut abgelesen.



**Abb. 4:** Volumenkontraktion bei der Mischung von Wasser und Ethanol

Beobachtung: Aus jeweils 25 mL Flüssigkeit ergeben sich nach Mischung keine 50 mL, der Wert liegt bei etwa 48 mL.

Deutung: Durch die unterschiedliche Größe der Teilchen füllen sich die Lücken besser aus und das Volumen der Lösung sinkt verglichen mit den Einzelflüssigkeiten.

Entsorgung: Stark verdünnt kann Ethanol in den Ausguss gegeben werden. Bei größeren Mengen ist Ethanol im Sammelbehälter für organische Stoffe gesammelt werden.

**Unterrichtsanschlüsse** Die Schwierigkeit bei diesem Versuch liegt in der Vergleichbarkeit beider Kolbenprober. Da in dem einen ein Luftgemisch vorliegt, in dem anderen jedoch reines Wasser könnte bei den SuS die Vorstellung entstehen, dass die Komprimierbarkeit eine Stoffeigenschaft ist und nicht abhängig vom Aggregatzustand ist. Auf diesen Aspekt muss unter Umständen eingegangen werden.

Literatur:

[1] [www.chemieunterricht.de/dc2/grundsch/versuche/gs-v-032.htm](http://www.chemieunterricht.de/dc2/grundsch/versuche/gs-v-032.htm) zuletzt abgerufen am 12.8.2014 um 16:05 Uhr

### 3.3 V5 – Extraktion von Tee in Abhängigkeit von der Temperatur

Dieser Versuch soll der Anschauung der Temperaturabhängigkeit der Teilchen dienen. Der Versuch zeigt die kinetische Energie der Teilchen.

Gefahrenstoffe								
Keine								
								

Materialien: Zwei Bechergläser, Teebeutel (Früchte- oder Schwarztee)

Chemikalien: Wasser (Raumtemperatur und siedend)

Durchführung: In beiden Bechergläsern wird das gleiche Volumen Wasser vorgelegt. In beide Bechergläser wird gleichzeitig ein Teebeutel gehängt.

Beobachtung: In dem Becherglas mit dem kalten Wasser ist zunächst nichts zu beobachten. In dem siedenden Wasser sieht man sofort eine Diffusion des Tees. Nach einigen Stunden hat sich auch in dem kalten Wasser der Tee ausgebreitet.

Deutung: Die mittlere Teilchengeschwindigkeit steigt mit zunehmender Temperatur an. Daher ist die Diffusion in siedendem Wasser deutlich schneller.

Entsorgung: Der Tee kann im Ausguss entsorgt werden und die Teebeutel in den Hausmüll geworfen werden.



**Abb. 5:** Diffusionsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur

**Unterrichtsanschlüsse** Dieser Versuch eignet sich aufgrund seiner visuellen Eigenschaften sehr gut für den Einstieg in das Thema Diffusion. Zusätzlich kann er je nach Abwandlung weitere Aspekte verdeutlichen. Zum Anfang kann man ihn unabhängig von der Temperatur durchführen um das Phänomen zu verdeutlichen. Später kann man mit dem beschriebenen Aufbau auf die mittlere Teilchengeschwindigkeit kommen.

Literatur:

- [1] [www.chemieunterricht.de/dc2/haus/v199.htm](http://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/v199.htm) zuletzt abgerufen am 13.08.2014 um 17:22Uhr

## Arbeitsblatt „Haushaltsfolie als Membran“

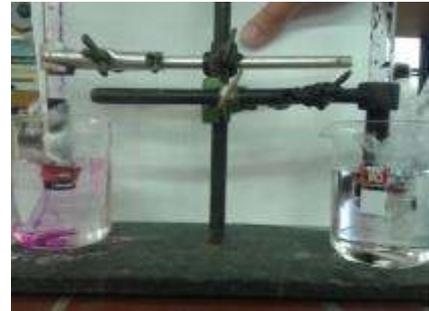
Name	Arbeitsblatt „Haushaltsfolie als Membran“	Datum
------	---	-------

1.) Beschreibe den Versuchsaufbau kurz in eigenen Worten!

---

---

---



---

---

---

2.) Erkläre zunächst den Vorgang im linken Becherglas!

---

---

---

---

3.) Stelle begründet eine Hypothese auf, warum in das linke Becherglas Kaliumpermanganat eintreten kann, in das rechte Becherglas jedoch keine Iod-Stärke eintreten kann!

---

---

---

---

## 4 Didaktischer Kommentar

Das Arbeitsblatt kann begleitend zum experimentellen Unterricht als ein Versuchsprotokoll gegeben werden. Insbesondere, wenn die SuS noch den Umgang mit Experimenten erlernen kann dieses Arbeitsblatt die Protokollierung erleichtern. Innerhalb der Unterrichtssequenz kann der Versuch als kumulative Einheit nach dem Teilchenmodell und der Diffusion stehen. Beide Konzepte werden hier erneut aufgegriffen und können je nach Fragestellung unterschiedliche Gewichtungen erfahren.

### 4.1 Erwartungshorizont (Kerncurriculum)

Diese Unterrichtseinheit ist im Kerncurriculum in das Basiskonzept Stoff-Teilchen verortet. Innerhalb dieses Basiskonzeptes werden unterschiedliche Teilkompetenzen angesprochen. Vornehmlich wird hier der Bereich der Kommunikation und der Bewertung im Mittelpunkt stehen. Es wird beispielsweise die Modellkompetenz der SuS geschult. Sie können die Haushaltsfolie als eine modellhafte Membran verstehen. Gleichzeitig ist es möglich, die Grenzen des Modells zu besprechen („SuS gehen kritisch mit Modellen um“), je nach Tiefe des Stoffes. Wenn aktive Transporte aus der Biologie bekannt sind, so kann das Fehlen dieser Fähigkeit im Modell thematisiert werden. Zusätzlich können anhand dieses Versuches Bezüge zur Biologie und Physik hergestellt werden.

### 4.2 Erwartungshorizont (Inhaltlich)

Zur Aufgabe 1.) ist eine knappe, aber detaillierte Beschreibung des Versuches gefordert. In zwei Bechergläsern wird demineralisiertes Wasser vorgelegt. In den Reagenzgläsern wird jeweils Kaliumpermanganat- bzw. Iod-Stärke-Lösung vorgelegt. Diese Reagenzgläser werden mit einer Haushaltsfolie und einem Gummiband verschlossen und kopfüber in die Bechergläser gehängt.

Zur Aufgabe 2.) ist eine Anwendung des Diffusionsbegriffes gefordert. Die SuS erklären den Vorgang als freie Diffusion über die Membran hinweg.

Zur Aufgabe 3.) ist eine Verknüpfung der Konzepte des Teilchenmodells und der Diffusion gefordert. Gleichzeitig schließen die SuS aus dem Versuchsergebnis, dass Teilchen eine unterschiedliche Größe und Form besitzen können. Sie erweitern damit ihr Verständnis des Kugelmodells.

## 5 Literatur

- [1] Mareike Wilms, Martin Fach, Jens Friedrich, Marco Oetken (2004): "*Molekulares Sieben: Mit Einmachfolie ins Diskontinuum*", CHEMKON, 11 (3), S. 127-130
- [2] [http://www.chemiedidaktik.ipn.uni-kiel.de/1997\\_praktikum6/2000.htm](http://www.chemiedidaktik.ipn.uni-kiel.de/1997_praktikum6/2000.htm) zuletzt aufgerufen am 12.8.2014 um 15:07Uhr
- [3] <http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/temperatur-und-teilchenmodell/versuche> zuletzt aufgerufen am 12.8.2014 um 14:34 Uhr
- [4] [mediathek.bildung.hessen.de/material/chemie/einfuehrung/Teilchenkonzept.pdf](http://mediathek.bildung.hessen.de/material/chemie/einfuehrung/Teilchenkonzept.pdf) Zuletzt abgerufen am 12.8.2014 um 15:18 Uhr
- [5] [www.chemieunterricht.de/dc2/grundsch/versuche/gs-v-032.htm](http://www.chemieunterricht.de/dc2/grundsch/versuche/gs-v-032.htm) zuletzt abgerufen am 12.8.2014 um 16:05 Uhr
- [6] [www.chemieunterricht.de/dc2/haus/v199.htm](http://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/v199.htm) zuletzt abgerufen am 13.08.2014 um 17:22Uhr
- [7] K. Achtermann et al., Kerncurriculum Niedersachsen, Naturwissenschaften, Gymnasium Klasse 5-10