

# Das Teilchenmodell

*Quellenangabe: Dieses Skript basiert zu grossen Teilen auf den Unterlagen von Amadeus Bärtsch, Fachdidaktiker für Chemie der ETH Zürich bis Ende Frühlingssemesters 2024.*

## Einleitende Gedanken

Chemie ist die Lehre von den Stoffen und den Stoffumwandlungen. Die zentralen Fragen sind:

- Woraus besteht Materie?
- Wie sind Substanzen aufgebaut?
- Wie lassen sich Substanzen verändern?

Das Teilchenmodell gibt eine Vorstellung vom Aufbau der Substanzen. In diesem Modell sind die Teilchen – je nach Substanz – Moleküle, Ionen oder Atome. Elementarteilchen stehen für Protonen, Neutronen und Elektronen und sind hier nicht gemeint. Damit der Begriff «Teilchen» nicht verwechselt wird, gibt es Lehrpersonen, die von Stoffteilchen oder Kugelteilchen sprechen.

## Teil A: Das Teilchenmodell aus Experimenten ableiten

Die Schülerinnen und Schüler lernen, dass Stoffe durch Experimente untersucht werden, um mehr über deren Struktur zu erfahren. So lassen sich wichtige Informationen über den Aufbau von Substanzen gewinnen.

### 1. Substanzen bestehen aus Teilchen

Dieser Titel darf im Unterricht erst genannt werden, wenn das unten beschriebene Experiment ausgewertet ist. Die Lehrperson sollte das Ergebnis von Versuchen nicht vorwegnehmen. Starten Sie beispielsweise mit der Bemerkung, dass in den Naturwissenschaften die Erkenntnisse aus Experimenten gewonnen werden und demonstrieren zu Beginn das folgende Experiment.

#### Demonstrationsexperiment

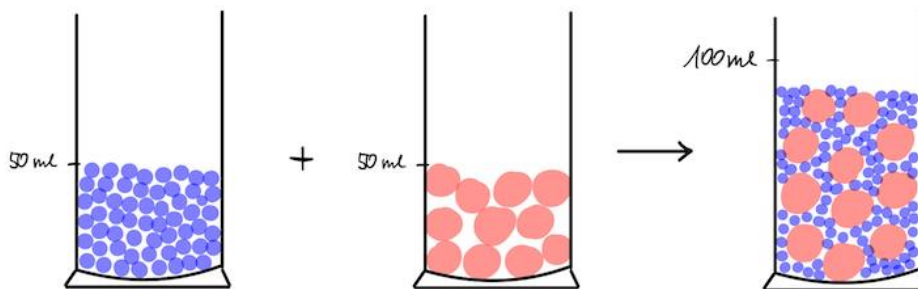
50 ml Alkohol werden mit 50 ml Wasser vermischt

50 ml Kichererbsen werden mit 50 ml Linsen vermischt

#### Beobachtung

Das Volumen der Mischung ist kleiner als 100 ml → Volumenkontraktion.

## Erklärung



Die Linsen füllen den Raum zwischen den Kichererbsen teilweise aus. Dasselbe geschieht auch bei Substanzen, die aus unsichtbar kleinen Teilchen bestehen, welche sich von Substanz zu Substanz in der Grösse unterscheiden. Zur Bestätigung dieser Erklärung können Bilder von Atomen oder Molekülen gezeigt werden.

Es empfiehlt sich, im Unterricht Konzepte an einem konkreten Beispiel zu demonstrieren und dann zu erläutern, dass es allgemeine Gültigkeit hat. Auf eine strenge Beweisführung sollte verzichtet werden, um zügig voranzukommen und sich nicht in Details zu verlieren.

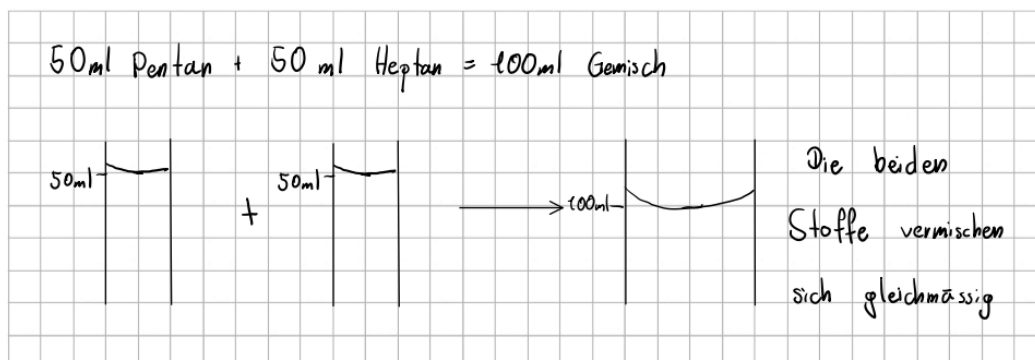
## Aufgabe

Als Lernkontrolle kann den Schülerinnen und Schülern folgende Aufgabe gestellt werden:

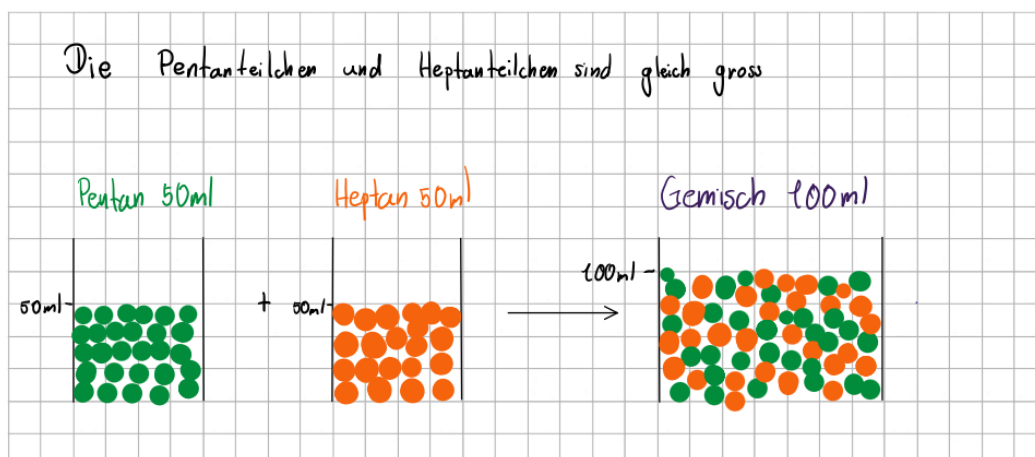


Übung: Mischung von Pentan und Heptan

1) Skizzieren Sie das Experiment und notieren Sie Ihre Beobachtungen



2) Interpretieren Sie Ihre Beobachtungen



## Alternativer Demonstrationsversuch zur Volumenkontraktion

Ein Glasrohr mit einer Länge von ca. 1,2 m und einem Durchmesser von etwa 1,5 cm wird auf einer Seite mit einem Gummistopfen verschlossen. Das Rohr wird zur Hälfte mit gefärbtem Wasser gefüllt, welches dann sorgfältig mit Alkohol überschichtet und schliesslich so mit einem weiteren Gummistopfen verschlossen, dass keine Luftblasen eingeschlossen sind. Dreht man das Glasrohr langsam, vermischen sich die Flüssigkeiten. Dabei entsteht im Rohr ein Hohlraum von einigen Zentimetern. Die Stopfen sitzen fest, da im Hohlraum ein Unterdruck herrscht.

## Kritik an der Erklärung

Thomas Seilnacht und andere kritisieren die Deutung der Volumenkontraktion mit der unterschiedlichen Grösse der Stoffteilchen. Sie argumentieren, dass die Kräfte zwischen den Molekülen für den Effekt verantwortlich seien und beim Mischen einiger Substanzen eine Volumenausdehnung beobachtet werden kann. (<http://www.seilnacht.com/PoStreit.htm> [Zugriff am 19.09.2024]; F. Jürgensen in Chemie-Didaktik, Eberhard Rossa (Hrsg.), Cornelsen, Berlin, S. 92f, 2005). Dieser Einwand wird im Skript über die «didaktische Vereinfachung» ausführlich diskutiert.

## Hinweis zum Skript

Das Skript zur Fachdidaktik enthält Experimente, Erklärungen, Aufgaben und Ideen, die flexibel als Bausteine im Unterricht genutzt werden können. Fertige Lektionen sind bewusst nicht enthalten, da es keine universell perfekte Unterrichtsstunde zum Teilchenmodell für alle Gymnasien gibt. Sie müssen die Bausteine auswählen und aufeinander abstimmen, wenn Sie damit unterrichten möchten.

Je nach Maturitätsprofil und Alter der Schülerinnen und Schüler müssen Sie unterschiedliche Schwerpunkte setzen. Bei begrenzter Zeit könnte etwa die Volumenkontraktion lediglich demonstriert werden, ohne dass die Schülerinnen und Schüler selbst experimentieren. Die Variante mit dem Glasrohr kann ganz weggelassen werden. Alternativ lässt sich dieses Experiment als Argument nutzen, wenn Lernende glauben, das Volumen nehme ab, weil Flüssigkeit in den Glasgeräten zurückbleibt. Drittens eignet es sich auch hervorragend als Einstieg in eine folgende Lektion: Das Experiment erweckt Interesse, da es zunächst überraschend wirkt, ist jedoch so einfach, dass die Schülerinnen und Schüler die Volumenkontraktion erkennen und an das Phänomen erinnert werden.

## 2. Stoffteilchen halten zusammen

### Demonstrationsexperiment

|               |                                                                                                                                         |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wirklichkeit: | Aus einem kleinen Becherglas wird ein wenig Wasser auf den Tisch geleert.                                                               |
| Modell:       | Aus einem grossen Becherglas werden Tischtennisbälle auf den Tisch geleert.                                                             |
| Beobachtung:  | Das Wasser bildet kleinere und grössere Tropfen, sammelt sich also. Die Tischtennisbälle verteilen sich dagegen einzeln im Schulzimmer. |
| Folgerung:    | Zwischen den Teilchen müssen Kräfte wirken, die sie zusammenhalten.                                                                     |

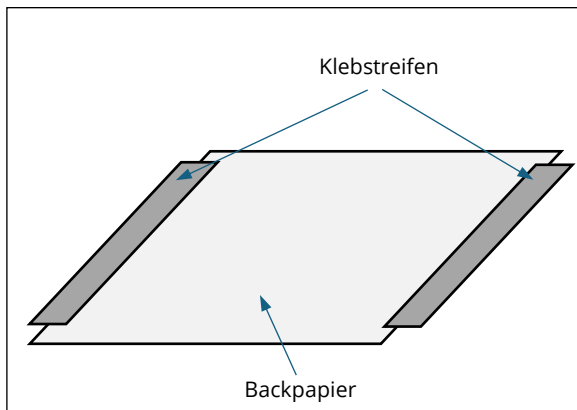
## Schülerversuch: Wassertropfen auf Wachs/Backpapier und Glas

Anleitung von Giorgio Lardi, Kantonsschule Freudenberg, auf [www.fldchemie.pbworks.com](http://www.fldchemie.pbworks.com).

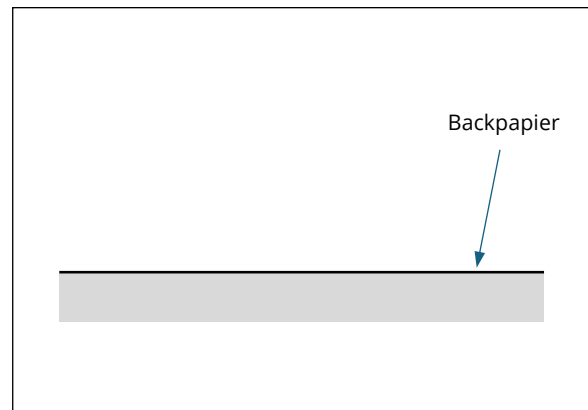
### Versuch 3: Wasser auf Backpapier

Klebe auf dem Tisch ein Stück Backpapier fest. Gib mit der Pipette unterschiedlich grosse Wassertropfen auf das Backpapier. Skizziere die Tropfen in den untenstehenden Kästchen in normaler Ansicht (perspektivische Darstellung) und von der Seite her betrachtet (Papier auf Augenhöhe).

Perspektivische Darstellung:



Von der Seite her betrachtet:



Puste vorsichtig die kleinen Wassertropfen in Richtung der grossen. Notiere deine Beobachtungen!

.....

.....

### Beobachtung



Wassertropfen auf dem Backpapier



Wassertropfen auf dem Glas

### Erkenntnis

Die Kräfte von Wasser zu Wachs sind kleiner als die Kräfte zwischen Wasser und Glas. Die Fehlvorstellung, dass Wachs Wasser abstösst, lässt sich leicht entkräften, wenn ein gewachster Karton mit einigen Wassertropfen versehen und dann umgedreht wird. Die kleinen Wassertropfen bleiben am Wachs kleben und fallen nicht nach unten.

### Alltagsbezug

Hier bietet sich die Gelegenheit, das Thema Imprägnierung sowie wasserdichte und atmungsaktive Regenjacken anzusprechen. Ein mit Wachs oder Imprägnierspray behandeltes Sieb lässt kein Wasser hindurch – ähnlich funktioniert das Imprägnieren von Stoffen. Dabei werden die textilen Fasern mit einer hauchdünnen, wachsähnlichen Schicht überzogen. Atmungsaktive Jacken hingegen besitzen eine Membran mit winzigen Löchern: Einzelne Wassermoleküle können hindurchtreten, während Wassertropfen abgehalten werden.

Mit diesem anschaulichen Alltagsbezug lässt sich bereits in den ersten Lektionen zeigen, wie spannend Chemie ist und warum es sich lohnt, die Eigenschaften von Stoffteilchen zu verstehen.

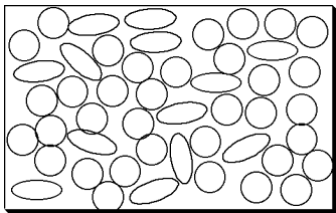
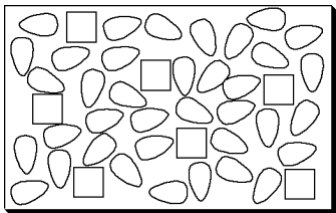
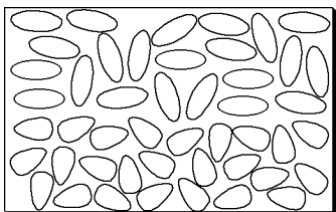
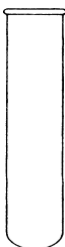
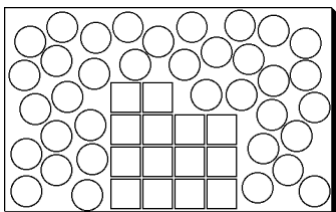
## Labor: Mischbarkeit

Anleitung von Renato Galli, Kantonsschule Zürcher Oberland, auf [www.fdcchemie.pbworks.com](http://www.fdcchemie.pbworks.com).

In diesem Laborunterricht werden von den Schülerinnen und Schülern jeweils zwei Substanzen gemischt. Das Resultat wird auf dem Übungsblatt protokolliert und die Gemische und Stoffteilchen durch die Schülerinnen und Schüler identifiziert.

### Aufgaben

- Zucker, Benzin, Wasser und Sonnenblumenöl werden gemischt.** Unten sind die Resultate der Experimente im Teilchenmodell abgebildet. Um welche Gemische handelt es sich?
- Benenne die Stoffteilchen und male sie mit unterschiedlichen Farben aus.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Gemisch von<br/>.....</p> <p>Vorstellung:                      Beobachtung:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>   | <p>Gemisch von<br/>.....</p> <p>Vorstellung:                      Beobachtung:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>   |
| <p>Gemisch von<br/>.....</p> <p>Vorstellung:                      Beobachtung:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> | <p>Gemisch von<br/>.....</p> <p>Vorstellung:                      Beobachtung:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> |

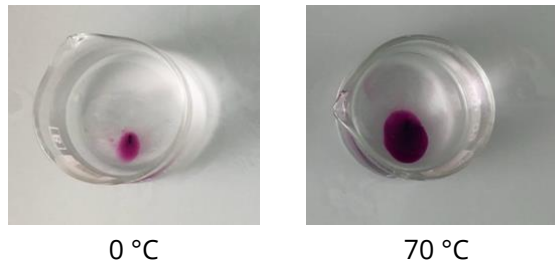
### Erklärung

Substanzen mischen sich, wenn die Kräfte zwischen verschiedenen Teilchen stärker sind als die Kräfte zwischen gleichen Teilchen. In physikalischen Begriffen formuliert: Substanzen mischen sich, wenn die Adhäsion stärker ist als die Kohäsion.

### 3. Stoffteilchen bewegen sich

#### Demonstration mit Visualizer oder Hellraumprojektor

Kaliumpermanganat-Kristalle werden in kaltes und heisses Wasser gegeben. Nach wenigen Minuten ist deutlich ersichtlich, dass sich Kaliumpermanganat in heissem Wasser schneller verteilt als in kaltem. Der Fachbegriff dafür ist Diffusion.

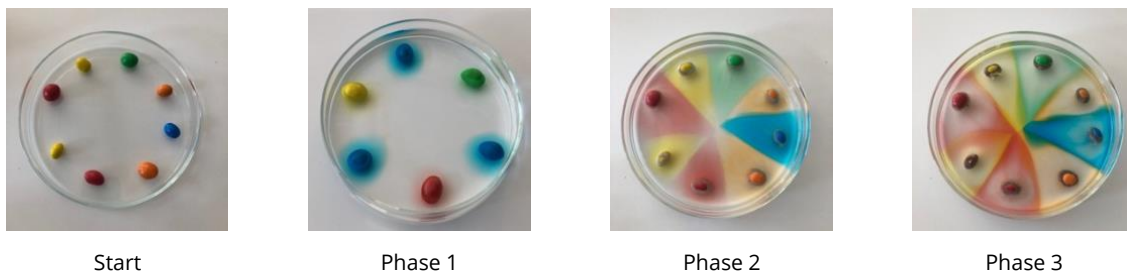


#### Schülerexperiment: Diffusion mit m&m's

Anleitung von Amadeus Bärtsch, Kantonsschule Freudenberg, auf [www.fdchemie.pbworks.com](http://www.fdchemie.pbworks.com).

##### Experiment

Die m&m's werden in einen flachen Teller oder in eine Glasschale gelegt. Anschliessend wird vorsichtig Leitungswasser zugegeben, bis die kleinsten m&m's fast bedeckt sind



##### Erklärung

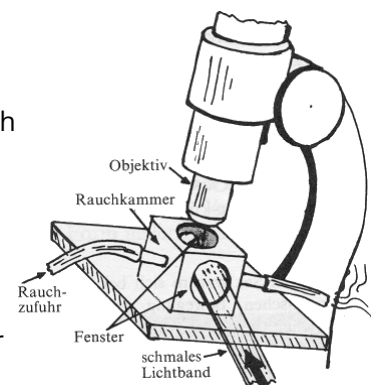
Alle Stoffteilchen bewegen sich. Neben den Farbteilchen werden auch viele Zuckerteilchen gelöst. Das Gedränge der Zuckerteilchen beschleunigt die Verteilung der Farbteilchen. Zuerst in alle Richtungen (Phase 1), dann nur noch in die Richtung, in der kein Zucker ist (Phase 2). Wenn der Zucker gleichmässig verteilt ist, vermischen sich auch die Farbteilchen (Phase 3).

#### Brown'sche Bewegung im Mikroskop

Die Wärmebewegung kann mit verdünnter Milch im Mikroskop gezeigt werden. Wenn eine Rauchkammer vorhanden ist, kann auch Rauch im Binokular betrachtet werden. Dabei wird der Rauch mit einem roten Laser beleuchtet. In beiden Fällen ist neben der Zitterbewegung eine Drift der Partikel festzustellen.

##### Erkenntnis

Stoffteilchen bewegen sich. Je heisser die Substanz, desto schneller sind die Teilchen.



## 4. Die Aggregatzustände: Ordnung und Chaos mit Stoffteilchen

### Lektion 1: Einführung mit einer Simulation von PHET

<https://phet.colorado.edu/en/simulations/states-of-matter-basics?locale=de>

Die Schülerinnen und Schüler erkunden die Simulation anhand von Aufträgen selbständig.

<http://fdchemie.pbworks.com/w/page/143165418/Simulationen>

Nach ungefähr 35 Minuten wird das Wesentliche im Plenum herausgearbeitet: Die Lehrperson skizziert die Aggregatzustände im Teilchenmodell, sagt worauf es ankommt, trägt die Brownsche Bewegung ein und sichert so die Ergebnisse. Die SchülerInnen schreiben mit. Eine detaillierte Besprechung der Antworten des Arbeitsblattes wäre langweilig und ist nicht notwendig.

### Lektion 2: Lehrgespräch zum Einstieg in die Folgestunde

**Flüssigkeit demonstrieren:** Ein kleines Becherglas mit Wasser hin und her kippen und das Wasser schliesslich in ein anderes Glas leeren. Um das Modell zu verdeutlichen, können Tischtennisbälle in einem 5-Liter-Becherglas verwendet werden.

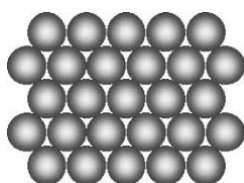
**Feststoff demonstrieren:** Ein grosses Stück Eis zeigen und fragen, wie das Teilchenmodell bei Eis aussieht. Zur Veranschaulichung kann man einige Tischtennisbälle, die fest miteinander verklebt sind, präsentieren.

**Gas demonstrieren:** Wasserdampf, der unsichtbar in der Luft vorhanden ist, lässt sich durch ein Modell darstellen. Fragen, wie das Teilchenmodell bei Wasserdampf aussieht. Zur Demonstration können Tischtennisbälle in einem Plexiglasrohr mit Druckluft umhergeblasen werden.

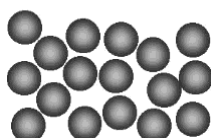
#### Beschreibung

Im festen Zustand sind die Teilchen geordnet, werden von den Kräften an ihren Plätzen gehalten und schwingen hin und her. Beim Erwärmen wird die Schwingung stärker, bis der Schmelzpunkt erreicht ist. Bei dieser Temperatur verlassen die Teilchen die Plätze und die Substanz wird flüssig. Wird weiter erwärmt, gewinnen die Teilchen weiter an Geschwindigkeit. Beim Siedepunkt sind die Teilchen so schnell, dass sie die Flüssigkeit verlassen und davonfliegen. Die Substanz verdampft und wird gasförmig.

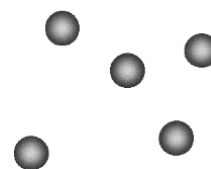
Feststoffe haben eine definierte Form, Gase füllen den ganzen Raum. Weil die Kohäsionskräfte unterschiedlich sind, sind die Schmelz- und Siedetemperaturen der Stoffe verschieden.



fest



flüssig



gasförmig

Empfehlung: Momentangeschwindigkeit der Teilchen mit Vektoren einzeichnen und so die Temperatur sichtbar machen

## Darstellung der Aggregatzustände

Welche Abbildung bevorzugen Sie? Begründen Sie Ihre Wahl.

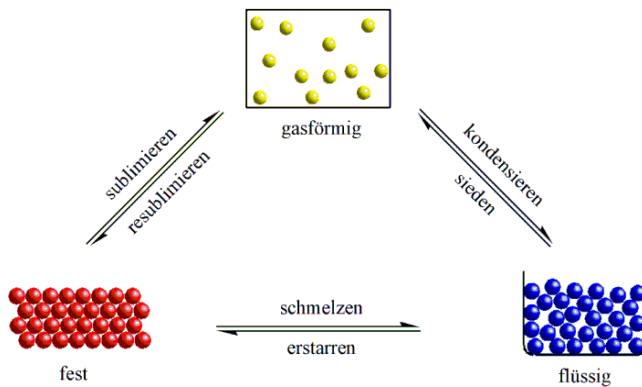


Bild 1

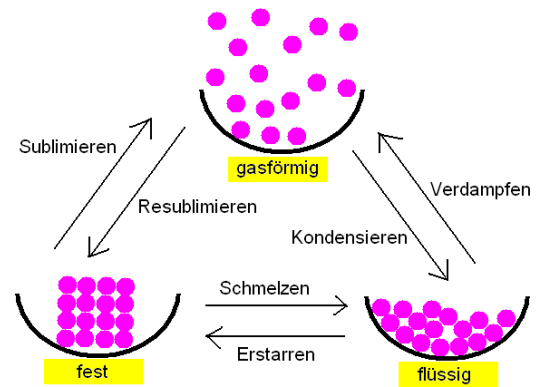


Bild 2

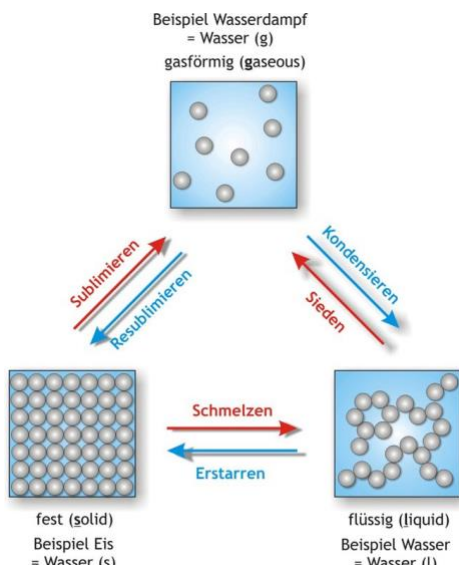


Bild 3

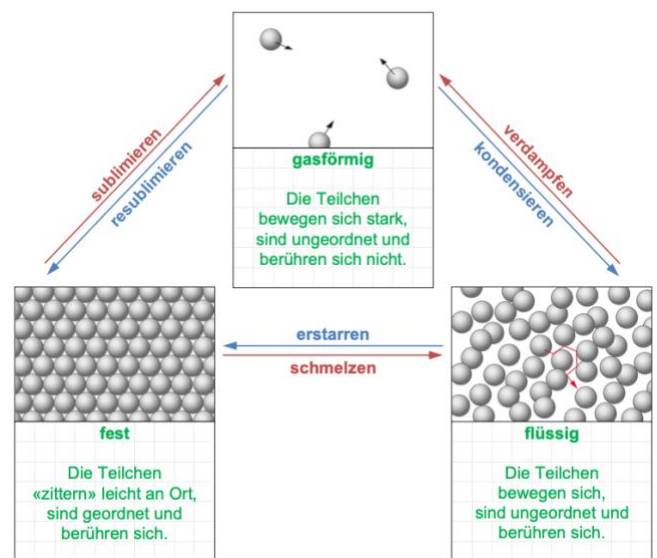


Bild 4

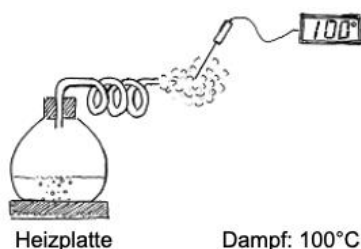
## Experimente zu den Aggregatzuständen

### Druck auf eine Substanz erhöhen

Demonstration mit einer 100 ml Wegwerfspritze. Inszenierung: Ein kräftiger Schüler erhält eine Spritze voll Wasser. Eine Schülerin erhält eine Spritze voll Luft. Es wird verschwiegen, dass der Inhalt verschieden ist. Wer kann die Spritze stärker zusammendrücken? Auswertung mit Skizze.

### Wasserdampf erhitzen (Skizze: Paolo Hsiung, Kantonsschule Freudenberg)

Bei Normaldruck wird Wasser nicht heißer als 100°C, weil die Wasserteilchen entweichen, bevor sie weiter beschleunigt werden können. Wasserdampf kann dagegen ohne weiteres höhere Temperaturen erreichen. Im Experiment wird ein Metallrohr mit dem Gasbrenner erwärmt. Der Wasserdampf ist so heiß, dass er ein Blatt Papier braun verfärben kann.



Dampf: 100°C



Dampf: 260 bis 320°C

## Teil B: Das Teilchenmodell erklärt Beobachtungen

Die Beobachtungen, die bei den folgenden Experimenten gemacht werden können, lassen sich schlüssig mit dem Teilchenmodell deuten. Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass das Teilchenmodell viele Phänomene überzeugend erklären kann und dass es sich lohnt, das Konzept und nicht die Beispiele zu lernen.

### 1. Experiment: Es braucht Zeit, bis Gegenstände warm werden

#### Experiment

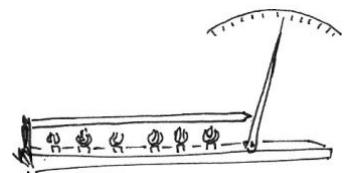
#### Modell

Einige Schülerinnen und Schüler kommen nach vorne und bilden eine Reihe. Sie stellen die Stoffteilchen dar. Die Lehrperson «erwärmt» das Material, indem eine Schülerin oder ein Schüler am Rand angestossen wird.

Diskutieren Sie die Vor- und Nachteile dieses Modells

### 2. Experiment: Beim Erwärmen dehnt sich ein Metallstab ein wenig aus

Ein Metallstab wird mit mehreren Flammen erwärmt. Die geringe Ausdehnung wird durch einen Zeiger deutlich sichtbar gemacht.



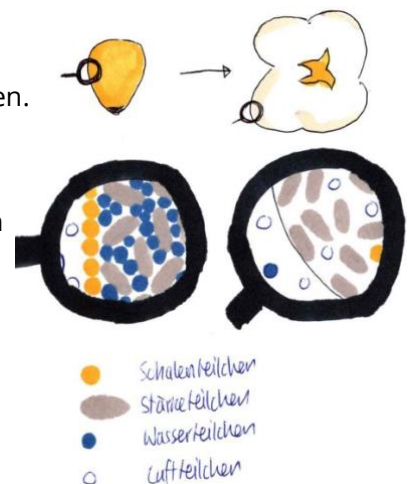
### 3. Experiment: Popcorn (Vorschlag von Nina Gämperli)

#### Inszenierung

Popcornkörner in der Pfanne mit Deckel erhitzen, bis die Körner platzen.

#### Erklärung

Ein Maiskorn ist von einer harten, wasserundurchlässigen Schale umgeben. Im Innern finden sich Stärke und Wasser. Beim Verdampfen brauchen die Wasserteilchen viel mehr Platz. Die harte Schale wird gesprengt und das Maiskorn explodiert regelrecht. Die Stärketeilchen verteilen sich auf mehr Raum, die Wasserteilchen entweichen und werden durch Teilchen der Luft ersetzt. Die Schalenteilchen sind weiterhin an der Oberfläche des Popcorns zu finden.



## 4. Experiment: Ether verdunstet

### Inszenierung

Geben Sie einer Schülerin oder einem Schüler ein wenig Ether auf die Hand. Fragen Sie dann: Wo ist der Ether? Was haben Sie mit dem Ether gemacht?

### Beobachtung

Es braucht Zeit bis alle den Ether riechen. Es wird kalt.

### Interpretation

Man riecht den Ether erst, wenn die Teilchen in die Nase gelangen. Es dauert einige Minuten bis die Ether-Teilchen die hinteren Reihen des Schulzimmers erreichen. Allerdings sind die Luftströmungen und nicht die Diffusion bestimmend für die Geschwindigkeit der Verteilung.

Für die Erklärung der Verdunstungskälte muss etwas ausgeholt werden. Entscheiden Sie selbst, ob Sie erwähnen möchten, dass nicht alle Teilchen gleich schnell sind und nur die, die schnell genug sind, aus der Flüssigkeit entweichen können, während die langsameren zurückbleiben.

## 5. Experiment: Butan-Gas wird beim Komprimieren flüssig



### Erklärung

Erst wenn die Teilchen nahe genug sind, wirken die Kräfte zwischen den Teilchen.

### Material

Die Gasverflüssigungspumpe ist bei [phywe.ch](http://phywe.ch) als *Artikel 08173-00* zum Preis von ca. CHF 400.- erhältlich. Campinggas enthält Propan und Butan und eignet sich für diesen Versuch nicht.

## 6. Experiment: Flüssigkeiten dehnen sich aus

Anwendung: Thermometer

## 7. Experiment: Bimetalle biegen sich beim Erwärmen

Anwendung: Thermostalter

## 8. Experiment: Beim Abkühlen zieht sich ein Metallstab zusammen

## 9. Experiment: Flüssiger Stickstoff

### Inszenierung

Ein länglicher Ballon (= Zeppelinballon) wird mit Kohlendioxid aufgeblasen und in eine Metall- oder Kristallisierschale mit flüssigem Stickstoff gehalten.

### Beobachtung

Der Ballon schrumpft stark zusammen. Beim Schütteln ist das feste Kohlendioxid hörbar. Wenn der Ballon aufgeschnitten wird, kommt Trockeneis zum Vorschein.

## Material

Zeppelinballone sind bei [www.ballonexpress.ch](http://www.ballonexpress.ch) (<http://www.ballonexpress.ch/kleine-ballon/> Stichwort: Zeppelin) oder in einer Packung unterschiedlich geformter Ballone bei Migros erhältlich.

## Hinweis

Alle haben Mitleid, wenn eine Rose eingetaucht und dann zerschlagen wird. Ich würde entweder ein grosses Pflanzenblatt oder – wie im Technorama – einen Bund Petersilie verwenden und in gefrorenem Zustand zerkleinern.

## 10. Experiment: Chlor mit flüssigem Stickstoff abkühlen

### Demonstration

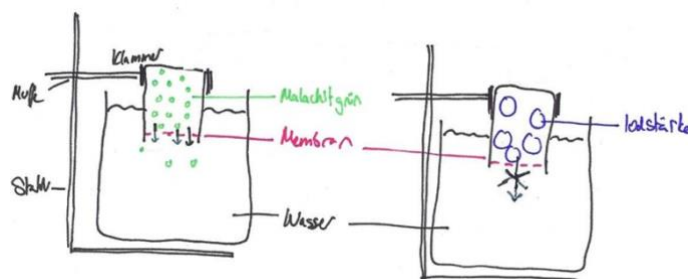
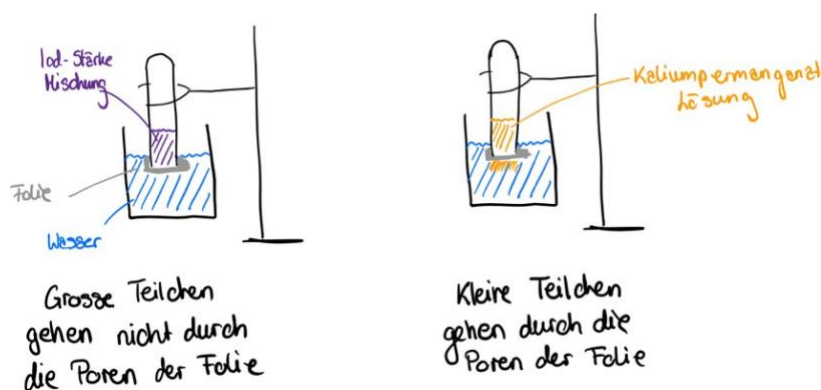
Das Experiment besteht aus einem 500 ml Glaskolben mit eingeschmolzenem Kühlfinger. Der Kolben ist vollständig mit Chlorgas gefüllt und bei Raumtemperatur stark gelbgrün gefärbt. Wird der Kühlfinger mit flüssigem Stickstoff gefüllt, kondensiert das Chlorgas (Sdp.  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) und tropft als dunkelgelbe Flüssigkeit in das Röhrchen unten am Kolben. Bei weiterem Abkühlen gefriert alles Chlorgas (Smp.  $-101\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) in weissen Kristallen am Kühlfinger und der Kolben wird farblos. Beim Erwärmen des Kolbens schmilzt das feste Chlor am Kühlfinger und tropft in das Glasrohr am Kolbenboden. Dort siedet es, verdampft und kühlt sich so stark ab, dass es fest wird. Als Folge des Unterdrucks im Kolben schmilzt das feste Chlor nicht, sondern es sublimiert.

### Material

Der mit Chlorgas gefüllte Glaskolben kann über den VSN-Shop bezogen werden  
<https://www.vsn-shop.ch/produkte/aggregatzust%C3%A4nde-von-chlor>

## 11. Experiment: Teilchensieb (Vorschlag von Marcel Balz und Franziska Sägesser)

Experiment mit Cellophan-Folie (die im Supermarkt als Verschluss von Konfitüre erhältlich ist)



## Empfehlungen

- Zeigen Sie nicht alle beschriebenen Experimente, sondern wählen Sie bewusst einige aus. Der Unterricht wird langweilig, wenn Sie zu viele Experimente zeigen und diese auch noch nach dem Effekt ordnen.
- Alle Experimente – auch die scheinbar einfachen – müssen vor der Demonstration erprobt werden
- Ein Experiment, das noch nicht im Unterricht demonstriert wurde, kann zu Beginn einer Prüfung gezeigt werden. Die Klasse beobachtet das Experiment und erhält nach der Demonstration die Aufgabe dazu.

### Beispiel 1



### Demonstration

Die schwarze Metallkugel passt nicht mehr durch den Ring, wenn sie mit dem Gasbrenner erhitzt wird.

### Aufgabe

- Was ist zu beobachten?
- Erkläre die Beobachtung mit dem Teilchenmodell.

### Beispiel 2

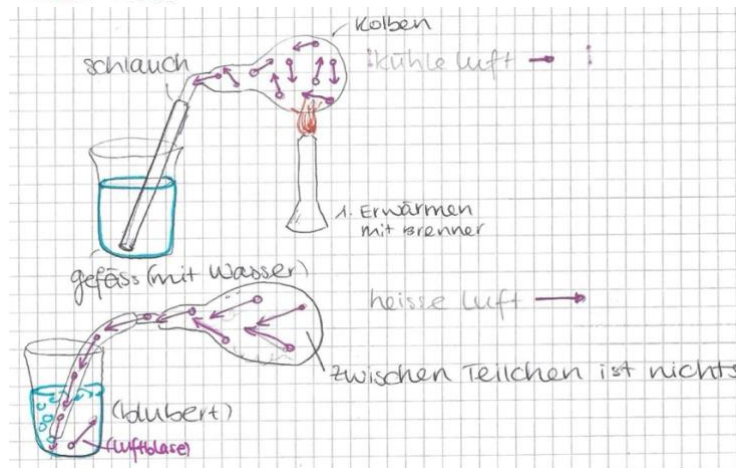


### Demonstration

Luft in einem Rundkolben wird erwärmt und entweicht durch einen Schlauch, der in Wasser taucht.

### Aufgabe

Skizziere das Experiment und erkläre die Beobachtung mit dem Teilchenmodell.



Beurteilen Sie die Schülerantwort.

### Beispiel 3



### Demonstration

- Kaffee-Teilchen
- PET-Flaschen-/Thermoskanne-Teilchen
- Luft-Teilchen

### Aufgabe

Thermosflaschen haben doppelte Wände. Warum bleiben die Getränke lange warm?

## Beurteilen dieser Unterrichtssequenz über Teilchen

1. Stoffe bestehen aus kleinsten Teilchen
  - Stoffteilchen sind unterschiedlich gross – eine Konsequenz der Volumenkontraktion
  - Stoffteilchen halten zusammen: Kohäsion und Adhäsion
2. Was passiert beim Erwärmen von Stoffen?
  - Stoffteilchen bewegen sich: Brown'sche Teilchenbewegung
  - Ordnung und Chaos mit Stoffteilchen: Die Aggregatzustände
3. Reinstoffe und Gemische
  - Labor: Mischbarkeit
4. Wie kann man Gemische in Reinstoffe trennen?
  - Trennmethoden: Stoffteilchen werden sortiert
5. Vermischen oder Reaktion?
  - Labor: Bei chemischen Reaktionen verändern sich die Stoffteilchen, beim Vermischen nicht
6. Atome und Moleküle
  - Das Periodensystem ist eine Sammlung aller Atomsorten
  - Modell, Strichformel und Summenformel
  - Isomere
7. Wir verbrennen Wasserstoff
  - Bei chemischen Reaktionen werden die Atome umgruppiert – es entstehen neue Stoffe
  - Elektrolyse von Wasser: Es entsteht doppelt so viel Wasserstoff wie Sauerstoff
8. Wir verbrennen Methan
  - Experiment: Wie erreicht man eine optimale Explosion?

### Reflexion

Welche Vorteile sehen Sie in der vorgestellten Unterrichtssequenz?

Welche Probleme und Nachteile könnten sich ergeben?

Der vorgestellte Unterricht zum Teilchenmodell ist für die Kantonsschule Zürich Nord konzipiert und wird im 7. Schuljahr (Probezeit 1. Klasse des Langzeitgymnasiums) durchgeführt. Sie werden von Schule zu Schule andere Bedingungen antreffen und müssen Ihren Unterricht den Gegebenheiten anpassen.

## Substanzen im Teilchenmodell zeichnen

Ziel ist es, dass die Schülerinnen und Schüler eine lebendige Vorstellung ihrer stofflichen Welt bekommen, damit sie selbst auf die Idee kommen, Phänomene mit dem Teilchenmodell zu erklären.

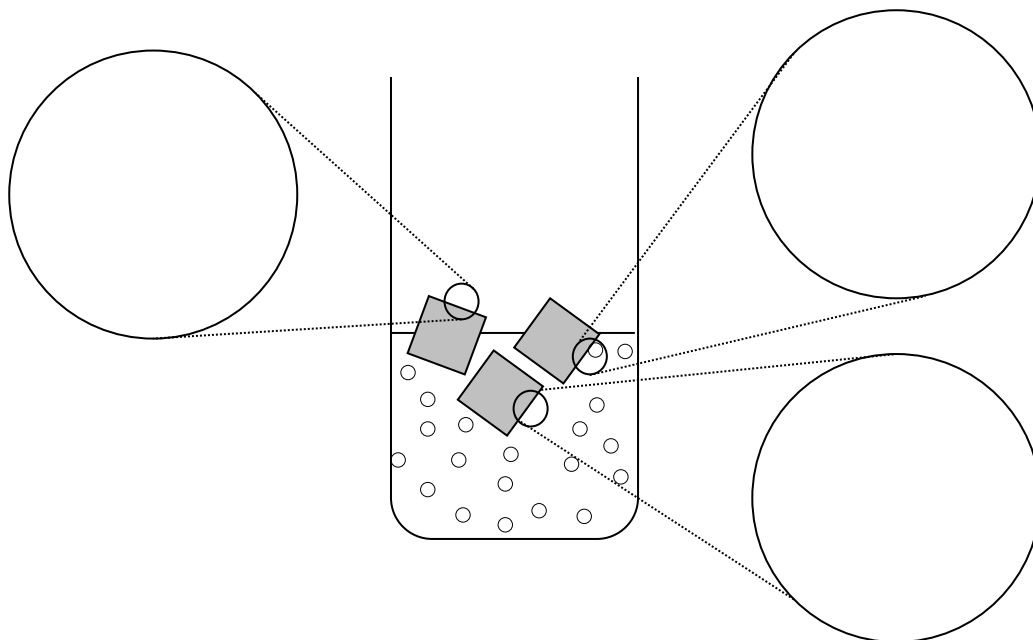
In der Fachdidaktik erhalten Sie folgenden Auftrag: Stellen Sie Tinte, Wasserfarbe, Milch, Butter und Luft im Teilchenmodell dar und beschriften Sie die Teilchen.

Wenn Sie einer Klasse den Auftrag in der oben formulierten Form stellen, werden die Schülerinnen und Schüler wenig zu Stande bringen und viele Fragen haben. Was heisst «im Teilchenmodell darstellen»? Welche Teilchen kommen Tinte vor? Welche Teilchen sind gross, welche klein? usw. Auch mit viel Fantasie können Sie sich gar nicht alle Unklarheiten vorstellen, die bei Anfängern entstehen. Deshalb lohnt es sich, wenn Sie ein Beispiel vorlösen. Dieses Musterbeispiel bezeichne ich als Input. Nach dem Input ist es viel einfacher, die Aufgabe zu lösen.

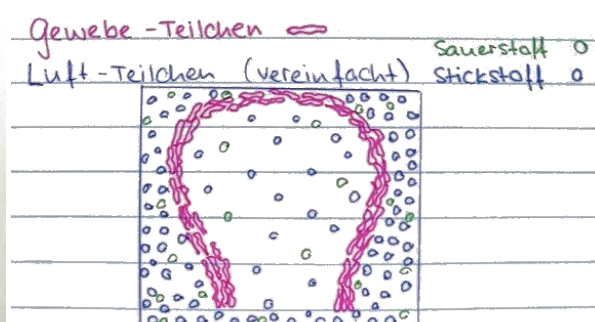
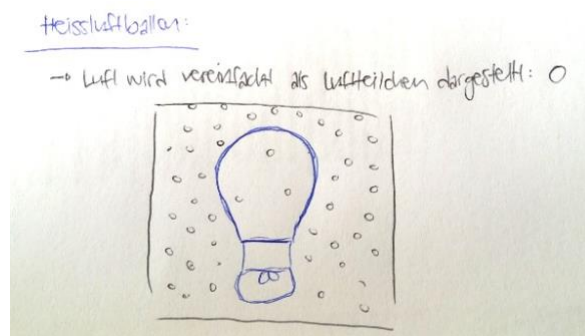
Überlegen Sie sich im Voraus genau, wie Sie die Darstellung am aussagekräftigsten gestalten können. Es empfiehlt sich zudem, stets eine Aussage zur Skizze zu schreiben.

### Aufgabe: Mineralwasser mit Eis

Vor dir steht ein Glas Mineralwasser mit Kohlensäure und Eiswürfeln. Zeichne in die drei grossen Kreise ausserhalb des Wasserglases die Anordnung der Stoffteilchen *möglichst genau* ein. Die drei grossen Kreise stellen dabei die Vergrösserung des Bereichs dar, welcher innerhalb des Glases mit den drei kleinen Kreisen markiert ist.

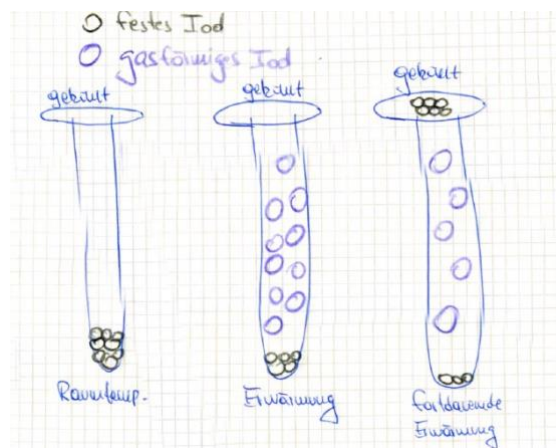


## Heissluftballon

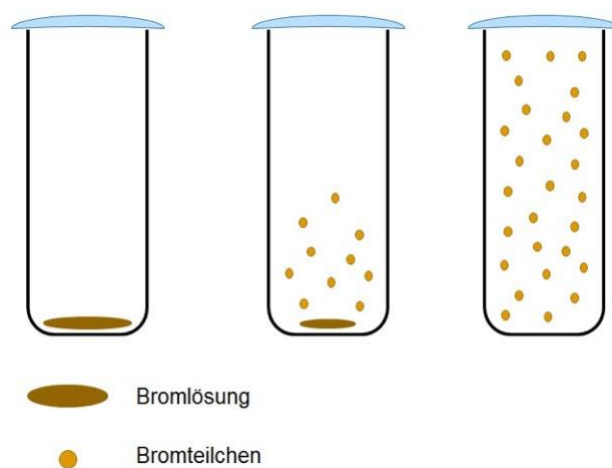


Diskussion

## Sublimation von Iod



## Verdampfen von Brom

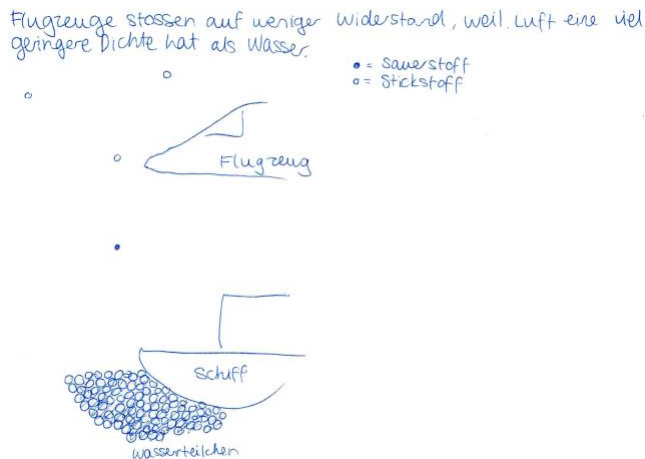


Diskussion

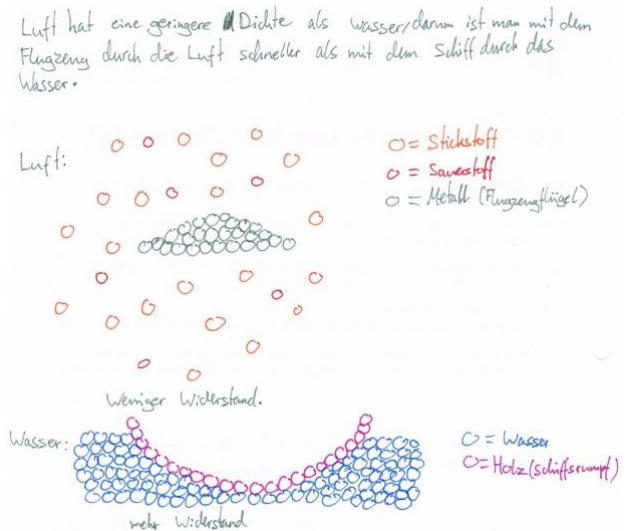
## Prüfungsfrage

Warum sind Flugzeuge viel schneller als Schiffe? Bitte argumentiere mit dem Teilchenmodell.  
Diese Frage wurde im Unterricht nie diskutiert.

Tabitha (14)



Janez (14)



Simon (14)

«Die Teilchen in der Luft sind nicht eng zusammen und bewegen sich sehr schnell für ein Flugzeug ist es einfacher sie zu durchqueren. Das ist auch der Grund, warum Jets so weit oben fliegen, da ist die Luft dünner = tiefere Dichte.»

Alessandro (14)

«In der Luft gibt es weniger Widerstand als im Wasser: Luftteilchen sind weiter voneinander entfernt, bzw. die Dichte von Luft ist kleiner. Im Wasser ist die Dichte und somit der Widerstand grösser, mehr Teilchen müssen beiseite geschoben werden. Zudem sind Flugzeuge aerodynamischer und meistens auch kleiner.»



Nina (14):

