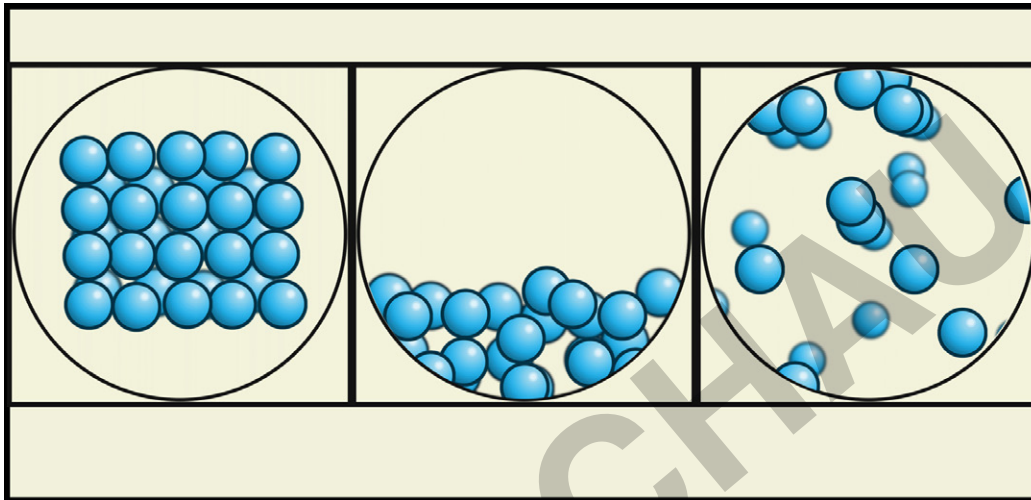


I.A.41

Stoffe und ihre Eigenschaften

Aggregatzustände im Teilchenmodell – Schülerversuche und interaktive Aufgaben

Sabine Flügel



© ulio Miguel A Enriquez und Monica Muñoz/
Wikimedia Commons CC BY-SA 4.0 DEED

© RAABE 2023

Die Themen Aggregatzustand und Teilchenmodell sind wichtige Grundlagenthemen in der Chemie. Werden diese nicht schlüssig eingeführt, so führt das oft zu selbstständigen Erklärungsversuchen seitens der Lernenden und damit häufig zu hartnäckig feststehenden Fehlvorstellungen. In dieser Unterrichtseinheit dienen Lehrerversuche als Einstieg, um das jeweilige Problem der Unterrichtsstunde aufzuwerfen. Das Teilchenmodell wird danach von den Schülerinnen und Schülern mit motivierenden, aber einfachen Schülerversuchen weitgehend selbstständig erarbeitet. Mit Beispielen aus dem Alltag wird das Modell gefestigt und Alltagsbeobachtungen damit erklärt. Filme, die auf *YouTube* zu finden sind, ergänzen das Thema und können zur Nachbereitung auch zu Hause angesehen werden.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	7–9 (Anfangsunterricht)
Dauer:	3–4 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 2)
Kompetenzen:	1. Das Teilchenmodell nutzen, um den Aufbau der Materie zu Beschreiben. 2. Mit Modellen Experimente erklären und Vorgänge im Alltag richtig deuten
Thematische Bereiche:	Teilchenmodell zur Erklärung der Aggregatzustände, Stoffvolumen bei unterschiedlicher Temperatur und unterschiedlicher Energiegehalt der Teilchen in den drei Aggregatzuständen



Hintergrundinformationen

Das Thema Aggregatzustand und Teilchenmodell ist absolut grundlegend. Wird das Teilchenmodell nicht schlüssig eingeführt, so führt das oft zu selbstständigen Erklärungsversuchen seitens der Lernenden. Dies führt häufig zu hartnäckig feststehenden Fehlvorstellungen. Schwierig ist in dem Zusammenhang auch, dass in der Chemie mit „Teilchen“ ganz verschiedene Arten von Teilchen gemeint sind. In der Anfangschemie wird damit z. B. ein Wasser- oder Zuckerteilchen gemeint, später wird der Begriff mehr für einzelne Atome, Moleküle oder Ionen benutzt. Auch wird in der Praxis statt dem Begriff Elementarteilchen oft nur Teilchen gesagt. Dadurch werden die nochmals viel kleineren Elektronen, Neutronen und Protonen auch Teilchen genannt, genauso wie die im Vergleich hierzu riesigen Fettmoleküle.

Hinweise zur Methodik und Didaktik

Die Aufgaben sind so konzipiert, dass die Lernenden sich das Teilchenmodell mithilfe von Versuchen, Animationen und Modellen weitgehend selbstständig erarbeiten können.

Voraussetzungen der Lerngruppe

Da das Thema ganz am Anfang des Chemieunterrichts steht, müssen die Schülerinnen und Schüler außer den Experimentierregeln keine weiteren Kenntnisse mitbringen.

Aufbau der Unterrichtseinheit

Ein Einstiegsversuch wird in beiden Stunden von der Lehrkraft vorgeführt. Die Hypothesen zur Erklärung werden von der Klasse aufgestellt und mit den Erkenntnissen aus den Gruppenarbeiten zum Teilchenmodell überprüft.

Als Hausaufgabe nach beiden Unterrichtseinheiten eignet sich die *LearningApp*:

<https://learningapps.org/watch?v=pzzexwuyc23>

1./2. Stunde

Füllen Sie zu Stundenbeginn eine Glasschale ca. zur Hälfte und eine leere Getränkedose mit 5 bis 10 ml Wasser. Das Wasser in der Dose erhitzen Sie mit einer Tiegelzange in der Bunsenbrennerflamme zum Sieden. Wenn ordentlich Wasserdampf aus der Dose aufsteigt, drehen Sie diese über der Wasserschüssel um und halten sie mit der Öffnung unter die Wasseroberfläche. Die Dose implodiert, wobei der Effekt umso stärker ist, je dünner die Metallwand der Dose ist. Der Versuch wirft die Frage auf, worin der Unterschied zwischen Wasser und Wasserdampf besteht.

Dass Wasser die Aggregatzustände fest, flüssig und gasförmig einnehmen kann und Eis, flüssiges und gasförmiges Wasser ineinander umgewandelt werden kann, ist den Kindern aus dem Alltag und aus der Grundschule bekannt. Worin aber unterscheiden sich die drei Formen von Wasser? Die Klasse soll Hypothesen aufstellen und anschließend in Gruppen die Aufträge **M 1 bis M 5** bearbeiten. Dabei soll jede Gruppe **M 1** und **M 2** sowie einen weiteren Auftrag von **M 3 bis M 5** ausführen. Bauen Sie diese Schülerversuche also am besten doppelt auf. Im Anschluss werden die Aufgaben von **M 1** und **M 2** gemeinsam besprochen und auf **M 6** gesichert. Gehen Sie zum Einstieg zurück. Die Klasse sollte nun den Versuch erklären und begründen können, warum die Wasserteilchen unterschiedlich viel Platz in der Dose einnehmen. (Während der heiße Wasserdampf die Dose komplett ausfüllt, braucht das abgekühlte, nun wieder flüssige Wasser viel weniger Platz.) Als Transfer bietet sich z. B. die Alltagserfahrung an, dass Wasserdampf den Topfdeckel hebt, sobald Wasser zu kochen beginnt. Hinweise: Bohren Sie die Kapillare für das Thermometer in **M 3** wegen der Bruchgefahr selbst durch



Auf einen Blick

In = Infotext, LEK = Lernerfolgskontrolle, Sm = Simulation, Sv = Schülerversuch

Vorbemerkungen

Die GBU zu den verschiedenen Versuchen finden Sie im **Online-Archiv**.



1./2. Stunde

Thema: Die Temperatur ändert nicht nur den Aggregatzustand eines Stoffes

M 1 (Sv, In) Woraus besteht ein Stoff?



Dauer: **Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 15 min

Chemikalien:

<input type="checkbox"/> Spiritus 	<input type="checkbox"/> Leinöl
<input type="checkbox"/> warmes Wasser	<input type="checkbox"/> Linsen oder Leinsamen
<input type="checkbox"/> kristalline, dunkle Lebensmittelfarbe	

Geräte:

<input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Person	<input type="checkbox"/> 1 Messzylinder (50 ml)
<input type="checkbox"/> 5 skalierte (Einmal-)Pipetten	<input type="checkbox"/> Schütttrichter
<input type="checkbox"/> 5 kleine Bechergläschen	<input type="checkbox"/> Schüssel
<input type="checkbox"/> 2 Messzylinder (25 ml)	<input type="checkbox"/> Folienstift oder Permanentmarker

M 2 (Sm, Sv) Aggregatzustände im Teilchenmodell



Dauer: **Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 15 min

Chemikalien:

<input type="checkbox"/> Butangas (Feuerzeugkartusche)  	<input type="checkbox"/> Wasser
--	---------------------------------

Geräte:

<input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Person	<input type="checkbox"/> 2 Spritzen mit Verschluss
<input type="checkbox"/> Becherglas	

M 3 (Sv) Wir bauen ein Thermometer



Dauer: **Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 10 oder 20 min

Chemikalien:

<input type="checkbox"/> Spiritus 	<input type="checkbox"/> Wasser (heiß und kalt)
<input type="checkbox"/> Lebensmittelfarbe	

Geräte:

<input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Person	<input type="checkbox"/> 1–2 Rollrandgläschen
<input type="checkbox"/> 1 Schüssel	<input type="checkbox"/> passende Gummideckel mit durchgeführter, langer Kapillare
<input type="checkbox"/> Thermometer	<input type="checkbox"/> Folien- und Bleistift
<input type="checkbox"/> Papier	<input type="checkbox"/> Lineal
<input type="checkbox"/> Petrischale	

**M 4 (Sv)****Wie kommt das Wasser ins Reagenzglas?****Dauer:****Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 5–10 min**Chemikalien:**
 Wasser (heiß und kalt)
 Lebensmittelfarbe
Geräte:
 1 Schutzbrille pro Person
 durchsichtiger Schlauch
 1 Becherglas (100 ml)
 großes Reagenzglas mit seitlichem Ansatz
 2 große Bechergläser (400 ml)
 Stopfen
**M 5 (Sv)****Temperaturänderungen im Teilchenmodell****Dauer:****Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 5 min**Chemikalien:** kaltes Wasser**Geräte:**
 Stecknadel
 Feuerzeug
 1 Schutzbrille pro Person
 Kerze
 Nähnadel mit großem Nadelöhr
 (Tiegel-)Zange
 Becherglas
 Ca. 36 Styroporkugeln mit 2 cm Durchmesser
 2 große Bechergläser (400 ml)
M 6 (LEK)

Das Teilchenmodell erklärt die Aggregatzustände

3. Stunde**Thema:****Aggregatzustand und Energiegehalt der Teilchen****M 7 (Sv)**

Aggregatzustand und Energie der Teilchen

Dauer:**Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 15 min**Chemikalien:**
 Heißes und kaltes Wasser
 Farbige Eiswürfel/Crushed Eis
Geräte:
 1 Schutzbrille pro Person
 2 Bechergläser
 2 Thermometer
 Kerze
 Feuerzeug
 Luftballons
M 8 (LEK)

Rätsel zu Aggregatzuständen

Minimalplan

Das Thema kann auf eine Doppelstunde gekürzt werden, da der Zusammenhang von Teilchenbewegung und Energie in den Gruppenarbeiten der ersten Doppelstunde bereits anklingt und die Namen der Übergänge meist aus dem Alltag bekannt sind.

Woraus besteht ein Stoff?

M 1

Aufgaben


1. **Führt** die folgenden Versuche durch und notiert eure Beobachtungen. **Ergänzt** dazu auch die Tabelle.
2. **Lest** den Infotext und **notiert** das Wichtigste daraus:
 - a) **Nennt** den Bestandteil aller Stoffe.
 - b) **Beschreibt**, wie man sich diesen Bestandteil vorstellt und wie sich dieser von Stoff zu Stoff unterscheidet.
3. **Erklärt** die Beobachtungen der vier Versuche mit Hilfe des Teilchenmodells. **Nutzt** dazu sowohl den Modellversuch mit Erbsen und Leinsamen/Linsen als auch den Infotext.

Schülerversuch: Rückgängiger Volumendefekt

Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 15 min



Chemikalien

- Spiritus 
- warmes Wasser
- Leinöl
- dunkle, kristalline Lebensmittelfarbe
- getrocknete Erbsen
- Linsen oder Leinsamen
- farbiges Spülmittel oder farbige Flüssigseife

Geräte

- Schutzbrille
- 5 skalierte (Einmal)Pipetten
- 5 kleine Bechergläser
- Petrischale
- Spatel
- 2 Messzylinder 25 ml
- Messzylinder 50 ml
- Schütttrichter
- Folienstift oder Permanentmarker
- Schüssel

Entsorgung: Fettreste in den Sammelbehälter für Fett. Weitere Flüssigkeiten in den Ausguss.

Versuchsdurchführung

1. Zieht mit einer Pipette genau 1 ml Wasser mit einer anderen genau 1 ml Öl auf.
2. Gebt beide Flüssigkeiten in ein leeres Bechergläschen und mischt sie, indem ihr 4–6 mal die Flüssigkeit in der Pipette mit Öl aufzieht und wieder herausdrückt.
3. Zieht die gesamte Flüssigkeit ohne Luftblasen in die Pipette auf, markiert den Flüssigkeitsstand auf der Pipette mithilfe eines Folienstiftes. Lasst nun das Gemisch erst einmal in Ruhe stehen.
4. Zieht mit einer Pipette genau 1 ml Wasser mit einer anderen genau 1 ml Spiritus auf.
5. Gebt beide Flüssigkeiten in ein leeres Bechergläschen und rührt mit einer Pipette etwas um. Zieht nun die gesamte Flüssigkeit auf, lest das Volumen ab und notiert es.
6. Messt genau 25 ml Erbsen und 25 ml Leinsamen oder Linsen in den 25 ml Messzylindern ab.
7. Schüttet beides in eine Schüssel zum Vermischen und gebt dann die Mischung in den 50 ml Messzylinder.
8. Füllt die Petrischale ca. zur Hälfte mit warmem Wasser.
9. Gebt einen Krümel Lebensmittelfarbe in die Mitte der Wasseroberfläche und beobachtet, ohne zu rühren.
10. Gebt einen Tropfen farbiges Spülmittel auf einen Objektträger und verteilt ihn mit einem Spatel.

Volumen	Erwartet	Sofort nach dem Mischen	Nach einiger Zeit
Spiritus – Wasser-Gemisch			
Öl – Wasser-Gemisch			

Infotext

Stoffe bestehen aus winzig kleinen Teilchen. Diese sind so klein, dass man sie auch mit einem Mikroskop nicht sehen kann. Erst wenn ganz viele Teilchen auf einem Haufen zusammenliegen, können wir diese als Stoff erkennen. Auch die Farbe eines Stoffes erkennt man erst, wenn unendlich viele Teilchen aufeinander liegen. Oft stellt man die Teilchen als kleine Kugeln dar. Will man deutlich machen, dass es sich um unterschiedliche Teilchen handelt, nimmt man für die Darstellung andere Formen, Farben und Größen. Man geht davon aus, dass sich die Teilchen auch in Wirklichkeit in Form, Größe und Gewicht unterscheiden. Je nach Teilchensorte lassen sich diese miteinander mischen oder trennen sich nach dem Mischen wieder voneinander. Mischt man unterschiedlich gefärbte Stoffe, lässt sich das Verteilen großer Teilchenmengen beobachten.

M 3b

Wir bauen ein Thermometer




Aufgaben

1. Baut nach der Anleitung zwei Thermometer und **stellt** eine **Hypothese auf**, wie ein Thermometer auf Teilchenebene funktionieren könnte.
2. **Erklärt**, ob beide Flüssigkeiten gleich gut für ein Thermometer geeignet sind, und **begründet** eure Meinung. **Beschreibt** Vor- und Nachteile der Nutzung der Flüssigkeiten. Hilfe findet ihr auf <https://raabe.click/Thermometer>.

Schülerversuch: Der Bau eines Thermometers

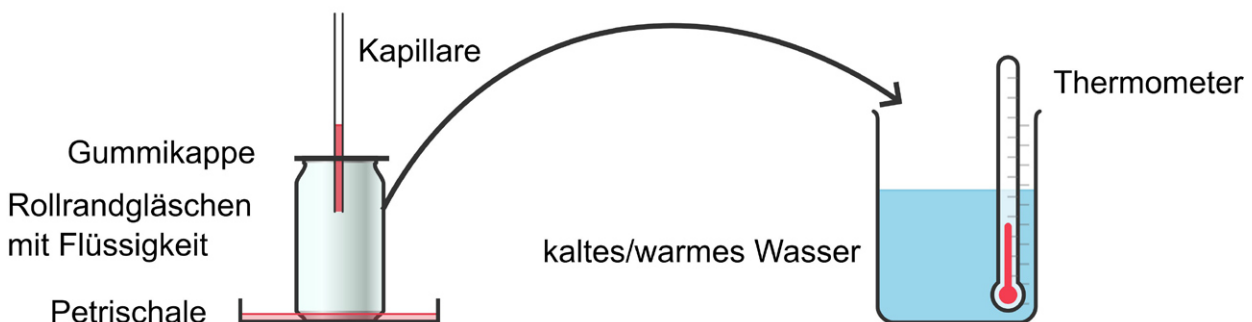
Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 20 min

Chemikalien	Geräte
<input type="checkbox"/> Brennspritus 	<input type="checkbox"/> Schutzbrille
<input type="checkbox"/> Wasser	<input type="checkbox"/> zwei Rollrandgläschen (20 ml)
<input type="checkbox"/> Farbstoff	<input type="checkbox"/> 2 passende Gummikappen mit durchführenden, möglichst langen Kapillaren
	<input type="checkbox"/> Papier
	<input type="checkbox"/> Schüssel
	<input type="checkbox"/> Petrischale
	<input type="checkbox"/> Thermometer
	<input type="checkbox"/> Folien- und Bleistift
	<input type="checkbox"/> Lineal

Entsorgung: Für weitere Experimente aufbewahren oder Abfluss

Versuchsdurchführung

1. Füllt ein Rollrandgläschen komplett mit Spiritus auf.
2. Gebt in das zweite einen 2 Tropfen Farbstoff und füllt es ebenfalls komplett mit Wasser.
3. Stellt beide Gläschen in die Petrischale und verschließt sie mit den Deckeln mit den durchgeführten Kapillaren.
4. Gebt die in die Petrischale übergelaufenen Flüssigkeiten in den Abfluss.
5. Nun könnt ihr euer Thermometer eichen:
 - a) Stellt beide Gläschen in eine Schüssel mit kaltem Wasser.
 - b) Messt und notiert die Temperatur des Wassers in der Schüssel mit dem normalen Thermometer.
 - c) Markiert den Flüssigkeitsstand an den Kapillaren.
 - d) Stellt die Gläschen nun in eine Schale mit warmem Wasser und wiederholt b) und c)
 - e) Macht mit Hilfe des Lineals eine gleichmäßige Skala auf die Kapillare.
 - f) Überträgt die Skala auf Papier mit den Temperaturangaben und klebt sie seitlich an die Kapillare.



Grafik erstellt mit <https://chemix.org>