

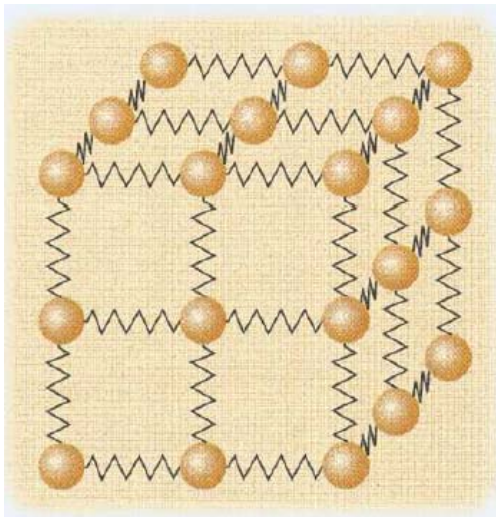
DIE AGGREGATZUSTÄNDE UND DAS TEILCHENMODELL

1. Skizzieren Sie, wie man in der Hauptschule die Aggregatzustände mit Hilfe eines Teilchenmodells deutet.

Die Aggregatzustände **fest**, **flüssig** und **gasförmig** werden in der Hauptschule mit Hilfe des Teilchenmodells auf folgende Weise gedeutet.

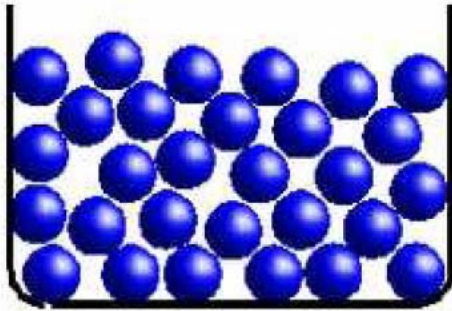
Um die Aggregatzustände in der Haupt-Schule zu deuten, wird angenommen, dass Körper und Stoffe aus kleinsten Teilchen bestehen. Diese Teilchen, die Atome und Moleküle darstellen, werden im Unterricht als kleine runde Kugeln dargestellt.

Das Teilchenmodell eines festen Körpers:



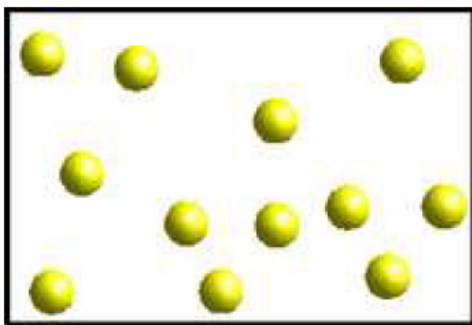
Zwischen den Teilchen bestehen große Kräfte (im Schaubild als Federn dargestellt) zwischen den Teilchen, so dass diese nicht ihren Platz verlassen können. Die Teilchen können lediglich eine Zitterbewegung an ihrem Platz ausüben. Die Form des Körpers bleibt daher unverändert. Weiterhin ist die Anordnung der Teilchen entweder regelmäßig (in kristallinen Stoffen) oder unregelmäßig (in amorphen Stoffen). Die Teilchenbewegung nimmt mit steigender Temperatur zu

Das Teilchenmodell einer Flüssigkeit:



Die Teilchen in Flüssigkeiten liegen dicht nebeneinander und können sich gegeneinander verschieben. Aufgrund der hohen Teilchenbewegung werden die Teilchen nicht mehr durch Wechselwirkungskräfte an einen Ort fixiert, sondern können sich frei bewegen. Der Stoff kann daher seine Form verändern.

Das Teilchenmodell eines Gases:



Die Teilchen in Gasen sind im Raum verteilt. Zwischen den Teilchen ist ein großer Abstand und die Teilchen üben somit keine (nur geringe) Kräfte aufeinander aus. Die Teilchenbewegung ist sehr schnell und unregelmäßig. Gase sind zusammendrückbar und haben keine feste Gestalt. Die Teilchen füllen den ganzen zur Verfügung stehenden Raum aus. In geschlossenen Räumen entsteht durch das Stoßen der Teilchen an die Wände Druck.

2. a. Welche Lernschwierigkeiten sind bei der Einführung des Teilchenmodells zu erwarten.
b. Beschreiben und erklären Sie ein Experiment zur Demonstration der „Brownschen Bewegung“
Stellen Sie einen Analogversuch dar, der die Brownsche Bewegung im Teilchenmodell verständlich macht!

Zu a.

Bei der Einführung des Teilchenmodells treten verschiedene Lernschwierigkeiten auf. Besonders schwierig ist die Vorstellung eines luftleeren Raums. Zwischen den

Teilchen wird daher von den Schülern Luft angenommen. Dass Luft selbst ein Gas ist, das als Teilchenmodell dargestellt werden kann, ist für die Schüler schwierig zu verstehen. Außerdem ist für die Schüler eine ständige Bewegung der Teilchen unvorstellbar- insbesondere bei festen Körpern. Eigenschaften (Farbe, Form, Ort Konsistenz oder Geruch) und Regeln der Welt werden auf das Teilchenmodell übertragen, so dass es zu vielen Fehlvorstellungen kommt. Zum Beispiel sind viele Schüler der Ansicht, dass Chlorteilchen rund und grün sind und einen typischen Geruch haben, der an Schwimmbad erinnert. Weiterhin besitzen die Schüler eine Kontinuumsvorstellung. Sie besitzen die Auffassung, dass sich zwischen den Teilchen eines Stoffes wieder derselbe Stoff befindet.

Das Teilchenmodell ist ein Modell, um physikalische Ereignisse zu beschreiben und ist daher nicht durch experimentelles Beobachten erschließbar. Den Schülern fällt es schwer dieses Modell als Erklärung verschiedener Phänomene zu verwenden.

Zu b.

Versuch zur Brownschen Bewegung:

Durchführung: In eine kleine Kammer wird Rauch (zum Beispiel einer Räucherkerze) hinein geblasen. Der Innenraum wird mit einem Laser ausgeleuchtet und unter einem Mikroskop beobachtet.

Beobachtung: Hierbei können starke und unregelmäßige Zick-Zack-Bewegungen der Rauchteilchen beobachtet werden. Die Rauchteilchen berühren sich dabei nicht und bewegen sich wohl auch nicht aus eigenem Antrieb in dieser Weise.

Erklärung: Die Rauchteilchen werden durch viele kleinere, unsichtbare Luftteilchen angestoßen. Die Bewegung der Luftteilchen ist dabei so heftig, dass sie die größeren Rauchteilchen in Bewegung versetzen können.

Die Zick-Zack-Bewegung wird als Brownsche Bewegung bezeichnet.

Ein klassischer **Analog-Versuch** zur Brownschen-Bewegung: Rüttelkammerversuch.

Durchführung: In einem durchsichtigen Behälter befinden sich viele kleine Glaskugeln und eine größere Kugel.

Beobachtung: Die Glasteilchen prasseln von allen Seiten auf die größere Kugel und verursachen eine Zick-Zack-Bewegung.

Erklärung: Damit soll erklärt werden, dass die Zick-Zack-Bewegung der sichtbaren Teilchen durch die Bewegung, bzw. das Zusammenstoßen mit unsichtbaren Teilchen verursacht wird.

3. Skizzieren sie eine Unterrichtseinheit zum Thema „ Verdampfen von Wasser“! Geben sie dazu Lernvoraussetzungen und Lernziele an

Lernvoraussetzungen:

Die Schüler kennen bereits das Teilchenmodell.

Außerdem sind die Aggregatzustände des Wassers bekannt.

Lernziele:

Die Schüler lernen und erfahren durch eigenes Experimentieren, dass durch Energiezuführung Wasser siedet (verdampft) und daher vom flüssigen zum gasförmigen Aggregatzustand übergeht.

Sie lernen verschiedene Begriffe zum Thema „Verdampfen von Wasser“ (Siedepunkt, sieden, Kondensationstemperatur, kondensieren).

Sie können den genauen Siedepunkt von Wasser angeben.

Die Schüler wenden das Teilchenmodell an und erklären damit die Vorgänge beim Sieden und Kondensieren.

Unterrichtseinheit

Kurzüberblick:

Einstieg/ Hinführung	Eiswürfelversuch: Die Schüler sollen erkennen, dass es in der Stunde um das Thema Wasser und seine Aggregatzustände geht.
Wiederholung	Wasser gibt es im festen, flüssigen und gasförmigen Zustand. Wann finden wir welchen Zustand? Die Schüler sollen die drei Aggregatzustände wiederholen und überlegen, wann sie Wasser in welchem Zustand vorfinden
Problemstellung	Wie wird Wasser flüssig und gasförmig? Bei welcher Temperatur wird Wasser gasförmig?
Thema	Sieden von Wasser, Übergang von flüssig zu gasförmig
Erarbeitung	Anhand zwei Versuche sollen die Schüler qualitativ und quantitativ den Vorgang der Verdampfung erarbeiten. Mit Hilfe des Teilchenmodells sollen die Schüler erklären was beim Sieden passiert. Ergänzend erfahren die Schüler den Vorgang des

	Kondensierens.
Sicherung	Die Ergebnisse werden in einem Hefteintrag festgehalten
Vertiefung	Vergleich der Siede- und Kondensationstemperatur

Hinführung/Einstieg:

Versuchsvorführung (heißes Wasser tropf auf einen Eiswürfel. Es verdampft Wasser und es entsteht flüssiges Wasser). Im Moment der Versuchsvorführung existiert Wasser im festen, flüssigen und gasförmigen Aggregatzustand) Bild

Problemstellung:

Wie wird flüssiges Wasser gasförmig?

Bei welcher Temperatur siedet das Wasser?

Erarbeitung:

Versuch 1: Schüler erwärmen Wasser bis es siedet. Sie verwenden dazu einen Erlenmeyerkolben, der mit Wasser gefüllt ist und erhitzen dieses auf einer Herdplatte. Ihre Aufgabe ist es dabei den Versuch zu beobachten und anschließend zu beschreiben. Außerdem sollen sie, wenn das Wasser brodeln, einen kalten Becher in den Dampf halten und beobachten, was passiert.

Gemeinsam wird anhand des Teilchenmodells der Vorgang der Verdampfung an der Tafel beschrieben und erläutert.

Versuch 2: Die Schüler sollen nun den Erlenmeyerkolben erneut mit Wasser füllen und zwei Thermometer in den Kolben halten. Sie führen den Versuch auf gleiche Weise wie den ersten Versuch durch. Insbesondere notieren sich die Schüler die Temperatur, die das Thermometer erreicht hat, wenn das Wasser kocht.

Sicherung:

Auf einem Arbeitsblatt werden die Ergebnisse der beiden Versuche gesichert.

Wenn Wasser erwärmt wird (also Energie zugeführt wird) beginnt es zu kochen und verdampft. Das Wasser geht von einem flüssigen Zustand in einen gasförmigen Zustand über.

Diese Veränderung tritt bei einer Temperatur von 100°C ein. Diese Temperatur nennt man Siedepunkt.

Kühlt der Wasserdampf ab, so bilden sich wieder Wassertröpfchen. Diesen Vorgang nennt man Kondensieren.

Vertiefung:

Erweiterung des zweiten Versuchs:

Die Schüler bringen ein Glasrohr an dem Kolben an und leiten es in ein Reagenzglas, worin das Kondenswasser aufgefangen wird. In das Reagenzglas wird ebenfalls ein Thermometer angebracht. Die Schüler sollen Vermutungen äußern, welche Temperatur wohl im Reagenzglas gemessen wird. Zur Überprüfung können die Schüler den Versuch erneut durchführen und die Temperaturen des Wassers, des Wasserdampfs und des Kondenswassers miteinander vergleichen.

Sie beobachten somit nicht nur die Siedetemperatur, sondern erfahren gleichzeitig etwas über die Kondensatemperatur. Sie stellen fest, dass die Temperatur identisch ist.

4. a. *Beschreiben Sie die Durchführung des so genannten Ölfleckversuchs! Gehen Sie dabei auf die grundlegenden Annahmen und die Interpretation des Ergebnisses ein!*
- b. *Bei dem für den Ölfleckversuch üblicherweise verwendeten Öl-Benzin-Gemisch beträgt das Verhältnis der Volumina von Öl und Benzin 1:1000. Der Ölfleck habe ein Fläche von 180 cm^2 . 50 Tropfen des Öl-Benzin-Gemischs ergeben 1 cm^3 . Bestimmen Sie die Dicke d der Ölschicht und interpretieren Sie dieses Ergebnis!*

Zu a.

Der Ölfleckversuch

Beim Ölfleckversuch wird ein Tropfen eines Ölsäure-Leichtbenzin-Gemischs mit einer Tropfburette auf eine Wasseroberfläche getropft. Die Wasseroberfläche wurde zuvor mit Lycopodium (Bärlappsporen) bestreut. Der Tropfen breitet sich auf der Oberfläche kreisförmig aus. Das Leichtbenzin verdampft, wobei sich die Kreisfläche wieder verringert. Von diesen Tropfen wird zuvor das Volumen berechnet. Über die Kreisfläche und den Angaben zum Volumen des Öl-Benzin-Gemisches kann die Höhe der Ölschicht berechnet werden.

Eine wichtige grundlegende Annahme ist, dass sich nach Verdampfen des Leichtbenzins eine einmolare Schicht von Ölsäuremolekülen auf der Wasseroberfläche befindet. Mit der Berechnung der Höhe d der Ölschicht lässt sich näherungsweise der Durchmesser eines Ölsäuremoleküls berechnen.

Zu b.

Gegeben: $A_{\text{Öl}} = 180 \text{ cm}^2$

Verhältnis: $V_{\text{Öl}} : V_{\text{Benzin}} = 1:1000$

50 Tropfen (50T) Öl-Benzin-Gemisch $V = 1 \text{ cm}^3$

$$50 T = 1 \text{ cm}^3$$

$$1 T = 0,02 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{Öl}} : V_{\text{Benzin}} = 1:1000 \rightarrow V_{\text{Öl}} = 0,02 \text{ cm}^3 / 1000 = 2 \times 10^{-5} \text{ cm}^3$$

$$V = G \times h \Leftrightarrow h = V/G$$

$$h_{\text{Öl}} = 2 \times 10^{-5} \text{ cm}^3 / 180 \text{ cm}^2 = 1,11 \times 10^{-7} \text{ cm} = 1,11 \times 10^{-6} \text{ mm} = 1,11 \times 10^{-9} \text{ m} = 11,1 \text{ Å}$$

Die Höhe des Ölflecks ist die Dicke und entspricht näherungsweise dem Durchmesser d eines Ölmoleküls. (Falls die Ölschicht nicht einmolarig gewesen ist, kann ein Durchmesser $d < 1,11 \times 10^{-6} \text{ mm}$ angenommen werden.)

[Weitere Berechnung eines Atoms:

Das Ölsäuremolekül besteht aus 54. Unter der Annahme, dass diese Atome alle gleich groß sind und sich dicht nebeneinander befinden, folgt für jedes Atom:

$$d_{\text{Atom}} = d_{\text{Molekül}} / \sqrt[3]{54} = 2,9 \times 10^{-10} = 2,9 \text{ Å}$$

$$\Leftrightarrow r = 1,5 \times 10^{-10} \text{ m}$$

]

Literatur:

Kircher: Physikdidaktik

Kuhn, Wilfried (1987): Physik Band I

Cliepik, Dieter (2002): Erlebnis Physik