Forschend Lernen in der Volksschule
Themenbereich Wasser

Begleitmaterial zur Experimentierkiste der Wissensfabrik

Überarbeitet von Dr. Christian Bertsch

Illustriert von Anika Jettmar

1. Lernziele

In Orientierung an den Lehrplan der Volksschule (bmukk 2006) ergeben sich für das Thema Wasser folgende Lernziele:

- ✓ Die Schüler/innen sollen die verschiedenen Aggregatzustände von Wasser kennen und wissen, wie diese verändert werden können.
- ✓ Die Schüler/innen sollen die verschiedenen Aggregatzustände mithilfe des Teilchenmodelles erklären können.
- ✓ Die Schüler/innen sollen den Wasserkreislauf verstehen.
- ✓ Die Schüler/innen sollen die Entstehung verschiedener Wetterphänomene wie Regen, Nebel, Tau oder Reif erklären können.
- ✓ Die Schüler/innen sollen verstehen, warum Eis leichter ist als Wasser.
- ✓ Die Schüler/innen sollen verstehen, warum Wasser an der Grenze zu Luft eine Oberflächenspannung ausbildet.
- ✓ Die Schüler/innen sollen wasserlösliche und nicht wasserlösliche Stoffe kennenlernen und unterscheiden können.
- ✓ Die Schüler/innen sollen verstehen, was die Löslichkeit von Stoffen beeinflusst.
- ✓ Die Schüler/innen sollen verschiedene Möglichkeiten der Wasserreinigung kennenlernen.
- ✓ Die Schüler/innen sollen einfache Versuche zum Thema Wasser selbständig planen, durchführen und festhalten.

Auf den folgenden Seiten werden die wichtigsten Hintergrundinformationen zum Thema Wasser zusammengefasst. Die Hintergrundinformation konnte dankenswerterweise größtenteils aus dem Skriptum „Nawi – geht das?“ von Dr. Beate Drechsler-Köhler vom Institut für Didaktik der Chemie an der Universität Frankfurt übernommen werden.

2. Sachinformation für Lehrende

2.1 Lebenselexier Wasser

Wasser ist für Menschen, Tiere und Pflanzen als Nahrungsmittel lebensnotwendig. Der tägliche Wasserbedarf eines Menschen beträgt ca. 2,5 bis 3 Liter. Wasser ist Bestandteil aller Lebewesen: Menschen bestehen aus 60% bis 70% Wasser, manche Pflanzen sogar aus 95% Wasser. Die Erde wird wegen ihres hohen Anteils an Wasser auch der „Blaue Planet“ genannt. Wasser bedeckt rund 71% der Erdoberfläche, wobei aber nur knapp 3% Süßwasser sind, von dem wiederum ein Teil gebunden ist (in den Eiskappen der Pole und Gletscher sowie in Atmosphäre und Boden), so dass uns nur ein geringer Teil der Gesamtwassermenge für die Trinkwasserversorgung zur Verfügung steht. Wasser ist eine kostbare und schützenswerte Lebensgrundlage und in vielen Regionen der Erde ist sauberes Trinkwasser Mangelware.

2.2 Virtuelles Wasser

Als virtuelles Wasser wird jenes Wasser bezeichnet, das zur Erzeugung eines Produkts aufgewendet wird. Zieht man die Bilanz des virtuellen Wassers, verbraucht jeder Österreicher pro Tag rund 4000 Liter Wasser. Dabei fallen aber weniger das Duschen in der Früh oder das Autowaschen am Wochenende ins Gewicht als vielmehr unsere Konsumgewohnheiten. Bei der Herstellung einer Tomate werden 13 Liter verbraucht, für eine Tasse Kaffee werden schon 140 Liter Wasser benötigt. Für 1 Kilo Orangen 560 Liter. Kaufen wir Orangen aus trockenen Gebieten wie zum Beispiel Südafrika oder Israel, belasten wir die Wasserreserven in diesen Gebieten sehr stark. Wer also Wasser sparen will, legt keinen Ziegelstein in den Spülkasten sondern verzichtet auf wasserintensiv angebaute Produkte aus Trockengebieten (www.virtuelles-wasser.de).

2.3 Aggregatzustände

Wasser begegnet uns im Alltag in verschiedenen Zuständen. Als Flüssigkeit benutzen wir es täglich zum Waschen, Kochen usw. Im Sommer kühlen wir Getränke mit Eisstückchen, also mit Wasser, welches wir im Gefrierschrank zu festem Eis gefroren haben. Bringen wir Wasser zum Kochen, entweicht Wasserdampf aus dem Topf.

Wasser kann also in drei verschiedenen Zuständen, die man als Zustandsformen oder Aggregatzustände bezeichnet, vorliegen: flüssig, fest und gasförmig.

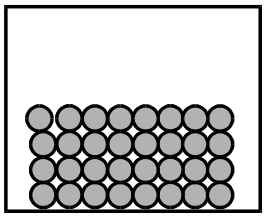
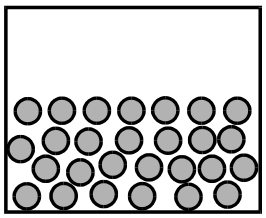
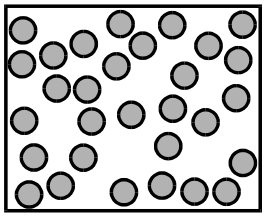
Aus unseren Erfahrungen mit Wasser können wir auch ableiten, dass Veränderungen des Aggregatzustands rückgängig gemacht werden können und dass dabei kein anderer Stoff entsteht; denn Eis wird in der Sonne wieder zu flüssigem Wasser, und der Wasserdampf, der aus dem Kochtopf entweicht, sammelt sich an einem darüber gehaltenen Deckel als flüssiges Wasser wieder. Der Stoff

Wasser verändert also bei den beschriebenen Vorgängen nur den Zustand, in dem er vorliegt, nicht aber seine Zusammensetzung. Dies gilt auch für viele andere Stoffe.

Beschreibung der Aggregatzustände mit dem Teilchenmodell

Eine genauere Beschreibung der Aggregatzustände und eine Möglichkeit zur Erklärung ihrer Veränderungen erhält man, wenn man sich ein Modell über den Aufbau der Materie zu Hilfe nimmt.

Man stellt sich vor, dass alle Stoffe aus kleinsten Teilchen aufgebaut sind, z. B. Wasser aus Wasserteilchen. Diese kleinsten Teilchen kann man nicht sehen. Man macht sich deshalb nur eine Vorstellung, ein Modell, von ihnen. Diese Vorstellung nennt man Teilchenmodell der Materie. Die Teilchen selbst stellen wir uns sehr vereinfacht als Kugeln vor. Sie bewegen sich, wobei ihre Bewegung durch zugeführte Energie schneller wird. Die Teilchen ziehen sich gegenseitig an, was jedoch nur zum Tragen kommt, wenn sie sich nicht zu schnell aneinander vorbei bewegen.

Aggregatzustand	Modellvorstellung	Beschreibung
fest		• Die Teilchen haben einen kleinen Abstand voneinander. • Die Teilchen sind regelmäßig angeordnet. • Die Teilchen bewegen sich nur um ihre Ruhelage, d. h. sie verlassen ihren Platz in der Anordnung nicht.
flüssig		• Die Teilchen haben einen größeren Abstand voneinander. • Die Teilchen haben keine festgelegte Anordnung. • Die Teilchen bewegen sich stärker, d. h. sie wechseln ihren Platz.
gasförmig		• Die Teilchen sind weit entfernt voneinander. • Die Teilchen haben keine festgelegte Anordnung. • Die Teilchenbewegung ist heftig und ungeordnet.

Änderung der Aggregatzustände

Schmelzen: fest → flüssig

Durch Energieaufnahme (z. B. Wärme aus der Umgebung) wird die Bewegung der Teilchen stärker, bis sie schließlich ihren Platz in der Feststoffanordnung verlassen können. Die Temperatur, bei der dieser Phasenübergang möglich ist, bezeichnet man als Schmelzpunkt. Sie ist für die unterschiedlichen Stoffe verschieden und eine charakteristische Größe zur Beschreibung von Stoffen. Eis schmilzt in der Sonne, da die Teilchen Wärme aus der Umgebung aufnehmen und ihre Temperatur über 0 °C ansteigt.

Erstarren: flüssig → fest

Durch Energieabgabe wird die Teilchenbewegung immer langsamer, bis sich die Teilchen schließlich zu einem Feststoff zusammenlagern. Die Temperatur, bei der dieser Phasenübergang möglich ist, ist die Erstarrungstemperatur. Man kann Wasser Wärme entziehen, indem man es in die Tiefkühltruhe stellt. Ist seine Temperatur auf 0 °C gesunken, friert es zu Eis.

Verdampfen: flüssig → gasförmig

Durch Energieaufnahme wird die Bewegung der Teilchen in der Flüssigkeit so schnell, dass sie in den gasförmigen Zustand übergehen. Man bezeichnet dies als Sieden. Dazu müssen die Teilchen den Druck überwinden, der auf der Flüssigkeitsoberfläche lastet (Luftdruck). Die Temperatur, bei der eine bestimmte Flüssigkeit siedet, ist der Siedepunkt. Wasser siedet, wenn man es erhitzt und seine Temperatur 100°C erreicht (auf Meereshöhe). Man kann die Bildung von Blasen aus gasförmigem Wasser innerhalb der Flüssigkeit beobachten. Diese steigen dann nach oben und verlassen die Flüssigkeit. Bei geringerem Luftdruck (z. B. auf hohen Bergen) kann Wasser bei niedrigerer Temperatur sieden. Gibt man warmes Wasser in eine Spritze, hält die Spritzenöffnung zu und zieht am anderen Ende der Spritze (und erzeugt somit einen Unterdruck) kann man beobachten, dass Bläschen aufsteigen. Das Wasser siedet also bereits bei weit weniger als 100°C.

Verdunsten: flüssig → gasförmig (unterhalb des Siedepunkt)

Als Verdunstung bezeichnet man den Übergang flüssiger Stoffe in den gasförmigen Aggregatzustand unterhalb der Siedetemperatur. Dies geschieht, wenn einzelne Teilchen in der Flüssigkeit so viel Energie besitzen, dass ihre Geschwindigkeit ausreicht, um die Flüssigkeit an der Oberfläche zu verlassen. Die Verdunstung wird auch beeinflusst durch die Konzentration an gasförmigen Teilchen des Stoffs über der Flüssigkeitsoberfläche. Hohe Konzentration (hohe Luftfeuchtigkeit) behindert die weitere Verdunstung der Flüssigkeit. Auch zum Verdunsten benötigen Stoffe Energie**.** Wäsche trocknet dadurch, dass das Wasser verdunstet. Dies geht umso schneller, je trockener und wärmer die umgebende Luft ist.

Kondensieren: gasförmig → flüssig

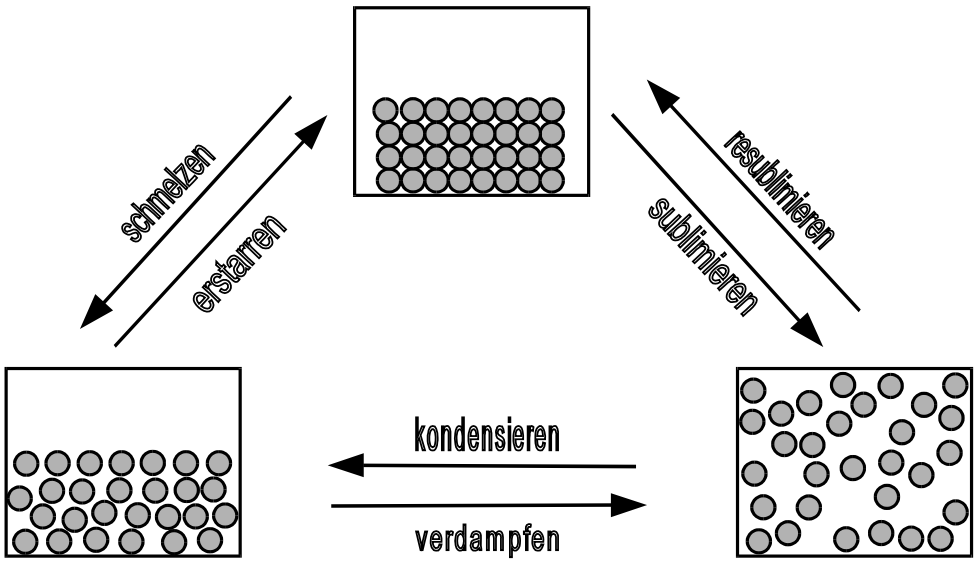
Durch Energieabgabe wird die Bewegung der Teilchen so langsam, dass sie sich wieder anziehen können und zu einer Flüssigkeit zusammenlagern. Die Temperatur, bei der ein Gas kondensiert, ist der Kondensationspunkt. Wasserdampf kondensiert, wenn er abgekühlt wird (z. B. wenn er mit dem kühlen Kochtopfdeckel oder Badezimmerspiegel in Berührung kommt und dort Wärmeenergie abgibt).

Sublimieren: fest → gasförmig

Durch Energieaufnahme können die Teilchen eines Stoffes direkt in den gasförmigen Zustand übergehen, ohne vorher flüssig zu werden. An kalten und trockenen Tagen kann gefrorene Wäsche im Freien trocknen.

Resublimieren: gasförmig → fest

Durch Energieabgabe kann ein gasförmiger Stoff direkt in den festen Aggregatzustand übergehen, ohne sich vorher zu verflüssigen. Wasserdampf aus der Luft (Luftfeuchte) kann an sehr kalten Gegenständen resublimieren. So entsteht zum Beispiel Raureif.



2.4 Wasserkreislauf

Etwa 71 % der Erdoberfläche ist von Wasser bedeckt. Der gesamte Wasservorrat auf der Erde wird auf 1,360 Millionen Kubikkilometer geschätzt. Dieses Wasser befindet sich in einem Kreislauf, dem Wasserkreislauf. Darin kommt das Wasser in verschiedenen Aggregatzuständen (fest, flüssig und gasförmig) vor. Die Übergänge zwischen den verschiedenen Aggregatzuständen finden an bestimmten Stellen in diesem Kreislauf statt.

In Meeren, Flüssen und Seen kommt auf der Erde flüssiges Wasser vor, Eis findet man in Gletschern und an den Polen. Mit Hilfe der Energie der Sonne verdunstet das Wasser bzw. sublimiert das Eis und es entsteht gasförmiges Wasser, Wasserdampf, der in den unteren Teil der Atmosphäre (Troposphäre – 15 km über der Erdoberfläche) aufsteigt. In der Troposphäre herrschen, fallend mit zunehmender Entfernung von der Erdoberfläche, Temperaturen zwischen + 20 °C und - 80 °C.

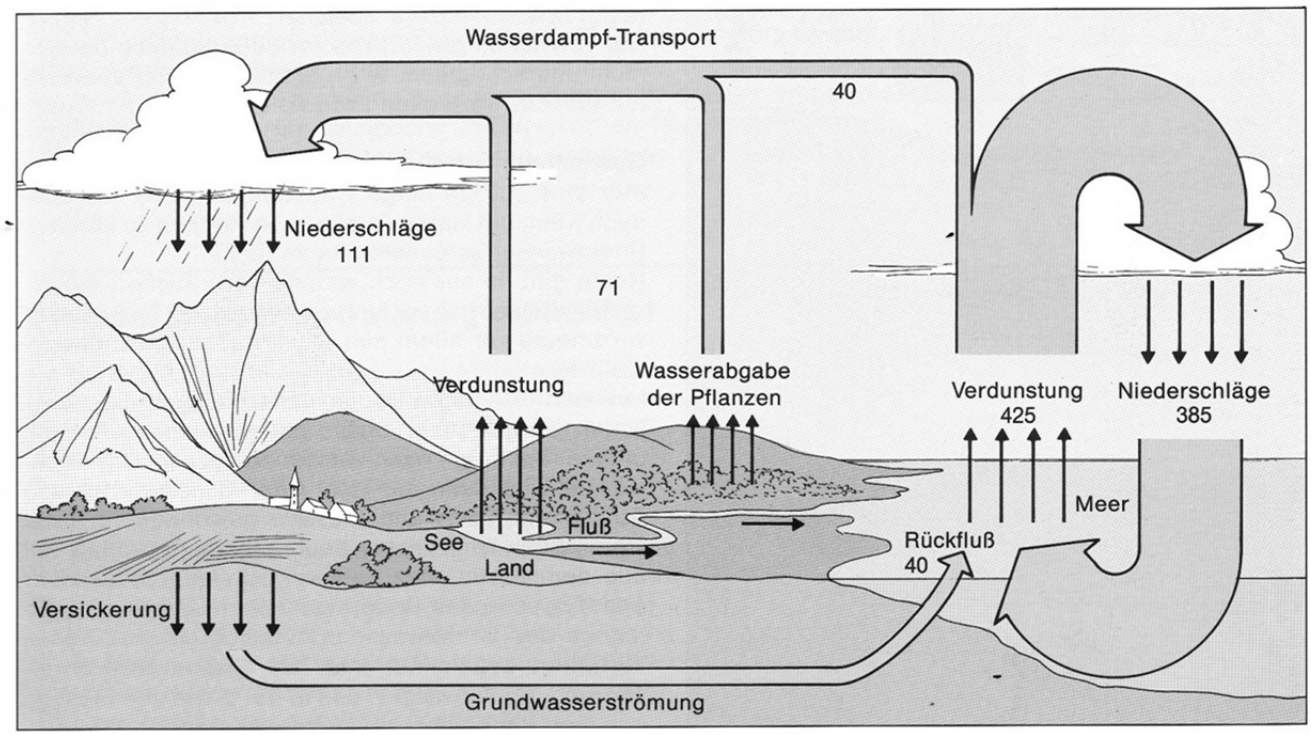


Abbildung 1: der globale Wasserkreislauf; Angaben in 1000 Kubikkilometer/Jahr (Chemie heute – Sekundarbereich I, Schroedel Schulbuchverlag GmbH, Hannover)

Der Wasserdampf erfährt bei diesen Temperaturen eine Abkühlung und kondensiert zu Wasser (flüssig) oder resublimiert zu Eis (fest). Dieses Wasser oder Eis kommt dann in Form von Niederschlag zur Erde zurück. Dort fließt es vom Land in Flüssen und Bächen ab, die das Wasser den Meeren zuführen, oder es versickert im Boden, wo es das Grundwasserreservoir bildet.

2.5 Wasser und Wetter

Regen, Schnee und Hagel sind Niederschläge. Sie bringen die Wassermengen, die durch Verdunstung von der Erde in die Atmosphäre gelangt sind, teilweise wieder zurück. Sie kommen aus den Wolken, die sich in der Troposphäre über der Erde befinden.

Was wir als Wolken sehen können, sind Ansammlungen von Kondensations- oder Sublimationsprodukten des Wassers, also Wassertröpfchen oder Eiskristalle. Bei einer Bodentemperatur von 20 °C findet man in der Schicht bis etwa 3 km über der Erdoberfläche aufgrund der Temperatur nur Wolken, die Wasser enthalten. Erst in den Schichten darüber, in denen die Temperatur bis auf etwa -60 °C in 12 km Höhe abfällt, findet man Eiswolken. Wolken können entstehen, wenn dampfförmiges

Wasser von der Erde in höhere Luftschichten aufsteigt und dort abkühlt. Dann tritt Kondensation bzw. Resublimation ein, deren Auftreten und Ausmaß abhängig ist von der Luftfeuchte und der Anzahl vorhandener Kondensations- bzw. Resublimationskerne.

Unter **Luftfeuchte** versteht man den Gehalt der Luft an Wasserdampf. Warum die Luftfeuchte verschieden sein kann, lässt sich verstehen, wenn man den Vorgang des Verdunstens von Wasser genauer betrachtet:

Verdunsten ist der Übergang flüssiger Stoffe in den gasförmigen Zustand unterhalb ihrer Siedetemperatur. Dabei verlassen Teilchen, die genügend Energie besitzen, die Flüssigkeit an der Oberfläche. Teilchen, die sich im Gasraum befinden, können, wenn sie nah genug an die Oberfläche der Flüssigkeit kommen, wieder in die Flüssigkeit zurückkehren (kondensieren). Begrenzt man den Gasraum über der Flüssigkeit (z. B. durch eine Glasglocke) wird sich nach einiger Zeit ein Gleichgewichtszustand einstellen zwischen dem Verdunsten und dem Kondensieren von Teilchen. Das bedeutet, dass die Zahl der Teilchen, die sich im gasförmigen Zustand über der Flüssigkeit befinden, gleich bleibt. Der Dampf ist gesättigt.

Die Lage des Gleichgewichts ist abhängig von der Temperatur, da bei höherer Temperatur mehr Teilchen der Flüssigkeit ausreichend Energie besitzen, um in den gasförmigen Zustand überzugehen (warme Luft kann mehr Wasserdampf aufnehmen).

Die **Wolkenbildung** erfolgt durch Abkühlung von Luft, die Wasserdampf enthält, auf Temperaturen, bei denen eine Übersättigung des Dampfes eintritt und es damit zur Kondensation kommt. Dabei spielen Kondensations- bzw. Resublimationskerne eine wichtige Rolle, denn sie dienen als Keime, an denen die Kondensation bzw. Resublimation der gasförmigen Wasserteilchen beginnt. Kleine Staub- oder Rußteilchen, die immer in der Luft vorhanden sind, kommen dafür für die Anfangsphase der Wolkenbildung in Betracht. Im fortgeschrittenen Stadium sind dies bereits vorhandene Wassertröpfchen oder Eiskristalle.

Kondensstreifen der Flugzeuge, die man an klaren Tagen am Himmel beobachten kann, sind künstliche Wolken. Sie entstehen durch die Abkühlung der wasserdampfhaltigen Flugzeugabgase in Höhen von etwa 10 km.

Nebel ist, genau betrachtet, eine Wolke nahe der Erdoberfläche, denn auch der Nebel enthält kleine Wassertropfen. Er entsteht, wenn die Erdoberfläche im Vergleich zu darüber liegenden Luftschichten noch sehr warm ist, was vor allem im Herbst der Fall ist, wenn die Sonne tagsüber die Erde stark erwärmt, die Luft aber in der Nacht schnell abkühlt. An der warmen Erdoberfläche entsteht dann Wasserdampf. Dieser trifft direkt über dem Boden auf kalte Luft und kühlt sich ab. Ein Teil des Wasserdampfes kondensiert in Form kleiner Tröpfchen, wie es in einer Wolke der Fall ist. Die Luft erscheint dadurch trübe, und wir bezeichnen diese Erscheinung als Nebel. Wenn die Sonne diese Luftschichten wieder erwärmt, löst sich der Nebel wieder auf, da sich mit steigender Temperatur mehr Wasserdampf in der Luft löst.

Tau nennen wir kleine Wassertröpfchen, die man morgens an Pflanzen, Steinen u. a. finden kann. Sie entstehen, wenn der Boden schneller abkühlt als die Luft. Dann befindet sich warme Luft mit einem relativ hohen Gehalt an Wasserdampf über dem kalten Boden. Der Wasserdampf kühlt dort ab und kondensiert als Wassertröpfchen.

Reif bildet sich häufig im Winter. Dabei resublimiert Wasserdampf der Luft in Form von Eiskristallen an Bäumen, Steinen oder Autoscheiben. Wasserdampf geht also direkt vom gasförmigen Zustand in einen festen Zustand über. Dies geschieht, wenn die Temperatur der Objekte, die von Reif überzogen werden, unter dem Gefrierpunkt des Wassers liegt und ausreichend Wasserdampf in der Luft vorhanden ist.

2.6 Dichte

Dichte verschiedener Stoffe bei 20 °C

Stoff	Dichte (g/cm^3)
Fichtenholz	0,43
Eichenholz	0,65
Wasser	0,998
Aluminium	2,67
Blei	11,35
Gold	19,30

Die Dichte gibt die Masse eines Stoffes für ein bestimmtes Volumen an. Die Einheit ist g/cm^3. Vergleicht man die Dichte verschiedener Stoffe mit der des Wassers, so kann man vorhersagen, welche Stoffe auf dem Wasser schwimmen und welche nicht. Kindern veranschaulicht man das Prinzip der Dichte am besten in dem man gleich große Gefäße (z.B. das Innere eines Überraschungseies) mit verschiedenen Stoffen füllt (Sand, Mehl, Holzspäne, Eisenspäne,…). Obwohl das Volumen immer gleich groß ist, sind manche Stoffe schwerer als andere.

Die Dichte verschiedener Stoffe nimmt bei Erhöhung der Temperatur im Normallfall ab. Aus diesem Grund steigt warme Luft in einer Umgebung aus kühlerer Luft auf und in Seen sinkt das kalte Wasser aufgrund der höheren Dichte nach unten. Dieses Phänomen lässt sich ebenfalls mit dem Teilchenmodell erklären. Je höher die Temperatur eines Stoffes ist, umso schneller bewegen sich die Teilchen, aus denen er aufgebaut ist. Sie beanspruchen dann auch mehr Raum (Wärmeausdehnung der Stoffe). Diese Wärmeausdehnung führt zu einer Verringerung der Dichte, da dieselbe Masse mehr Raum einnimmt (Dichte = Masse/Volumen)

2.7 Dichteanomalie von Wasser

Dichte von Wasser bei verschiedenen Temperaturen

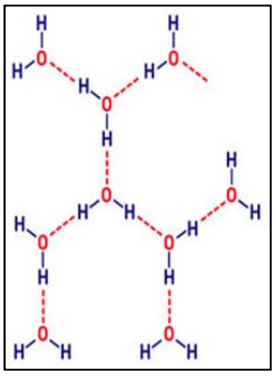
T (° C)	ϕ (g/cm^3)
100	0,9584
20	0,9982
4	1,000
0	0,9168

Bei der Erwärmung von Stoffen nimmt deren Dichte aufgrund der Wärmeausdehnung der Stoffe ab und beim Abkühlen nimmt deren Dichte zu (siehe oben). Wasser zeigt bezüglich seiner Dichte beim Abkühlen unter 4 °C eine Anomalie, die man als **Dichteanomalie** bezeichnet.

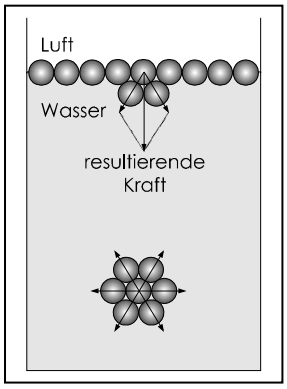
Die Dichte des Wassers nimmt – im Unterschied zu fast allen anderen Flüssigkeiten – beim Abkühlen nicht

stetig zu. Sie nimmt zu, bis die Temperatur des Wassers 4 °C erreicht hat. Bei 4 °C ist die Dichte des Wassers am größten. Kühlt man es unter 4 °C ab, wird seine Dichte wieder geringer. Beim Gefrieren von Wasser bildet sich ein Kristall, der ein größeres Volumen einnimmt. Daher dehnt sich Wasser beim Gefrieren schlagartig um fast ein Zehntel seines Volumens aus, wodurch die Dichte um fast ein Zehntel abnimmt. Darum schwimmt Eis auf Wasser. Die Dichteanomalie ist ebenso der Grund dafür, dass in einem See nach dem Abkühlen unter 4 °C das kältere Wasser nach oben steigt. An der Oberfläche trifft es auf kalte Luft, die es gefrieren lässt. Aufgrund seiner geringeren Dichte bleibt das Eis an der Oberfläche über dem 4 °C kalten Wasser. Ein See kann also niemals vom Grund her gefrieren.

2.9 Oberflächenspannung



Wassermoleküle sind polar, d. h. Ladungen sind in ihnen so verteilt, dass ein Teil des Moleküls eine positive, ein anderer Teil eine negative Teilladung besitzt. Aufgrund dieser Polarität sind Wassermoleküle in der Lage, sich gegenseitig anzuziehen und dabei Brücken zwischen der negativen Teilladung am Sauerstoff und der positiven Teilladung am Wasserstoff auszubilden (Wasserstoffbrücken). Ein Wasserstoffatom bildet eine Brücke zwischen zwei Sauerstoffatomen. Die Brücken bewirken, dass die Moleküle aneinander festhalten.



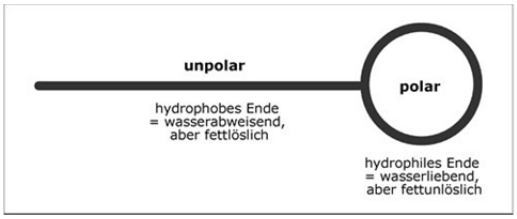
Im Inneren einer Wassermenge wirken zwischen den einzelnen Wasserteilchen diese Anziehungskräfte nach allen Seiten, da die Teilchen im Inneren der Flüssigkeit auch von allen Seiten her von anderen Wasserteilchen umgeben sind. Die Kräfte, die auf ein Wasserteilchen wirken, sind in der Abbildung links durch die Pfeile dargestellt. Wie man sehen kann, heben sich die Kräfte, die im Inneren der Flüssigkeit auf ein Teilchen wirken, gegenseitig auf und es resultiert keine Zugkraft in eine bestimmte Richtung.

An der Wasseroberfläche, an der Wasserteilchen nur von einer Seite her von anderen Wasserteilchen umgeben sind, ist diese Kraft dagegen nicht ausgeglichen. Die Kraft, die zum Inneren der Flüssigkeit hin auf die Wasserteilchen wirkt, überwiegt. Daher werden die Teilchen der Grenzflächenschicht zum Inneren der Flüssigkeit angezogen. Die Teilchen der Grenzschicht stehen unter einer Spannung, der Oberflächenspannung.

Damit die Oberflächenspannung möglichst gering ist, streben derartige Systeme immer eine Gestalt mit möglichst kleiner Oberfläche bei größtmöglichem Volumen an. Da der Körper mit größtem Volumen bei kleinster Oberfläche die Kugel ist, erklärt sich somit die kugelförmige Gestalt von Luftblasen in Flüssigkeiten oder die kugelige Gestalt von Regentropfen. Durch diese kugelförmige Gestalt wird die Zahl der

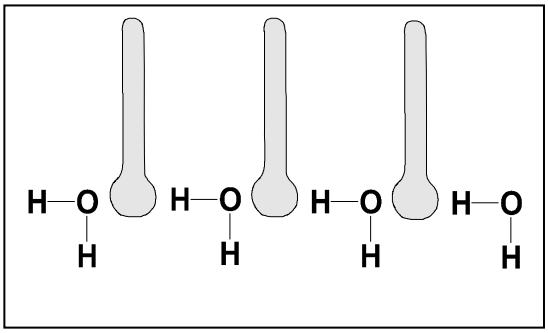
einzelnen Teilchen in der Grenzfläche und damit auch die Grenzflächenspannung möglichst klein gehalten.

2.9.1 Seifen zerstören die Oberflächenspannung



Tenside in Seifen und Spülmitteln bestehen aus einen hydrophilen (= Wasser liebenden) und einem lipophilen (= Fett liebenden) Teil. Der hydrophile Teil des Moleküls besteht meist aus einer polaren Gruppe und ist damit dem ebenfalls polaren Wasser ähnlich, der lipophile Teil wird in der Regel von einer unpolaren Kohlenwasserstoffkette gebildet.

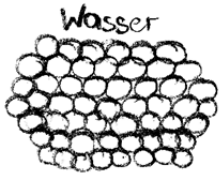
Tenside setzen die Oberflächenspannung des Wassers herab, indem sie sich an der Oberfläche mit dem hydrophilen Teil zwischen die Wassermoleküle setzen und damit die Ausbildung von Wasserstoffbrücken verhindern. Der lipophile Teil, der die Umgebung von Wasser meiden will, ragt aus dem Wasser heraus in die darüber liegende Luft.

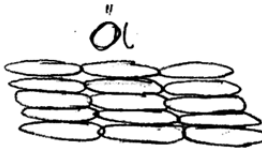


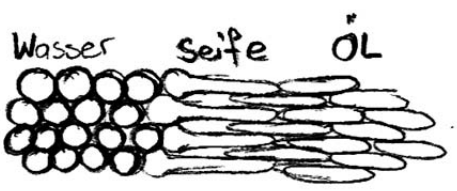
Die Oberflächenspannung ist ein Grund dafür, dass reines Wasser nicht optimal reinigt. Die Moleküle halten durch die Oberflächenspannung fest zusammen, d.h. sie können in sehr kleine Vertiefungen nicht eindringen. Durch Seifen wird die Oberflächenspannung herabgesetzt. Ein Grund warum Seifenwasser besser reinigt als reines Wasser.

2.10 Mischbarkeit von Wasser und Öl

Die Mischbarkeit von Flüssigkeiten hängt von ihrer Struktur ab. „Gleiches mischt sich mit Gleichem“, das heißt Flüssigkeiten mit einer ähnlichen Struktur lassen sich gut mischen. Flüssigkeiten mit unterschiedlicher Teilchenstruktur hingegen lassen sich nur schlecht oder gar nicht miteinander mischen (z.B. Wasser und Öl). Gibt man Spülmittel in eine Öl-Wasser-Mischung bilden sich teilweise kleine Öltröpfchen in der wässrigen Lösung, da die Struktur der Seifen an einem Ende der Struktur von Wasser ähnelt (hydrophiles Ende), am anderen Ende der Struktur von Öl (lipophiles Ende).







2.11 Wasser als Lösungsmittel

Flüssigkeiten, die Stoffe lösen, heißen Lösungsmittel. Sie sind gegenüber dem gelösten Stoff im Überschuss vorhanden. Nicht jedes Lösungsmittel kann auch jeden Stoff lösen. Wenn Wasser das Lösungsmittel ist, spricht man von wässrigen Lösungen. Gelöst werden können neben Feststoffen auch Flüssigkeiten und Gase. Lösungen sind immer homogene Stoffmischungen, d. h. man sieht ihnen nicht an, dass sie zwei oder mehrere Bestandteile enthalten. Nicht alle wasserlöslichen Stoffe lösen sich gleich gut. Leicht löslich sind z. B. Kochsalz und Haushaltszucker. Sand löst sich beispielsweise in Wasser gar nicht.

Die Löslichkeit in einem bestimmten Lösungsmittel ist somit eine messbare Stoffeigenschaft. Sie gibt an, wie viel Gramm eines Stoffes sich in 100g Lösungsmittel lösen. Liegt eine gesättigte Lösung vor, ist im Lösungsmittel die Höchstmenge des entsprechenden Stoffes gelöst. Weitere Zugabe des Feststoffes würde zur Absetzung des Stoffes am Gefäßboden führen.

Was passiert beim Lösen in Wasser?

Wie wir weiter oben beschrieben haben, sind Wassermoleküle polar, das heißt sie besitzen positive und negative Ladungen. Zwischen Wasser und andern polaren Stoffen (Alkoholen, Kohlehydraten, viele Farbstoffen, Salz (besteht aus geladenen Ionen), …) treten Wechselwirkungen auf und diese Stoffe lassen sich ohne Probleme in Wasser lösen.

Unpolare Stoffe (also Stoffe ohne unterschiedliche Ladungsschwerpunkte; z. B. Fette oder Öle) lassen sich nicht mit Wasser mischen, da zwischen den unpolaren Molekülen und den polaren Wassermolekülen keine elektrostatische Wechselwirkungen auftreten können.

Nach dem Prinzip **„Gleiches löst sich in Gleichem“** ist Wasser deshalb ein hervorragendes Lösungsmittel für polare Stoffe (z.B. Zucker) und Ionen (geladene Teilchen wie z.B. Salz Na^+Cl^-).

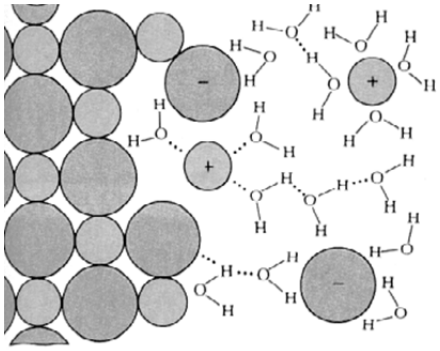


Abbildung 2: Na^+Cl^- wird in Wasser gelöst (Atkins, Chemie einfach alles, 1996 S. 427)

Ein wasserlöslicher Feststoff wird beginnend an den Kanten Schicht für Schicht gelöst und die Moleküle von Wassermolekülen umhüllt. Dieser „Abtrennprozess“ aus einem Kristallverband gelingt – abhängig von der Kristallstruktur - unterschiedlich schnell. So löst sich zum Beispiel Zucker schneller auf als Salz. Ist der Stoff vollständig gelöst, liegt er in winzigen und nicht mehr sichtbaren Teilchen im Wasser verteilt vor. Der gelöste Stoff ist – obwohl nicht mehr sichtbar - natürlich nicht verschwunden und kann wieder sichtbar gemacht werden, indem das Wasser durch Erhitzen verdampft wird.

Im warmen Wasser lösen sich wasserlösliche Stoffe schneller. Durch die höhere Temperatur bewegen sich die Wasserteilchen schneller und können mit mehr Kraft an den Außenstellen des Kristalls angreifen. Dies beschleunigt den Lösungsvorgang. Als Daumenregel gilt: **eine Temperaturerhöhung um 10°C verdoppelt die Reaktionsgeschwindigkeit.**

2.12 Wasser reinigen

Jede/r Österreicher/in produziert im Durchschnitt 150 Liter Abwasser pro Tag. In der Industrie fallen noch größere Mengen Abwasser als in den privaten Haushalten an.

Das häusliche Abwasser ist ein Gemisch aus verschiedenen Stoffen. Es kann Öle, Nahrungsmittelreste, Papierfetzen, Waschmittel, Reinigungsmittel, Fäkalien und weitere Verschmutzungen enthalten. Von Straßen und Wegen werden häufig noch Sand, Erde, Steine und im Winter Salz in die Kanalisation eingetragen. Industrieabwässer können, je nach Fertigungsbetrieb, Säuren, Laugen, Salze, Farbstoffe u. v. m. enthalten. Alle diese Abwässer müssen gereinigt werden, bevor man sie in die Natur zurückleitet.

Durch den Einsatz unterschiedlicher Trennmethoden kann man die verschiedenen Verschmutzungen aus dem Abwasser abtrennen. Zur Trennung nutzt man unterschiedliche Eigenschaften der verschiedenen Verunreinigungen wie z. B. die Größe, die Dichte oder die Löslichkeit aus.

Es gibt viele verschiedene Verfahren zur Trennung, die in allen Bereichen der Chemie und der Technik von Bedeutung sind. Meist werden hier zusätzlich spezielle Geräte eingesetzt. Einige der Trennverfahren begegnen uns auch im Alltag.

Da Abwasser viele unterschiedliche Verschmutzungen enthält, werden verschiedene Trenn- bzw. Reinigungsverfahren zur Abwasserbehandlung in Kläranlagen eingesetzt.

Die mechanische Reinigungsstufe

Hier werden relativ grobe Verunreinigungen, die nicht im Wasser gelöst sind, abgetrennt. Das sind z. B. Holzstücke, ein Teil des Papiers und andere feste Abfälle, die ins Abwasser gelangt sind. Das Abwasser fließt zunächst durch einen groben, dann durch einen feinen Rechen. Diese Rechen halten, wie ein Kamm oder ein Sieb, die Verunreinigungen zurück. Im Sandfang lagern sich kleinere Bestandteile, die schwerer sind als Wasser aber von den Rechen nicht zurückgehalten werden, am Boden ab (z. B. Sand).

Das überstehende Wasser gelangt dann über einen Überlauf (wie am Waschbecken oder der Badewanne) in das Absetzbecken, wo es etwa zwei Stunden bleibt und ruhig steht. Dabei können noch kleinere, ungelöste Schmutzteilchen als im Sandfang zu Boden sinken und sich dort als dicke Schlammschicht absetzen.

Durch die mechanische Reinigung wird etwa ein Drittel der im Abwasser enthaltenen Verschmutzungen entfernt. Die im Abwasser gelösten Salze und einige andere Bestandteile wie z. B. Seifen und Fette können mit den Reinigungsverfahren dieser Stufe jedoch nicht entfernt werden.

Die biologische Reinigungsstufe

Die biologische Reinigung beginnt im Belüftungsbecken (Belebtbecken). Hier befinden sich Bakterien, die den größten Teil der im Abwasser enthaltenen organischen Stoffe zu Kohlenstoffdioxid, Wasser und anorganischen Salzen zersetzen. Zucker, Essensreste, Fäkalien können von den Bakterien umgesetzt werden. Das Abwasser bleibt zwölf Stunden und manchmal auch länger in diesem Becken.

Im Nachklärbecken, in das das Abwasser anschließend gelangt, setzen sich die Abbauprodukte und auch die Bakterien, die im Verlauf dieses Prozesses zum Teil absterben, allmählich als Schlamm am Boden ab.

Das geklärte Wasser fließt über den Überlauf ab. Es kann, nach Überprüfung, zurück in Flüsse oder Bäche geleitet werden.

Man sollte jedoch bedenken, dass Wasser welches die Kläranlage verlässt, von umweltschädlichen Verschmutzungen gereinigt wurde, jedoch kein Trinkwasser ist. Die Bereitstellung von Trinkwasser erfolgt durch besondere Trinkwasser-aufbereitungsanlagen.

Die chemische Reinigungsstufe

Das Abwasser, das die mechanische und die biologische Stufe durchlaufen hat, enthält noch Stoffe, die sich im Wasser gelöst haben wie z. B. Salze. Sie können durch diese beiden Stufen nur unvollständig oder gar nicht abgebaut werden.

Durch eine chemische Reinigungsstufe, die sich an die biologische Reinigungsstufe anschließen kann, können diese Stoffe aus dem Abwasser entfernt werden. Besonders in Abwässern, die von der Industrie erzeugt werden, wird diese Art der Klärung zusätzlich durchgeführt.

Beim so genannten Fällungsverfahren werden bestimmte Stoffe (Fällmittel) zum Abwasser gegeben und alles in einem Kontaktbecken kräftig durchgerührt. Die gelösten Stoffe bilden zusammen mit dem Fällmittel Flocken, also kleine, feste Bestandteile. Diese Flocken setzen sich dann, zusammen mit den Stoffen aus der biologischen Reinigungsstufe im Nachklärbecken am Boden ab.

Neben dem oben beschriebenen Fällungsverfahren werden auch Verfahren zur Beseitigung von Säuren oder Laugen, Verfahren zum Filtrieren mikroskopisch kleiner Bestandteile, Verfahren zum Adsorbieren (Festhalten) von schädlichen Bestandteilen des Abwasser angewendet.

Die Aufbereitung des Klärschlamms

Der Schlamm aus dem Nachklärbecken kann nicht einfach auf einer Deponie gelagert werden, denn er würde faulen und dabei entstehen übel riechende Gerüche. Deshalb wird dieser Schlamm (der Klärschlamm) in einen Faulturm befördert, in dem er mit einer Art Bakterien zusammen gebracht wird, die seine Inhaltsstoffe zersetzen können. Dabei entsteht ein brennbares Gas und es bleibt ein Restschlamm übrig. Das Faulgas wird verbrannt. Dabei entsteht Energie, die genutzt wird, um z. B. die Pumpen anzutreiben, die die Luft in das Belüftungsbecken pumpen. Der Schlamm aus dem Faulturm wird getrocknet und verbrannt oder gelagert. Er kann, wenn er frei von giftigen Stoffen ist, als Dünger eingesetzt werden.

Gratis Führungen in Wien

Unter www.ebs.co.at können Führungen zu Kläranlagen in Wien organisiert werden. Auch in anderen Bundesländern werden diese Führungen angeboten.

4. Vorgeschlagene Unterrichtssequenz

Einstieg: Schüler/innen werden für das Thema Wasser sensibilisiert, sie verbalisieren ihre Alltagsvorstellungen zum Thema Wasser und stellen diese grafisch als Deckblatt der Forschungsmappe dar.

Anschließend werden die Erfahrungen der Schüler/innen und ihr Vorwissen in der Klasse besprochen. Folgende Fragen können dazu mit den Schüler/innen diskutiert werden.

In welchen verschiedenen Formen kommt Wasser auf der Erde vor?

Warum schwimmen Eiswürfel im Limonadeglas und gehen nicht unter?

Welche Materialien kann ich in Wasser auflösen und welche nicht?

Kann man Öl und Wasser vermischen?

Wie kann man verschmutztes Wasser wieder reinigen?

Experiment 1+2: Die Schüler/innen sollen die verschiedenen Aggregatzustände von Wasser kennen, wissen, wie diese verändert werden können und mithilfe des Teilchenmodelles erklären können.

Benötigte Materialien aus der Box (pro Gruppe): 2 Schraubdeckelgläser, 2 Teelichter, 1 Stövchen

Zusätzlich (pro Gruppe): 4 Eiswürfel, 1 Schal

Experiment 3: Schüler/innen messen den Schmelz- und Siedepunkt von Wasser (eignet sich gut als Hausübung).

Benötigte Materialien aus der Box (pro Gruppe):

Zusätzlich (pro Gruppe): 1 Topf, 10 Eiswürfel, 1 Heizplatte, 1 Thermometer (-10°C – 100°C)

Experiment 4: Schüler/innen können die Entstehung der Wetterphänomene regen, Tau und Reif erklären.

Benötigte Materialien aus der Box (pro Gruppe): 1 Schraubdeckelglas

Zusätzlich (pro Gruppe): Eiswürfel, 1 Dose (ohne Papier), Salz, 1 Esslöffel

Experiment 5: Schüler/innen erkennen, dass beim Trocknen der Wäsche die Feuchtigkeit in die Luft abgegeben wird und nicht einfach verschwindet.

Benötigte Materialien aus der Box (pro Gruppe): 1 Plastikschüssel

Zusätzlich (pro Gruppe): Watte, durchsichtige Küchenfolie

Experiment 6-8: Schüler/innen lernen das Konzept Dichte kennen. Sie erkennen, dass Flüssigkeiten eine unterschiedliche Dichte haben können und dass die Temperatur die Dichte von Wasser beeinflusst.

Benötigte Materialien aus der Box (pro Gruppe): 3 Plastikgefäße mit Deckel, 1 Schraubdeckelglas, 1 Teelöffel, 1 kleine Glasflasche, kleiner Trichter

Zusätzlich (pro Gruppe): Sand, Mehl, Federn (altes Kissen); Speiseöl, farbiger Sirup, 1 Büroklammer, 1 Traube, 1 Schraube, 1 Korken, 1 großes Glasgefäß, 1 Tintenpatrone

Experiment 9: Schüler/innen erkennen, dass sich Wasser beim Gefrieren ausdehnt und deshalb Eis leichter als Wasser ist (eignet sich gut als Hausübung).

Benötigte Materialien aus der Box (pro Gruppe): 1 Plastikgefäß, 1 Schraubdeckelglas

Zusätzlich (pro Gruppe): Gefrierfach, 1 Eiswürfel

Experiment 10: Die Schüler/innen verstehen, dass Wasser an der Grenze zu Luft eine Oberflächenspannung ausbildet.

Benötigte Materialien aus der Box (pro Gruppe): 2 Pipetten, 1 Schraubdeckelglas,

Zusätzlich (pro Gruppe): 1 Euro Münze, einige 20 Cent Münzen, gemahlener Pfeffer, Spülmittel, 1 neues, noch ungewaschenes Geschirrtuch, 1 Papiertaschentuch, 1 Büroklammer

Experiment 11+12: Die Schüler/innen verstehen, warum sich Wasser und Öl nicht mischen lassen und können es mithilfe des Teilchenmodells auch erklären.

Benötigte Materialien aus der Box (pro Gruppe): 1 Plastikgefäß mit Deckel, 1 Teelöffel, 1 Schraubdeckelglas,

Zusätzlich (pro Gruppe): Speiseöl, 1 Tintenpatrone

Experiment 13+14: Die Schüler/innen verstehen, welche Stoffe, sich in Wasser lösen und welche Faktoren die Löslichkeit von Stoffen in Wasser beeinflussen.

Benötigte Materialien aus der Box (pro Gruppe): 4 Schraubdeckelgläser, 1 Teelöffel, 2 Plastikgefäße

Zusätzlich (pro Gruppe): Salz, Zucker, Mehl, Sand, Würfelzucker, Speiseöl, Thermometer, Stoppuhr, Wasser mit unterschiedlicher Temperatur

Experiment 15: Die Schüler/innen verstehen, dass beim Lösen von Stoffen in Wasser diese nicht verschwinden und wiedergewonnen werden können.

Benötigte Materialien aus der Box (pro Gruppe): 1 Schraubdeckelgefäß, 1 Teelöffel, 1 Teelicht

Zusätzlich (pro Gruppe): Salz, 0,5 l warmes Wasser

Experiment 16+17: Die Schüler/innen lernen verschiedene Methoden der Reinigung von Schmutzwasser kennen.

Benötigte Materialien aus der Box (pro Gruppe): 4 Schraubdeckelgläser, 1 Sieb, 1 Kaffefilteraufsatz, 1 Teelöffel

Zusätzlich (pro Gruppe): 1 Tintenpatrone, Kaffeesatz, Sand, zerkleinerte Zahnstocher, Salz, 3 Kaffeefilter, Aktivkohle (gemörserte Kohletabletten oder im Aquariengeschäft erhältlich)

Wissenssicherung: Schüler/innen sollen ähnlich der Einstiegseinheit ihre Vorstellungen zum Thema Wasser anhand folgender Fragen noch einmal verschriftlichen.

In welchen verschiedenen Formen kommt Wasser auf der Erde vor?
Warum schwimmen Eiswürfel im Limonadeglas und gehen nicht unter?
Welche Materialien kann ich in Wasser auflösen und welche nicht?
Kann man Öl und Wasser vermischen?
Wie kann man verschmutztes Wasser wieder reinigen?

Anschließend sollen die Schüler/innen ihre Notizen mit ihren Vorstellungen vor dem Projektunterricht vergleichen.

Wasser-Forschungsmappe von

Meine eigenen Gedanken zum Thema Wasser

In welchen verschiedenen Formen kommt Wasser auf der Erde vor?

Warum schwimmen Eiswürfel im Limonadeglas und gehen nicht unter?

Welche Materialien kann ich in Wasser auflösen und welche nicht?

Kann man Öl und Wasser vermischen?

Wie kann man verschmutztes Wasser wieder reinigen?

Experiment 1: Lässt ein Wintermantel den Schneemann schneller schmelzen?

Material: 4 Eiswürfel, 2 Schraubdeckelgläser, Schal

!! Einigt euch in der Gruppe, welches Kind Recht hat !!

Wir glauben _____ hat Recht, weil _____

_____

Plant mit den Materialien einen Versuch, um rauszufinden, wer Recht hat. Zeichnet euren Versuch auf.

Was könnt ihr beobachten? Welche Würfel schmelzen schneller?

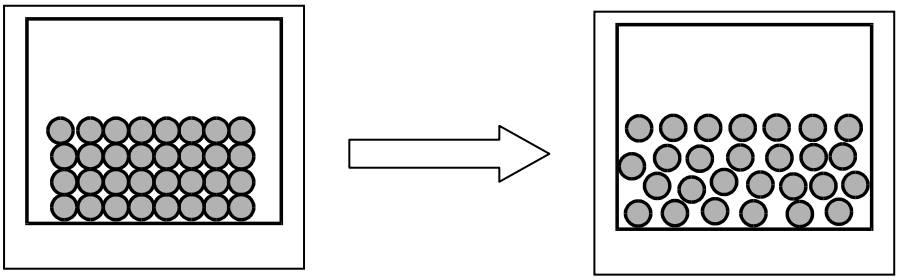
_____

_____

_____

Schnee und Eis schmelzen - wenn es warm genug ist - zu _____. Der Mantel führt dazu, dass der Schneemann _____ schmilzt. Er hindert die Wärme daran, schnell zum Schneemann durchzudringen. Gleichzeitig hilft uns ein Mantel im Winter, dass die Körperwärme nicht sofort an die kalte Luft abgeben wird. Er hält uns also warm. Stoffe, die zwar selber keine Wärme produzieren, aber den Wärmeaustausch mit der Luft verringern, nennt man _____. (Setze ein: Isolatoren, Wasser, langsamer)

Die folgende Zeichnung zeigt, was mit den Wasserteilchen passiert, wenn Eis zu Wasser schmilzt. Beschreibe den Unterschied zwischen Eis und Wasser.



Eis Wasser

_____

_____

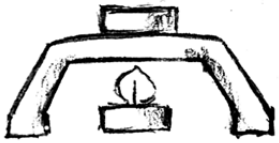
_____

_____

Experiment 2: Wohin verschwindet das Wasser?

Material: 2 Teelichter, Stövchen, 1 Schraubdeckelglas, Wasser

Fülle das Metallschiffchen eines Teelichtes zu $\frac{1}{4}$ mit Wasser und stelle es auf das Stövchen. Erwärme das Wasser mit dem zweiten Teelicht.



! Achtung Metallschiffchen wird heiß !

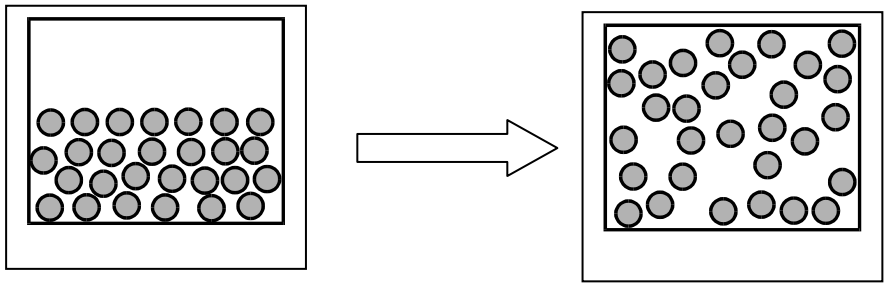
Beobachte genau was passiert und schreibe es auf.

_____

_____

_____

Die folgende Zeichnung zeigt, was mit den Wasserteilchen passiert, wenn Wasser durch Erwärmen zu Wasserdampf wird. Beschreibe den Unterschied zwischen Wasser und Wasserdampf.



Wasser Wasserdampf

_____

_____

_____

Stelle ein Glas über das dampfende Wasser und beobachte was passiert. Zeichne deine Beobachtung in die Grafik ein und beschreibe deine Beobachtung.

_____

_____

_____

_____

_____

Wenn der _____ an der Glasfläche abkühlt, entstehen _____. Die Umwandlung von Wasser zu Wasserdampf durch Erwärmung nennt man _____. Die Umwandlung von Wasserdampf zu Wasser durch Abkühlung nennt man _____. (Verdampfen, Wassertropfen, Kondensieren, Wasserdampf)

Das Wichtigste, das ich heute herausgefunden habe, ist:

_____

_____

_____

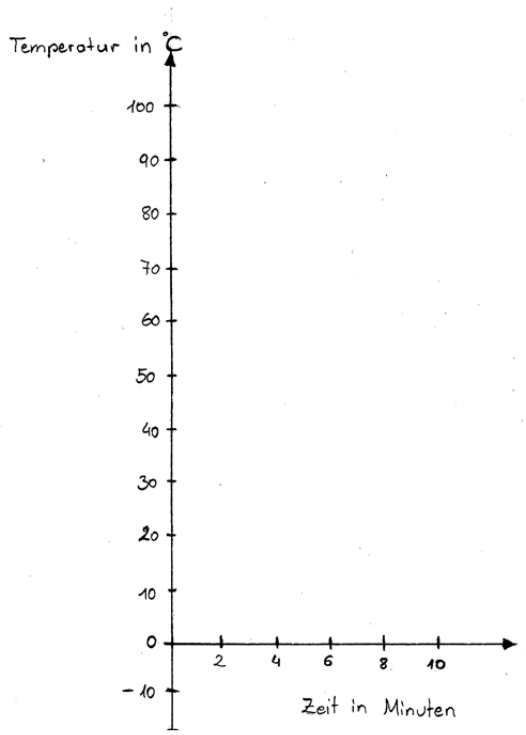
Experiment 3: Bestimmung von Schmelz und Siedetemperatur von Wasser

Material: 1 Topf, 10 Eiswürfel, 1 Heizplatte, 1 Thermometer

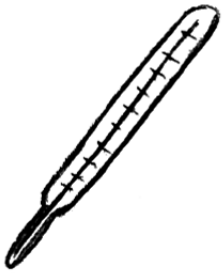
Gib die Eiswürfel in den Topf und erwärme das Ganze auf der Heizplatte.

Miss alle 2 Minuten die Temperatur mit dem Thermometer und trage die Ergebnisse in die Tabelle ein. Versuche herauszufinden, bei welcher Temperatur das Eis schmilzt und das Wasser verdampft.

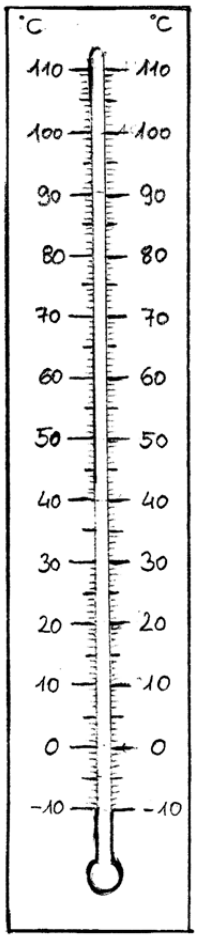
Zeit in Minuten	Temperatur ° C	Eis, Wasser oder Wasserdampf
Beginn		
2 min		
4 min		
6 min		
8 min		
10 min		

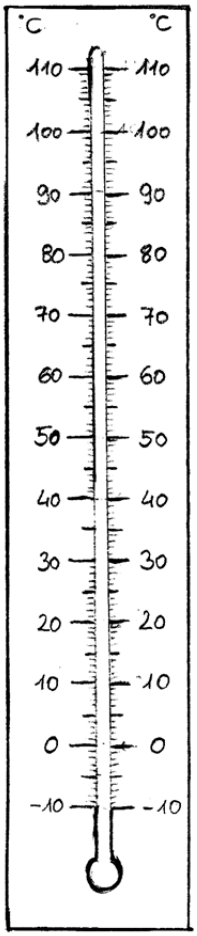


Erstelle aus der Tabelle eine Grafik!



Trage ein, bei welcher Temperatur Eis zu Wasser schmilzt (Schmelzpunkt) und bei welcher Temperatur Wasser zu Wasserdampf verdampft (Siedepunkt).





Schmelzpunkt von Wasser

Siedepunkt von Wasser

Das Wichtigste, das ich heute herausgefunden habe, ist:

_____

_____

_____

Experiment 4: Regen, Tau und Reif

Material: 1 Schraubdeckelglas mit Deckel, 1 Dose (ohne Papier), 20 Eiswürfel, Salz, 1 Esslöffel

Fülle das Glas mit Eiswürfel und stelle es auf deinen Tisch. Beobachte, was an der Glasaußenfläche passiert. Zeichne deine Beobachtung auf.

Woher kommt die Feuchtigkeit? Was glaubst du?

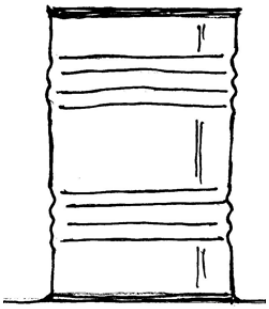
_____

_____

_____

Wenn die warme Luft abkühlt, entstehen _____. Diesen Prozess nennt man _____. Das kondensierte Wasser war zuvor als _____ in der Luft. Wenn warme Luft in der Nacht abkühlt, bilden sich an den Grashalmen Wassertropfen, sogenannter _____. Wenn warme und feuchte Luft in der Atmosphäre aufsteigt, wird diese Luft ebenfalls abgekühlt. Es entstehen _____. (Kondensation, Tau, Wassertropfen, Wasserdampf, Regenwolken).

Fülle die Dose mit 10 Eiswürfeln und gib 3 Esslöffel Salz dazu. Rühre diese Mischung gut um und stelle die Dose auf den Tisch. Beobachte, was an der Glasaußenfläche passiert. Zeichne deine Beobachtung auf.



Woher kommt die Feuchtigkeit? Was glaubst du?

_____

_____

_____

Die Mischung aus Eiswürfel und Salz wird sehr, sehr kalt (- 10° C). Der _____ in der Luft wird nicht zu Wasser, sondern direkt zu _____. Diesen Prozess nennt man _____. Im Winter entstehen auf diese Weise Eiskristalle auf Bäumen oder Autoscheiben. Man nennt diese Eiskristalle _____. (Eis, Resublimation, Wasserdampf, Reif).

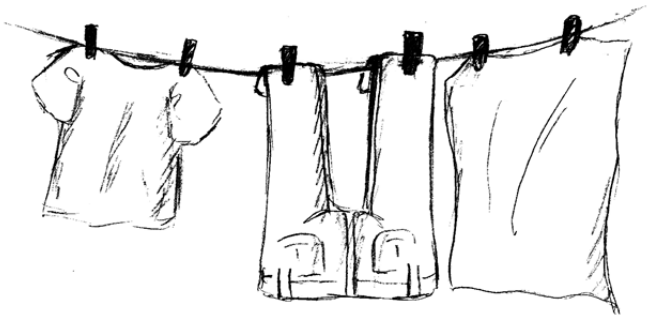
Das Wichtigste, das ich heute herausgefunden habe, ist:

_____

_____

_____

Experiment 5: Wie wird meine Wäsche trocken?



Wie wird die Wäsche trocken?

A: der Wind presst das Wasser aus der Wäsche.

B: die Wassertopfen fallen aus der Wäsche auf den Boden, weil sie schwerer als Luft sind.

C: Das Wasser geht als Dampf in die Luft über.

Ich glaube Antwort ___ ist richtig, weil _____

_____

Lege ein Stück befeuchtete Watte in eine Schüssel. Bedecke die Schüssel mit einer Folie und stelle sie an das Fenster. Beobachte, was in der Schüssel passiert und schreibe es auf.

_____

_____

_____

_____

Wie fühlt sich die Watte nach einem Tag an?

_____

_____

Wohin ist die Flüssigkeit verschwunden?

_____

_____

Das Wichtigste, das ich heute herausgefunden habe, ist:

_____

_____

_____

Experiment 6: Dichte

Material: 3 gleich große Plastikgefäße mit Deckel (ganz gefüllt mit Sand, Mehl, Federn), 1 Wanne mit Wasser

Was entscheidet, ob ein Gegenstand sinkt oder schwimmt? Notiere deine Gedanken dazu.

_____

_____

_____

Überleg dir, welches der drei Gefäße sinkt oder schwimmt. Bevor du es ausprobierst, stelle eine Vermutung auf.

Material	Meine Vermutung		Meine Beobachtung	
Gefäß gefüllt mit Sand	Sinkt	Schwimmt	Sinkt	Schwimmt
Gefäß gefüllt mit Mehl	Sinkt	Schwimmt	Sinkt	Schwimmt
Gefäß gefüllt mit Federn	Sinkt	Schwimmt	Sinkt	Schwimmt

Die Gefäße gehen, obwohl sie gleich groß sind, teilweise unter, teilweise schwimmen sie.

Gleich große Gegenstände können unterschiedlich schwer sein. Wie schwer ein Gegenstand ist, hängt von seiner **Dichte** ab. Gold hat zum Beispiel eine viel höhere Dichte als Wasser, deshalb geht eine Goldmünze in Wasser unter. Fichtenholz hat eine geringere Dichte als Wasser, deshalb schwimmt ein Baumstamm auf dem Wasser.

Experiment 7: Dichte unterschiedlicher Flüssigkeiten

Material: 1 Schraubdeckelglas, Speiseöl, farbigen Sirup, Wasser, eine Büroklammer, 1 Traube, 1 Schraube, 1 Korken, 1 Löffel

1. Gieße Öl in eine Glas, sodass es ungefähr 5 cm gefüllt ist.
2. Gieße jetzt langsam gleichviel Wasser dazu.
3. Und zum Schluss noch einmal gleich viel Sirup
4. Lege nun mit dem Löffel die einzelnen Gegenstände auf die Flüssigkeiten

Zeichne auf, was du beobachtest! Zeichne genau auf, wo die einzelnen Gegenstände liegen bleiben.

Zeichen die verwendeten Materialien und Flüssigkeiten nach ihrer Dichte auf folgendem Pfeil.

Geringere Dichte **Höhere Dichte**

Experiment 8: Unterwasservulkan

Material: ein großes Glasgefäß mit kaltem Wasser, eine kleine Glasflasche, heißes Wasser, kleiner Trichter, Tinte

Bist du in einem See schon einmal nach unten getaucht? Wo ist das Wasser kälter? An der Oberfläche oder tiefer unten?

_____

_____

Mische das heiße Wasser mit Tinte und fülle es mit dem Trichter in die kleine Glasflasche. Stelle die Flasche in das Glas mit der kalten Flüssigkeit (die Flasche muss ganz unter Wasser stehen). Zeichne auf, was du beobachtest.

Kannst du deine Beobachtung erklären?

_____

_____

!!Warmes Wasser hat eine _____ Dichte als kaltes Wasser!!

Experiment 9: Was passiert mit Wasser beim Gefrieren?

Material: 1 Plastikgefäß, Gefrierfach, 1 Schraubdeckelglas, Wasser, 1 Eiswürfel

Fülle das Plastikgefäß bis zum Überlaufen mit Wasser und stelle es über Nacht in ein Gefrierfach. Zeichne am nächsten Tag auf, was mit dem Wasser passiert ist. Schreibe auch auf, was du beobachtet hast.

_____

_____

_____

_____

Was glaubst du, was die geringere Dichte hat (leichter ist) – Wasser oder gefrorenes Wasser? _____

Gebt den Eiswürfel in das Glas und füllt es bis zum Übergehen mit Wasser. Zeichne ein, was passiert.

Gefrorenes Wasser ist _____ als Wasser. Aus diesem Grund ist die Eisschicht bei einem gefrorenen See an der Oberfläche und nicht am Boden. Bei 4°C hat Wasser die höchste Dichte (und ist am schwersten).

Experiment 10: Oberflächenspannung

Material: 2 Pipetten, 1 Euro Münze, 1 Schraubdeckelglas, einige 20 Cent Münzen, gemahlener Pfeffer, Spülmittel, 1 neues, noch ungewaschenes Geschirrtuch, 1 Papiertaschentuch, 1 Büroklammer

1. Was glaubst du, wie viele Tropfen Wasser passen auf eine 1 Euro Münze passen?

Tropfe – nachdem du eine Vermutung aufgestellt hast - mit der Pipette einzelne Wassertropfen auf die Münze. Zeichne deine Beobachtung auf.

Meine Vermutung: ___ Tropfen

Meine Beobachtung: ___ Tropfen

Mache denselben Versuch mit einer Spülmittellösung (Wasser mit 10 Tropfen Spülmittel) und der zweiten Pipette. Was kannst du beobachten?

_____

_____

2. Fülle ein Glas bis zum Rand mit Wasser. Was glaubst du, wie viele 20 Cent Münzen du vorsichtig in das Wasser gleiten lassen kannst, ohne dass es übergeht? Zeichne deine Beobachtung auf.

Meine Vermutung: ___ Münzen

Meine Beobachtung: ___ Münzen

Beschreibe, was du in diesen zwei Versuchen beobachtet hast.

_____

_____

_____

3. Fülle ein Glas fast bis zum Rand mit Wasser. Danach streust du vorsichtig gemahlenen Pfeffer auf die Wasseroberfläche, so dass die ganze Oberfläche schwarz ist. Versuche nun, mit dem Zeigefinger **vorsichtig** auf die Wasseroberfläche zu drücken. Was wird passieren?

A: Der Finger wird nass und der Pfeffer bleibt dran kleben.

B: Ich kann mit dem Finder das Wasser nach unten biegen.

C: Der Pfeffer sinkt auf den Glasboden ab.

Ich glaube Antwort ___ ist richtig, weil _____

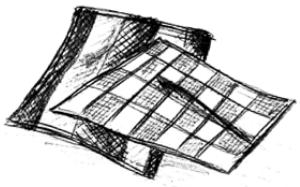
_____

Zeichne deine Beobachtung auf. Gib anschließend einen Tropfen Spülmittel in das Wasser und zeichne auf was passiert.

Die Wasserteilchen an der Wasseroberfläche (an der Grenze zu Luft) werden von den anderen Wasserteilchen angezogen, aber nicht von den Luftteilchen. Durch diese Anziehung nach unten bildet sich eine Art Haut. Diese Eigenschaft nennt man **Oberflächenspannung**. Suche im Internet Bilder von einem Wasserläufer und überlege, warum für dieses Tier die Oberflächenspannung wichtig ist.

_____

4. Gib mit einer Pipette einen Tropfen Wasser auf das neue Geschirrtuch und mit der anderen Pipette einen Tropfen Spülmittellösung (Wasser mit 10 Tropfen Spülmittel). Unterscheiden sich die zwei Tropfen? Zeichne deine Beobachtung auf.



Wasser	Spülmittellösung

Warum glaubst du, wird schmutzige Wäsche mit Seife sauberer?

_____

_____

_____

5. Was passiert mit einer Büroklammer, wenn man sie ins Wasser gibt? Probiere es aus und notiere deine Beobachtung.

_____

Lege nun ein Stück Papiertaschentuch in das Wasser und die Büroklammer auf das Papier. Wenn das Papier ganz nass ist, fische es vorsichtig aus dem Glas, ohne dass die Büroklammer untergeht. Zeichne deine Beobachtung ein. Gib anschließend einen Tropfen Spülmittel in das Wasser und zeichne auf was passiert.

Wasser	Wasser mit Spülmittel

Die Büroklammer _____ auf dem Wasser, weil _____

_____

Wenn man einen Tropfen Spülmittel dazugibt, geht die Büroklammer _____, weil _____

_____

Das Wichtigste, das ich heute herausgefunden habe, ist:

_____

_____

_____

Experiment 11: Öl und Wasser mischen

Material: 1 Plastikgefäß mit Deckel, 1 Teelöffel, Speiseöl, Wasser

Fülle drei Teelöffel Öl in das Gefäß und anschließend drei Teelöffel Wasser. Zeichne deine Beobachtung auf. Verschließe das Gefäß und schüttel es. Beobachte das Gefäß eine Minute und zeichne deine Beobachtung erneut auf.

VOR DEM SCHÜTTELN	NACH DEM SCHÜTTELN

Kann man Wasser und Öl mischen? _____

Ob man Flüssigkeiten mischen kann, hängt von der Struktur der Flüssigkeitsteilchen ab. Zeichne hier die Struktur der Wasserteilchen und Ölteichen auf!

Was bedeutet der Spruch „Gleiches löst sich in Gleichem"?

_____

_____

Experiment 12: Schwebender Tintentropfen

Materialien: 1 Schraubdeckel, Wasser, Speiseöl, 1 Tintenpatrone, 1 Teelöffel

Fülle das Glas mit Wasser und gib fünf Teelöffel Öl dazu. Tropfe nun langsam einzelne Tintentropfen in das Gefäß. Zeichne auf, was passiert.

Denke an den Satz „Gleiches löst sich in Gleichem". Sind die Tintenteilchen dem Wasser oder dem Öl ähnlicher?

Tintenteichen sind _____ ähnlicher, weil _____

_____

Das Wichtigste, das ich heute herausgefunden habe, ist:

_____

_____

_____

Experiment 13: Löslichkeit von Stoffen

Material: 4 kleine Schraubdeckengläser, 1 Teelöffel, Wasser, Salz, Zucker, Mehl, Sand, 2 Würfelzucker, Speiseöl, 2 Plastikgefäße

Fülle alle 4 Gefäße mit Wasser. Überlege dir, welcher der folgenden Stoffe sich in Wasser auflöst und schreibe es auf. Gebt anschließend jeweils einen Teelöffel des Stoffes in das Gefäß, rührt um und beobachtet was passiert.

Stoffe	**Meine Vermutung**		**Meine Beobachtung**	
Salz	Löslich	Nicht Löslich	Löslich	Nicht Löslich
Mehl	Löslich	Nicht Löslich	Löslich	Nicht Löslich
Zucker	Löslich	Nicht Löslich	Löslich	Nicht Löslich
Sand	Löslich	Nicht Löslich	Löslich	Nicht Löslich

Wenn du die Löslichkeit von Salz und Zucker vergleichst. Lösen sich diese Stoffe gleich gut?

_____

_____

Löst sich Zucker in Wasser oder in Öl besser? Was glaubst du?

_____

Plane ein Experiment, um herauszufinden, ob sich Zucker in Öl oder Wasser besser löst. Zeichne das Experiment und deine Beobachtung auf.

Experiment 14: Löslichkeit bei unterschiedlichen Temperaturen

Material: 2 Schraubdeckelgäser, Würfelzucker, Wasser mit unterschiedlicher Temperatur, Stoppuhr, Thermometer

Löst sich Zucker in warmem Wasser auch auf?

A: Ja, sogar schneller.

B: Ja, genau so schnell wie in kaltem Wasser.

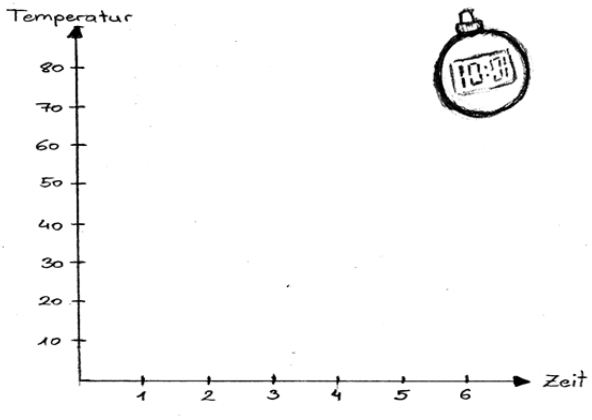
C: Ja, aber langsamer als in kaltem Wasser.

D: Nein, in heißem Wasser löst sich Zucker nicht auf.

Ich glaube Antwort ___ ist korrekt, weil _____

_____.

Plane ein Experiment, um deine Vermutung zu überprüfen und halte die Ergebnisse in einer Tabelle fest.



Betrachte die erstellte Tabelle. Wie beeinflusst die Temperatur die Löslichkeit von Soffen? _____

_____

_____

Glaubst du, man kann wasserunlösliche Stoffe (Sand oder Öl) in heißem Wasser auflösen? _____

Plane einen Versuch dazu und zeichne die Ergebnisse auf.

Die Löslichkeit eines Stoffes hängt ab von der _____ des Stoffes („Gleiches löst Gleiches") und der _____. Je _____ das Lösungsmittel ist, desto _____ löst sich der Stoff auf. Unlösliche Stoffe lösen sich auch bei höheren Temperaturen nicht. Bei einer Erhöhung der Temperatur um _____ °C, wird die Lösungsgeschwindigkeit _____, weil sich die Wasserteilchen viel _____ bewegen und die Kanten des Würfelzuckers schneller angreifen können (setze ein: verdoppelt, 10, Temperatur, Struktur, schneller, wärmer, schneller).

Das Wichtigste, das ich heute herausgefunden habe, ist:

_____

_____

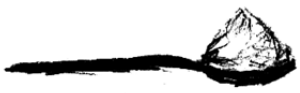
_____

Experiment 15: Wie viel Salz kann man in warmem Wasser lösen?

Material: Salz, 1 Teelöffel, 1 Schraubdeckelglas mit Deckel, 0,5 Liter warmes Wasser, Teelicht

Was glaubst du, wie viele Teelöffel Salz kann man in warmem Wasser auflösen? _____ Teelöffel

Gib einen Teelöffel Salz in warmes Wasser und rühre so lange um, bis das gesamte Salz aufgelöst ist. Wiederhole diesen Vorgang, bis sich das Salz nicht mehr auflöst. Zeichne das Experiment auf. Was passiert, wenn man noch mehr Salz dazugibt?



___ Teelöffel Salz konnte ich in einem halben Liter warmen Wasser auflösen. Wenn ich mehr Salz dazugebe, passiert folgendes:

_____

_____

_____

Wenn kein Salz mehr aufgenommen werden kann, nennt man eine Lösung **gesättigt** (Weil die Lösung so satt ist, dass sie nichts mehr aufnehmen kann).

Untersuche die gesättigte Salzlösung mithilfe deiner Augen, Nase und Zunge. Wie unterscheidet sich die Lösung von normalem Wasser?

_____

_____

Was glaubst du passiert, wenn wir einen Löffel Salzlösung über einem Teelicht erwärmen?

_____

_____

Führe den Versuch durch und zeichne deine Ergebnisse ein. **!Achtung – der Löffel wird heiß!**

Fülle den Metalldeckel mit der Salzlösung und stelle ihn auf das Fensterbrett. Beobachte zwei, drei Tage, was passiert und schreibe deine Beobachtung auf.

_____

_____

Das Wichtigste, das ich heute herausgefunden habe, ist:

_____

_____

_____

Experiment 16: Schmutzwasser herstellen und reinigen

In den folgenden Experimenten werden wir Wasser reinigen. Dazu brauchen wir aber erst mal Schmutzwasser, das wir reinigen können.

Material: 1 Schraubdeckelglas, Wasser, 1 Tropfen blaue Tinte, Kaffeesatz, Sand, kleine Holzstücke (z.B. zerkleinerte Zahnstocher), Kochsalz, 1 Teelöffel

Fülle das Glas zur Hälfte mit Wasser und gib anschließend einen Teelöffel Salz, einen Teelöffel Sand und einen Teelöffel Kaffeesatz dazu.

Gebt nun noch die Holzstückchen und **1 Tropfen** blaue Tinte dazu. Erstellt eine Zeichnung des verunreinigten Wassers und beschriftet diese.

Experiment 17: Mechanische Reinigung von Schmutzwasser

Material: Glas mit Schmutzwasser, 2 kleine Schraubdeckelgläser, 1 Sieb, 1 Kaffeefilteraufsatz und 1 passendes Filterpapier

Reinigen durch Sieben

Gieße das Schmutzwasser vorsichtig durch das Sieb in ein anderes Glas.

Was bleibt im Sieb hängen: _____

_____

Beschreibe das „gesiebte" Wasser: _____

_____

Reinigen durch Filtrieren

Falte den Kaffeefilter so, dass er in den Filteraufsatz passt, lege ihn hinein und stelle das Ganze auf ein Glas. Gieße das „gesiebte" Wasser in den Kaffeefilter.

Was bleibt im Filter hängen: _____

_____

Beschreibe das „filtrierte" Wasser: _____

_____

Reinigen mit Aktivkohle

Material: 1 Schraubdeckelglas, 1 Kaffeefilteraufsatz und 2 passende Filterpapiere, filtriertes Wasser aus dem vorigen Versuch, Aktivkohle, 1 Teelöffel

Mischt das gefilterte Wasser mit 1 Teelöffel Aktivkohle und rührt gut um.

Wie schaut das Wasser jetzt aus? _____

Falte zwei Kaffeefilter so, dass sie in den Filteraufsatz passen und lege sie hinein. Gieße das Schmutzwasser in den Kaffeefilter.

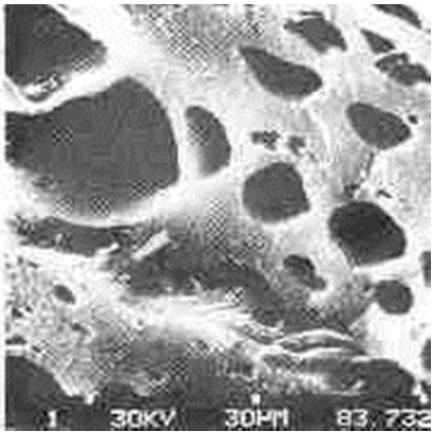
Was bleibt im Filter hängen: _____

_____

Beschreibe das mit Aktivkohle gereinigte Wasser: _____

_____

Unter dem Mikroskop betrachtet, sieht man, dass Aktivkohle ganz viele kleine Öffnungen besitzt. An diesen Öffnungen können sich ganz kleine Teilchen (z.B. im Wasser aufgelöste Tintenteilchen) anheften. Die Kohle saugt die Tinte auf wie ein Schwamm. Wenn anschließend die Kohle abfiltriert wird, bleibt „sauberes" Wasser über.



Stark vergrößerte Oberfläche der Aktivkohle (© Lurgi GmbH)

Ist das gereinigte Wasser wirklich sauber?

Material: das „saubere" Wasser aus dem vorigen Versuch, 1 Teelicht, 1 Teelöffel

Überlege noch einmal, was alles im ursprünglichen Schmutzwasser drinnen war. Was glaubst du passiert, wenn wir einen Löffel mit dem jetzt gereinigten Wasser über einem Teelicht erwärmen?

_____

_____

Führe den Versuch durch und zeichne deine Ergebnisse ein. **!Achtung – der Löffel wird heiß!**

Kannst du deine Beobachtung erklären?

_____

_____

Das Wichtigste, das ich heute herausgefunden habe, ist:

_____

_____

_____

Was ich zum Thema Wasser herausgefunden habe:

In welchen verschiedenen Formen kommt Wasser auf der Erde vor?

_____

_____

_____

Warum schwimmen Eiswürfel im Limonadeglas und gehen nicht unter?

_____

_____

_____

Welche Materialien kann ich in Wasser auflösen und welche nicht?

_____

_____

_____

Kann man Öl und Wasser vermischen?

_____

_____

_____

Wie kann man verschmutztes Wasser wieder reinigen?

_____

_____

_____

Weiterführende Literatur zu forschendem Lernen:

Bertsch, Ch. (2008). Forschend-begründendes Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Dissertation am Institut für LehrerInnenbildung und Schulforschung, Universität Innsbruck.

http://www.imst.ac.at/imst-wiki/images/2/2b/Dissertation_ChristianBertsch.pdf

Drechsler-Köhler, B. (2005). Nawi - geht das? Theoretische Grundlagen und experimentelle Zugänge zu chemischen und physikalischen Inhalten für den Sachunterricht. Institut für Didaktik der Chemie. J. W. Goethe Universität Frankfurt.

Hintergrundinformation und Materialien zum Thema Forschendes Lernen finden Sie unter www.fibonacci-project.eu

The Fibonacci Project

DISSEMINATING INQUIRY-BASED SCIENCE AND MATHEMATICS EDUCATION IN EUROPE

Eine Liste mit weiterführenden links, interessanten Videos und Materialien zum Thema Forschendes Lernen in der Grundschule finden Sie unter der Facebookgruppe science learning network.