

1 Grundwissen „Wasser“

Das Lebenselixier unseres blauen Planeten

Im ersten Kapitel geht es darum, den Schülerinnen und Schülern die faszinierenden Eigenschaften und Besonderheiten des Wassers verständlich zu machen. Wir beginnen sinnvollerweise mit dem Grundwissen: Wasser aus dem Blickwinkel der Chemie, der Physik, der Geologie, der Wetterkunde und der Biologie. Sie haben Lust, das Thema fachübergreifend zu unterrichten? Eine gute Idee! Apropos „gute Idee“ – ein guter Einstieg ins Thema könnte eine vorangehende Arbeit in Kleingruppen sein. Überschrieben mit: Was mich an Wasser fasziniert. Oder sogar ein Besuch im Schwimmbad, verbunden mit kleinen Experimenten rund ums Wasser, besonders zum Thema Auftrieb.



GRUNDWISSEN „WASSER“

Seite

1.1 Die Eigenschaften des Wassers	3
H-O-H: das Element „Wasser“	5
Die Oberflächenspannung – Wasser hat „Balken“	5
Dichteanomalie – Wasser ist anders	6
Wasser als Lösungsmittel	7
Die Aggregatzustände – Wasser hat viele Gesichter	7
Wärmespeichervermögen – frische Luft an heißen Tagen	7
1.2 Wasser auf unserer Erde	21
Der Wasservorrat	23
Der Wasserkreislauf	23
1.3 Wasser und Boden – saubere Arbeit Hand in Hand	27
Boden lebt	29
Der Boden als Wasserfilter	29

Die Eigenschaften des Wassers

1.1

Zuerst wird der Aufbau des Wassermoleküls, sein Dipolcharakter und die Wasserstoffbrückenbindung, erklärt. Dieser ist der Schlüssel für die Eigenschaften und Besonderheiten des Wassers: Oberflächenspannung und Dichteanomalie, das Wasser als Lösungsmittel und die drei Aggregatzustände des Wassers. Sie lassen sich durch einfache Versuche anschaulich vermitteln.

Lehrerlexikon und Unterrichtsmaterialien

Themen	Seite
---------------	--------------

Das Element Wasser

	Internet Wasser im Physikunterricht mit virtuellem Materiallabor _____	5
	Selbermachen Bau eines Wassermoleküls _____	5

Die Oberflächenspannung

	Experiment Die Wasserwette _____	5
	Internet Flash-Trickfilm _____	5
	Arbeitsblatt 1.1 Warum kann eine Büroklammer schwimmen? _____	9
	Arbeitsblatt 1.2 Ein Motorboot _____	11

Dichteanomalie

	Internet Flash-Trickfilm _____	6
	Selbermachen Der winterliche See im Karton _____	6
	Arbeitsblatt 1.3 Mehr Wasser oder mehr Eis? _____	13
	Arbeitsblatt 1.4 Nicht normal? Wasser und Eis _____	15

Wasser als Lösungsmittel

	Internet Flash-Trickfilm Lösungsvorgang von Salz im Wasser _____	7
	Arbeitsblatt 1.5 Wasser – nur H ₂ O? _____	17

Die Aggregatzustände

	Experiment Wärmeausdehnung _____	7
	CD-ROM Lernspiel Wasserlabor – die Aggregatzustände	

Wärmespeichervermögen

	Arbeitsblatt 1.6 Ein selbst gebauter Kühlschrank ohne Strom _____	19
---	---	----

Die Eigenschaften des Wassers

H-O-H: das Element „Wasser“

Laut Lexikon ist Wasser eine geschmack- und geruchlose, durchsichtig klare und farblose Flüssigkeit, aber was ist Wasser wirklich? Wasser besteht aus winzigen Wassermolekülen. Jedes Wassermolekül setzt sich aus drei Atomen zusammen, und zwar aus zwei der meistverbreiteten Elemente der Natur, aus einem **Sauerstoffatom** („O“ für Oxygenium) und zwei daran gebundenen **Wasserstoffatomen** („H“ für Hydrogenium): H_2O . Wasser ist ein Stoff mit geradezu wunderbaren Eigenschaften. Das hängt mit einigen Besonderheiten zusammen.

Die Atome eines Wassermoleküls liegen nicht auf einer geraden Linie hintereinander, sondern zwischen den beiden H-Atomen und dem O-Atom liegt ein Winkel von ca. 105 Grad. Außerdem sind die Atome elektrisch unterschiedlich „polarisiert“. Das Sauerstoffatom zieht aufgrund seiner höheren Elektronegativität die negativ geladenen Bindungselektronen stärker an als das Wasserstoffatom.

Durch den gewinkelten Aufbau des Wassermoleküls entsteht so ein **Dipol** (Zweipoligkeit) mit einem negativen Pol am Sauerstoffatom und einem positiven Pol, der von den beiden Wasserstoffatomen gebildet wird. Ein Magnet funktioniert ähnlich. Da sich gleiche Ladungen abstoßen und unterschiedliche Ladungen anziehen, richten sich die Moleküle im Wasser nach gewissen Mustern aus: Zwischen dem Sauerstoffatom eines Wassermoleküls mit negativer Teilladung und einem Wasserstoffatom eines anderen Wassermoleküls mit positiver Teilladung bildet sich eine mehr oder weniger feste Bindung, die sogenannte **Wasserstoffbrücke**. Alle wichtigen Eigenschaften des Wassers sind aus dieser gegenseitigen Anziehung der Wassermoleküle zu verstehen.

Die Oberflächenspannung – Wasser hat „Balken“

Im Wasser gleichen sich die Anziehungskräfte der Teilchen zueinander aus. Jedes Molekül wird von seinen linken und seinen rechten Nachbarn und gleichzeitig von seinen oberen und unteren gleich stark angezogen. An der Wasseroberfläche haben die Moleküle jedoch keinen oberen Nachbarn! Deshalb wirkt auf ein Oberflächenmolekül eine Kraft, die ins Innere der Flüssigkeit gerichtet ist. Sie verleiht der Wasseroberfläche eine besondere Festigkeit, die sogenannte **Oberflächenspannung**. Durch diese Oberflächenspannung verhält sich das Wasser so, als ob es eine dünne, tragfähige Haut hätte. Die Wassermoleküle halten an der Wasseroberfläche so stark zusammen, dass sogar kleine Insekten, wie der Wasserläufer, darauf laufen können oder eine Wasserschnecke mit ihrem Fuß kopfüber unter Wasser an der Wasseroberfläche entlangkriechen kann.



Internet

Zur Vertiefung des Themas Wasser im Physikunterricht: Unter www.wissen.swr.de/warum/schiffe/themenseiten/t2/s1.html können Sie in einem virtuellen Materiallabor das Prinzip des Archimedes ausprobieren.



Selbermachen

Bau eines Wassermoleküls: Die Schüler basteln ein Modell, zum Beispiel aus Styroporkugeln und Zahnstochern.



Experiment

Die „Wasserwette“ als Einstieg in das Thema Oberflächenspannung: Ein Glas wird randvoll mit Wasser gefüllt, dann gewettet – wie viele Zehncentstücke passen in das Glas, bis das Wasser überläuft? Dabei können die Schüler beobachten, wie sich das Wasser über dem Glas wölbt. (2. Versuch: Dem Wasser wird dieses Mal ein Tropfen Spülmittel hinzugefügt und so die Oberflächenspannung zerstört.)



Info

Die Versuche der Arbeitsblätter 1.1 bis 1.5 können Sie auch als experimentelle Lernstationen einsetzen.



Arbeitsblatt 1.1

Warum kann eine Büroklammer schwimmen? Seite 9



Arbeitsblatt 1.2

Ein Motorboot. Seite 11



Internet

Flash-Trickfilm zum Thema Oberflächenspannung: www.rpschmitz.homepage.t-online.de/flashfilme_beschreibung.htm#oberflaeche

1.1 Lehrerlexikon

 **Arbeitsblatt 1.3**
Mehr Wasser oder mehr Eis?
Seite 13

 **Arbeitsblatt 1.4**
Nicht normal? Wasser und Eis.
Seite 15

 **Internet**
Flash-Trickfilm zum Thema Dichteanomalie: www.rpschmitz.homepage.t-online.de/flashfilme_beschreibung.htm#dichteanomalie

 **Selbermachen**
Der winterliche See im Karton: Eine anschauliche Möglichkeit ist das Basteln eines Modells vom Leben im See unterm Eis. Dafür wird ein Karton (als „See“) an der Längsseite aufgeschnitten. So wird der Blick ins Innere des Sees möglich. Die Oberseite stellt die Eisfläche dar und wird mit einem Loch versehen, an dem aus Papier ausgeschnittene oder aus Knete geformte Enten stehen. Die Unterseite des Kartons symbolisiert den Seeboden, in dem sich ein Frosch eingegraben hat. Im Inneren des „Sees“ können nun die Bewohner angebracht oder auch auf die Rückwand des Kartons gemalt werden.

Dichteanomalie – Wasser ist anders

Wem ist das nicht schon einmal passiert? Man hat eine Flasche mit Wasser im Gefrierfach vergessen, und prompt ist sie geplatzt! Warum?

Normalerweise dehnen sich Stoffe mit steigender Temperatur aus, d. h., ihre Dichte (also das Verhältnis von Masse zu Volumen) nimmt ab, die Stoffe „werden leichter“. Und normalerweise ziehen sie sich beim Abkühlen zusammen und gehen bei genügend tiefen Temperaturen in den festen Zustand über. Sie werden dichter und damit schwerer als ihre Flüssigkeit und gehen darin unter. Bei Wasser verhält es sich tatsächlich anders. Es besitzt die ungewöhnliche Eigenschaft, dass es seine größte Dichte und damit das geringste Volumen bei vier Grad Celsius hat. Wasser dehnt sich also aus, wenn es gefriert, und schwimmt als Eis auf der Wasseroberfläche. Es ist also leichter als Wasser. (Ein Liter Wasser wiegt genau ein Kilogramm, ein Liter Eis jedoch nur 917 Gramm.) Das ist nicht „normal“ und deswegen spricht man von der **Dichteanomalie** des Wassers („anomalos“ ist griechisch und bedeutet „abweichend“).

Wie ist das zu erklären? Im festen Zustand sind die Moleküle eines Stoffes normalerweise Platz sparend in einem geordneten Kristallgitter ausgerichtet. Dieses wird beim Schmelzen aufgelöst. Mit steigender Temperatur bewegen sich die Moleküle immer heftiger und beanspruchen dadurch immer mehr Platz. Deshalb dehnen sich die Stoffe mit steigender Temperatur gewöhnlich aus. Wenn dies beim Wasser anders ist, dann hat das einen einfachen Grund: Im Eiskristall sind die Wassermoleküle zwar auch gitterförmig angeordnet, bilden dabei aber relativ große Hohlräume. Beim Schmelzen bricht diese starre Ordnung auseinander, und die Moleküle können sich dichter aneinanderlagern, obwohl sie sich stärker bewegen. Übrigens: Wasser ist der einzige Stoff, bei dem der feste Zustand auf dem flüssigen schwimmt!

Die Dichteanomalie des Wassers ist sehr wichtig für das Leben im Wasser, denn sie bewirkt, dass ein See immer nur von der Oberfläche her zufrieren kann. Unter dem Eis ergibt sich eine stabile Schichtung mit nach unten zunehmenden Temperaturen. Das vier Grad Celsius warme Wasser sammelt sich schließlich am Boden des Gewässers an, da es die höchste Dichte hat. Außerdem ist das Eis ein hervorragendes Isoliermaterial und schützt die darunterliegenden Wasserschichten vor weiterer Abkühlung. Die Konsequenz: Tiefere Seen und Meere frieren nach unten hin nie ganz zu, und so bleibt den Wasserlebewesen im Winter unter dem Eis eine Rückzugsmöglichkeit. Das Gleiche gilt auch für die Flüsse und Bäche. Hier wird die Eisbildung zusätzlich noch durch die Strömung des Wassers erschwert.

Wasser als Lösungsmittel

Und noch eine wichtige Eigenschaft bringt der „Dipol“ Wasser mit sich. Wasser ist ein wichtiges Lösungsmittel, denn geladene Teilchen wie Salze oder andere polare Stoffe wie Säuren oder Alkohol lösen sich exzellent im Wasser. Andererseits werden Substanzen, deren Molekülstrukturen ungeladen und/oder groß sind, vom Wasser abgestoßen. Sie neigen deshalb dazu, sich zusammenzubündeln, und grenzen sich vom Wasser ab. Zwei Beispiele: Kochsalz besteht aus positiv und negativ geladenen Teilchen, es löst sich gut im Wasser auf, Öl hat dagegen keine „freie Ladung“, besteht aus größeren Teilchen und schwimmt – weil es eine geringere Dichte als Wasser besitzt – auf dem Wasser. Da Wasser viele andere chemische Stoffe, auch gasförmige, aufnehmen (lösen) kann, kommt es in der Natur niemals rein vor. Im Grundwasser sind beispielsweise viele Mineralien wie Calcium (Ca^{2+}), Natrium (Na^+) und Magnesium (Mg^{2+}) gelöst. Übrigens dient das Wasser auch im Blut des Menschen als Lösungsmittel.

Die Aggregatzustände – Wasser hat viele Gesichter

Wasser ist der einzige Stoff auf der Erde, der natürlicherweise in allen drei Zustandsformen (Aggregatzuständen) vorkommt:

- ▶ fest als Schnee und Eis
- ▶ flüssig als Grundwasser oder Oberflächenwasser in Form von Regen oder Wolken
- ▶ gasförmig als unsichtbarer Wasserdampf in der Luft

Am „normalsten“ erscheint uns Wasser flüssig. Das gilt für Temperaturen zwischen null Grad Celsius und 100 Grad Celsius. Unter null Grad (**Gefrierpunkt**) erstarren die Moleküle zu Eiskristallen. Wird das Wasser erwärmt, bewegen sich die Wassermoleküle immer schneller und streben auseinander. Bei 100 Grad Celsius, seinem **Siedepunkt**, wechselt Wasser vom flüssigen zum gasförmigen Zustand, das Wasser verdampft. Dafür ist viel Energie, also Wärme notwendig, denn die Wasserstoffbrückenbindungen, die die Moleküle zusammenhalten, müssen gelöst werden. Wasser hat deshalb die größte **Verdampfungswärme** aller Flüssigkeiten. Den Wärmebedarf kann man spüren: Wenn man den Handrücken mit Wasser oder Spucke befeuchtet und pustet, fühlt sich die Haut kühl an (**Verdunstungskälte**). Da das Wasser verdampft, braucht es Wärme, und die wird der Hand entzogen. Kein Wunder, dass es einem kalt ist, wenn man nach dem Schwimmen aus dem Wasser kommt.

Wärmespeichervermögen – frische Luft an heißen Tagen

Ein heißer Sommertag lädt ein zu einem Spaziergang oder Picknick am Fluss. Hier ist es angenehm kühl. Noch eine „magische Eigenschaft“ des Wassers. Wasser ist ein exzellenter Wärmespeicher. Dadurch wirkt es temperaturnausgleichend, denn es erwärmt sich langsamer als das Land und gibt die Wärme auch langsamer wieder ab.



Internet

Flash-Trickfilm Lösungsvorgang von Salz im Wasser: www.rpschmitz.homepage.t-online.de/flashfilme_beschreibung.htm#loesung_salz_wasser



Arbeitsblatt 1.5

Wasser – nur H_2O ? Seite 17



Info

Lassen Sie die Schülerinnen und Schüler recherchieren: Welche Stoffe finden sich im natürlichen Wasser?



Experiment

Ein einfacher, aber spektakulärer Versuch zur Wärmeausdehnung: Eine leere Getränkedose etwa einen Zentimeter hoch mit Wasser füllen und erhitzen (Herdplatte, Bunsenbrenner), bis das Wasser zu kochen beginnt. Dann die Dose mit Hilfe einer Zange umdrehen und blitzschnell mit der Öffnung nach unten in eine mit kaltem Wasser gefüllte Schale tauchen. Die Dose implodiert unter einem lauten Knack.



CD-ROM

Lernspiel Wasserlabor – die Aggregatzustände.



Info

Der „Handrückenversuch“ zur Verdunstungskälte ist auch als Einstieg in das Thema möglich.



Arbeitsblatt 1.6

Ein selbst gebauter Kühlschrank ohne Strom. Seite 19

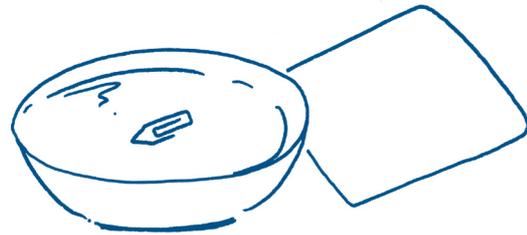


Warum kann eine Büroklammer schwimmen?

Eigentlich schwimmt Metall nicht – es kommt aber darauf an, wie geschickt man sich anstellt ...

Du brauchst dazu:

- ▶ eine Büroklammer
- ▶ ein großes Glas oder eine Schüssel mit Wasser
- ▶ eventuell ein Stück Löschpapier



Lass zuerst die Büroklammer ins Wasser fallen. Was passiert?

Beobachtung _____

Erklärung _____

Versuche nun, die Büroklammer ganz flach auf das Wasser zu legen. Sollte dir das nicht gelingen, kannst du sie auch auf ein Stück Löschpapier und dann auf die Wasseroberfläche legen. Das Löschpapier saugt sich voll und geht unter, aber was passiert mit der Büroklammer?

Beobachtung _____

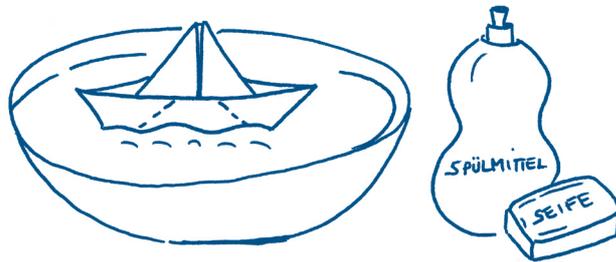
Erklärung _____

Ein Motorboot

Zugegeben, eine Luxusjacht ist es nicht, aber immerhin ...

Du brauchst dazu:

- ▶ ein gefaltetes Schiff aus Papier oder ein aus Korken oder Styropor
- ▶ ausgeschnittenes Schiff
- ▶ eine Schüssel mit Wasser
- ▶ etwas Spülmittel
- ▶ ein Stück Seife



Lass zuerst das Boot zu Wasser. Feuchte eine Fingerkuppe mit etwas Spülmittel an, und halte den Finger hinter deinem Boot ins Wasser. Was passiert?

Beobachtung _____

Erklärung _____

Noch zwei Tipps:

Du kannst auch einen „dauerhaften Antrieb“ für dein Boot bauen: Montiere ein Stückchen Seife an das Heck (hinten). Beim Papierboot ist das etwas schwierig, bei einem Boot aus Kork oder Styropor ganz einfach: Schneide das Heck (hinten) etwas ein, und klemme in den Einschnitt ein kleines Stückchen Seife. Als Rennboote können auch gewöhnliche Streichhölzer dienen, die am hinteren Ende gespalten sind und in die ein Stückchen Seife eingeklemmt wird.

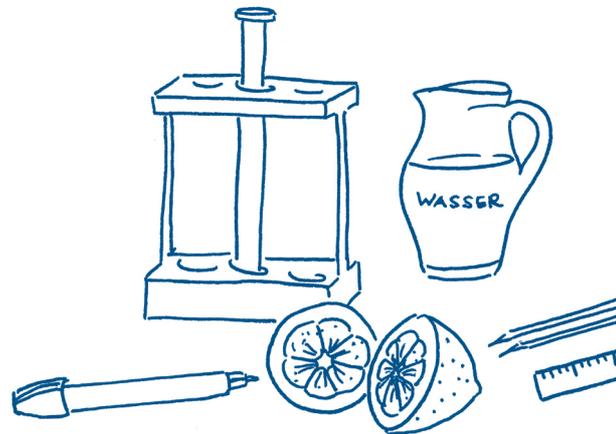
Du kannst dein Motorboot auch als Zaubertrick vorführen, indem du das Spülmittel vorher an deinem Finger trocknen lässt.

Mehr Wasser oder mehr Eis?

Ein Versuch, der auch noch schmeckt. Guten Appetit!

Du brauchst dazu:

- ▶ ein sauberes Reagenzglas
- ▶ einen Reagenzglasständer
(du kannst auch einen möglichst
schmalen Becher oder ein Glas nehmen)
- ▶ Wasser
- ▶ etwas Zitronensaft oder Fruchtsirup
- ▶ ein Holzstöckchen (Schaschlikspieß)
- ▶ einen wasserfesten Filzstift
- ▶ ein Lineal



Zunächst beschriftest du das Reagenzglas mit deinem Namen. Dann füllst du es zu etwa zwei Dritteln mit Wasser. Damit dein Eis auch schmeckt, gibst du etwas Fruchtsirup oder Zitronensaft hinzu und rührst mit dem Holzstab um. Markiere mit dem wasserfesten Filzstift, wie hoch das Reagenzglas jetzt gefüllt ist. Den Holzstab lässt du als „Eisstiel“ drin stecken. Ab ins Gefrierfach.

Bevor du dir dein Eis schmecken lässt ...

Wie viel Eis ist im Reagenzglas? Markiere es mit einem wasserfesten Filzstift.

Beobachtung _____

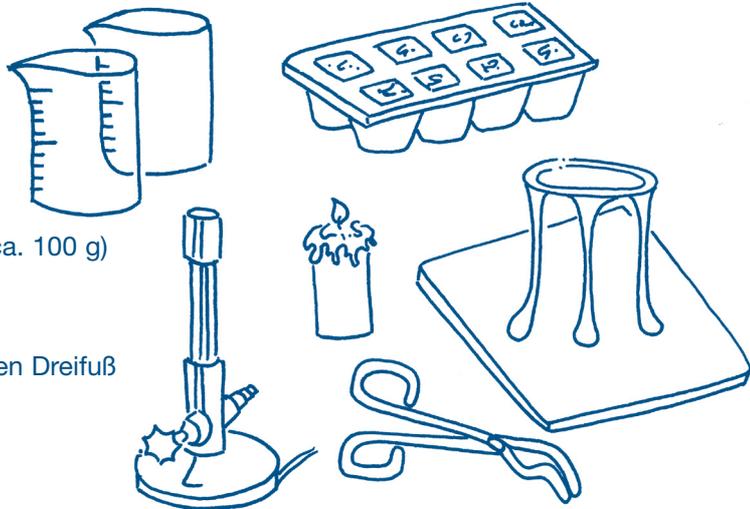
Erklärung _____

Nicht normal? Wasser und Eis

Was schwimmt oben, was geht unter? Und was ist eigentlich normal?

Du brauchst dazu:

- ▶ 2 Bechergläser (feuerfest)
- ▶ Reste einer farblosen Kerze (ca. 100 g)
- ▶ Wasser
- ▶ einen Eiswürfel
- ▶ einen Bunsenbrenner und einen Dreifuß oder eine Herdplatte
- ▶ eine Tiegeltzange
- ▶ eine feuerfeste Unterlage



Gib die Kerzenreste (ohne Docht) in ein Becherglas, behalte aber ein walnussgroßes Stück zurück. Erwärme das Becherglas mit dem Wachs (entweder auf der Herdplatte oder auf dem Dreifuß mit dem Bunsenbrenner), bis das Wachs geschmolzen ist. Stelle das Becherglas mit Hilfe der Zange auf die feuerfeste Unterlage und daneben das andere Becherglas mit ungefähr genauso viel Wasser. Gib jetzt das Eis in das Wasser und das walnussgroße Stück Wachs in das geschmolzene Wachs. Was passiert?

Beobachtung _____

Erklärung _____

Wasser – nur H₂O?

Kann Wasser Flecken machen?

Du brauchst dazu:

- ▶ eine Glasscheibe (ca. 10 x 10 cm)
- ▶ ein Becherglas (feuerfest)
- ▶ destilliertes Wasser
- ▶ Leitungswasser
- ▶ Mineralwasser
- ▶ einen Bunsenbrenner und einen Dreifuß oder eine Herdplatte
- ▶ einen Glasstab
- ▶ einen wasserfesten Stift



Zunächst schreibst du die Zahlen 1, 2 und 3 auf die Glasplatte. Dann füllst du das Becherglas ein bis zwei Zentimeter hoch mit Wasser und legst die Glasscheibe obendrauf. Jetzt bringst du das Wasser zum Kochen (entweder auf der Herdplatte oder auf dem Dreifuß mit dem Bunsenbrenner). Mit dem Glasstab gibst du neben die „1“ ein paar Tropfen destilliertes Wasser, neben die „2“ Leitungswasser und neben die „3“ Mineralwasser. Warte, bis die Wassertropfen auf der Scheibe verdunstet sind.

Beobachtung _____

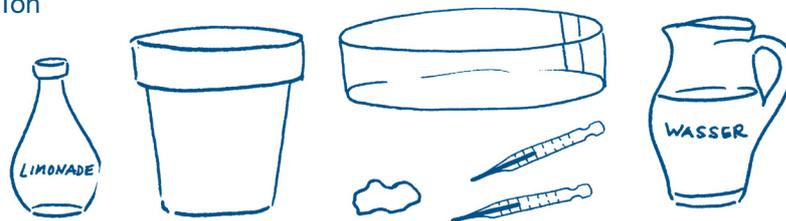
Erklärung _____

Ein selbst gebauter Kühlschrank ohne Strom

Auch an heißen Tagen etwas Kühles zu trinken griffbereit zu haben, ist eigentlich kein Problem.

Du brauchst dazu:

- ▶ einen Blumentopf aus Ton
- ▶ eine flache Schüssel
- ▶ einen Kieselstein
- ▶ eine kleine Limonade
- ▶ 2 Thermometer
- ▶ Wasser



Überlege dir, wie du daraus einen „Kühlschrank“ bauen kannst, und fertige eine Skizze an:

Mein Kühlschrank

Baue den „Kühlschrank“ auf und platziere ihn in der Sonne. Mit den Thermometern kannst du die Lufttemperatur in der Sonne und im Kühlschrank vergleichen. Wie kannst du die Funktionsweise deines „Kühlschranks“ erklären?

Lufttemperatur außen _____

Lufttemperatur im „Kühlschrank“ _____

Erklärung _____

Wasser auf unserer Erde

1.2

Hier soll den Schülerinnen und Schülern deutlich werden, dass wir auf unserer Erde über einen enormen Wasservorrat verfügen. Wasser gibt es mehr als genug, nur ist es sehr ungleich verteilt, und der größte Teil ist Salzwasser und damit für Trink- und Bewässerungszwecke nicht brauchbar.

Die Wasservorräte stehen in einem direkten Zusammenhang mit dem Wasserkreislauf. Er ist einer der wichtigsten Stoffkreisläufe im Naturhaushalt und beruht auf einem einfachen, für die Schülerinnen und Schüler gut nachvollziehbaren Prinzip. Für unseren Wasserhaushalt und für unser Klima ist er von immenser Bedeutung. Gleichzeitig kann beim Thema Wasserkreislauf das zuvor erworbene Wissen über die Eigenschaften und Besonderheiten des Wassers angewendet und vertieft werden.

Lehrerlexikon und Unterrichtsmaterialien

Themen	Seite
Der Wasserkreislauf	
 Internet Interaktiver Wolkensimulator _____	23
 Selbermachen Wandbild Wasserkreislauf _____	24
 Folie 1.1 Der Wasserkreislauf _____	25

Wasser auf unserer Erde

Der Wasservorrat

Auf unserer Erde tummelt sich das Wasser in jeder möglichen Gestalt und Form: Als Ozeane, die die zusammenhängende Wasserfläche der Erde bilden, als fließende Gewässer in Flüssen und Bächen, als stehende Gewässer wie Seen, Tümpel, Teiche und Talsperren oder auch versteckt als Grundwasser.

Die Erde erscheint vom Weltraum aus betrachtet als „Blauer Planet“. Kein Wunder, denn ca. 70 Prozent der Erdoberfläche sind mit Wasser bedeckt, das sind zusammengerechnet rund 1,4 Trilliarden (1.400.000.000.000.000.000) Liter Wasser, eine gigantische Menge. Zum Vergleich: In einen Putzeimer passen rund zehn Liter Wasser.

Doch von diesem enormen Wasserreichtum sind rund 97 Prozent salzhaltig und nur etwa drei Prozent Süßwasser. Ein Großteil davon ist wiederum entweder in den Eiskappen am Nord- und Südpol und als Gletscher gefroren oder als Grundwasser vorhanden. Das Süßwasser der Flüsse und Seen macht nur 0,01 Prozent der gesamten auf der Erde vorhandenen Wassermenge aus. Da die Süßwasserreserven sehr ungleichmäßig auf der Erde verteilt sind, gibt es viele Länder und Kontinente mit Wasserknappheit.

Der Wasserkreislauf

Wasser bewegt sich in einem immerwährenden, genialen Kreislauf. Der „Motor“ dafür ist die Sonne: Durch die Wärme der Sonne verdunstet ständig Feuchtigkeit, am meisten aus den Ozeanen, aber auch aus den Flüssen und Seen und über dem Festland. Dabei entsteht Wasserdampf, und da dieser leichter ist als Luft, steigt er nach oben in die Atmosphäre und wird durch den Wind verteilt. In kühleren Höhen kondensiert der Wasserdampf, wird also wieder flüssig, und es entstehen Wolken. Wolken sind demnach nichts anderes als viele kleine Wassertröpfchen, die in der Luft schweben. Ganz so einfach ist das mit dem Kondensieren des Wasserdampfs allerdings nicht, denn Wasserdampf neigt dazu, gasförmig zu bleiben. Erst wenn sogenannte **Kondensationskerne** vorhanden sind, wechselt er tatsächlich vom gasförmigen (Dampf) in den flüssigen Zustand (Tröpfchen). Als Kondensationskerne dienen winzige Staubteilchen, die immer in der Luft vorhanden sind. Bevor ein Wolkentröpfchen als Niederschlag zu Boden fällt, muss es ordentlich wachsen: An dem Wolkentröpfchen kondensiert weiterer Wasserdampf, und so wird es langsam größer. Schließlich wird der Tropfen so schwer, dass er Richtung Erde fällt. Ob es dann regnet, schneit oder auch hagelt, hängt von der Temperatur ab. Der größte Teil des Niederschlags verdunstet wieder oder fließt in Bäche, Flüsse und letztendlich ins Meer. Ein anderer Teil versickert im Boden und kann von den Pflanzen aufgenommen und von



Querverweis

Kapitel 4. Nachhaltigkeit. Seite 95



Info

Von James Krüss gibt es ein Gedicht mit dem Titel „Das Wasser“, das sehr schön den Wasserkreislauf beschreibt.



Folie 1.1

Der Wasserkreislauf. Seite 25



Internet

Einen interaktiven Wolkensimulator gibt es beim SWR Wissen-Warum Physik unter www.swr.de/warum/regen/themenseiten/t2/s1.html

1.2 Lehrerlexikon



Querverweis

Kapitel 5.1. Regenwasser- und Grundwasserbewirtschaftung.
Seite 161–162



Selbermachen

Sie können mit den Schülerinnen und Schülern auch ein möglichst großes Wandbild zum Thema Wasserkreislauf zeichnen und im Klassenraum aufhängen.



Querverweis

Kapitel 3. Mensch und Wasser.
Seite 59



Querverweis

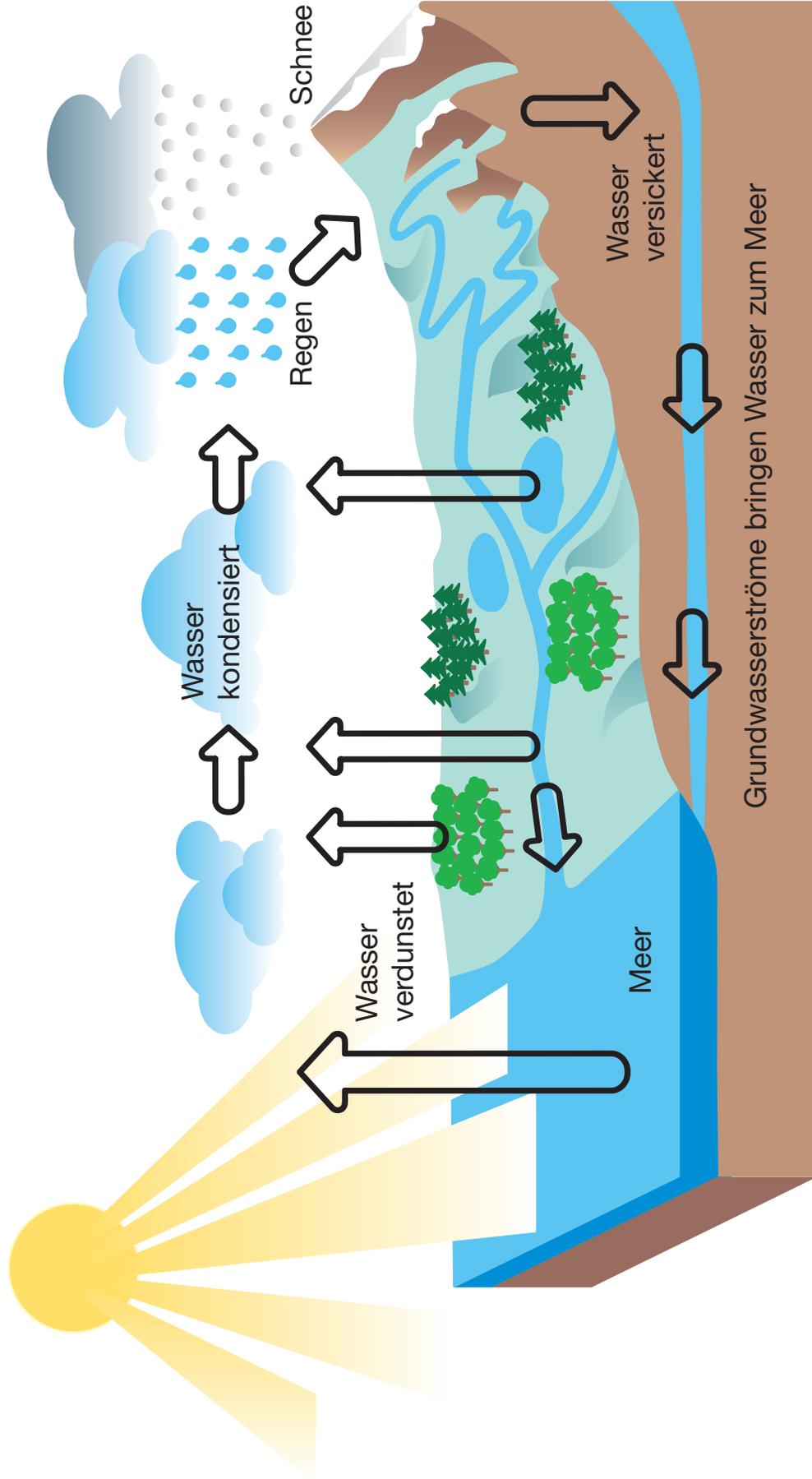
Folie 3.5. Wasserkreislauf im besiedelten Bereich. Seite 91

diesen wieder an die Luft abgegeben werden. Dabei haben die Pflanzen einen großen Anteil an der Verdunstung über dem Festland. So gibt ein Hektar Wald (100 x 100 Meter) im Sommer bis zu 40.000 Liter Wasser pro Tag an die Luft ab. Der Rest sickert durch verschiedene Boden- und Gesteinsschichten und bildet das Grundwasser. An manchen Stellen sprudelt das Wasser als Quelle wieder aus dem Boden und fließt als Bach oder Fluss weiter. Das meiste Grundwasser sickert unterirdisch den Flüssen zu, die es Richtung Meer transportieren oder direkt ins Meer. Dort angekommen, verdunstet das Wasser erneut, steigt als Wasserdampf zum Himmel, bildet Wolken ... und die Reise beginnt von vorn.

Wir Menschen nutzen diesen natürlichen Wasserkreislauf und gewinnen das Trinkwasser aus Grund- und Oberflächenwasser. Nach der Nutzung gelangt auch dieses Wasser gereinigt wieder in die Flüsse, und der Kreislauf des Wassers geht weiter.



Der Wasserkreislauf



Verändert nach: M. Sommerhäuser (1992): Fließgewässer in der Stadt – Erkundung eines Lebensraums.
Hrsg.: Kommunalverband Ruhrgebiet, Essen.

Wasser und Boden

Saubere Arbeit Hand in Hand

1.3

In diesem letzten Teil des ersten Kapitels wechseln wir das „Medium“. Nicht das Wasser, sondern der Boden steht im Vordergrund. Mit seiner Filterfunktion erfüllt er eine wichtige Aufgabe bei der Reinhaltung unseres Grundwassers. Dies können die Schülerinnen und Schüler durch eine einfache Versuchsreihe selbst erfahren.

Lehrerlexikon und Unterrichtsmaterialien

Themen	Seite
Boden lebt	
 Internet Themenseiten Boden _____	29
Der Boden als Wasserfilter	
 Experiment Filterfunktion des Bodens. Lakritzkonfekt und Gummibärchen _____	30
 Arbeitsblatt 1.7 Der Boden als Wasserfilter? _____	31

Wasser und Boden

Saubere Arbeit Hand in Hand

Boden lebt

Im Lexikon steht: Boden ist die oberste belebte Verwitterungsschicht der Erde. Aber Boden ist viel mehr. Er ist Lebensraum für eine kaum vorstellbare Zahl von Tieren und Pflanzen. In nur einem Quadratmeter Boden leben bis zu 100.000 Milben, ca. 50.000 Springschwänze, mehrere 100 Regenwürmer, Spinnen, Asseln, Tausendfüßer, Käfer und Insektenlarven sowie schätzungsweise 100 Billionen (100.000.000.000.000) Bakterien und 100 Milliarden (100.000.000.000) Pilze. Sie sind verantwortlich für den Abbau organischer Abfälle. Ohne sie gäbe es keine Böden! Und Böden sind für uns Menschen von großer Bedeutung: Auf ihnen bauen wir in der Landwirtschaft unsere Nahrung an, gewinnen wir Holz in der Forstwirtschaft, wir nutzen sie als Baugrund und gewinnen aus ihnen Rohstoffe wie zum Beispiel Sand, Kies und Lehm.

Der Boden als Wasserfilter

Wasser und Boden sind untrennbar miteinander verbunden. Ein großer Teil der Niederschläge versickert im Boden und ergänzt die unterirdischen Wasservorräte, das Grundwasser. Gleichzeitig „filtert“ der Boden das Wasser:

Auf seinem Weg zur Erde nimmt der Wassertropfen zahlreiche Stoffe auf, die sich in der Luft befinden. Er reinigt somit die Luft, wird aber selbst mit Staub, Biozidrückständen und Abgasen wie Schwefeldioxid oder Stickoxiden und anderen Stoffen angereichert. Wenn ein Tropfen versickert, so hängt es von der Beschaffenheit des Bodens ab, wie sauber er im Grundwasser ankommt. Beim Durchströmen des Bodens wird das Wasser mechanisch gefiltert. Je feiner die Poren des Untergrunds sind und je länger das Wasser im Boden fließt, desto gründlicher wird es gereinigt. Ein Teil der Stoffe, die im Sickerwasser enthalten sind, wird biologisch abgebaut: Pflanzen nehmen sie über ihre Wurzeln als Nahrung auf und die zahlreichen Mikroorganismen im Boden bauen organische Stoffe, auch Schadstoffe, ab. Das Wasser wird auf seinem Weg durch den Boden auch auf chemischem Wege gereinigt, indem zum Beispiel die gelösten Salze (Ionen) zurückgehalten und gegen andere Ionen ausgetauscht werden. Dies geschieht insbesondere an den Tonmineralien, die durch diesen **Ionenaustausch** verhindern können, dass schädliche Stoffe ins Grundwasser gelangen. Dieses Prinzip des „natürlichen Wasserfilters“ macht man sich übrigens auch in der Wasserwirtschaft zu Nutze. So wird beispielsweise nicht so stark verschmutztes Regenwasser in Bodenfiltern gereinigt, bevor es in den Bach oder Fluss gelangt.

Info

Der Boden ist der durch Verwitterung entstandene und von Lebewesen durchsetzte obere Teil der Erdkruste, der durch bodenbildende Prozesse wie Verwitterung, Tonmineralbildung, Humusbildung und verschiedene Stoffverlagerungsprozesse entstanden ist. Im Zusammenwirken verschiedener Umweltfaktoren wie Ausgangsgestein, Klima, Vegetation, Tiere, Relief, Mensch und Zeit entwickeln sich unterschiedliche Bodentypen mit jeweils typischen Bodenprofilen.



Internet

Themenseiten Boden unter:
www.bodenwelten.de
www.der-boden-lebt.nrw.de
www.umweltbundesamt.de/fwbs/index.htm

Arbeitsblatt 1.7

Boden als Wasserfilter? Seite 31

Info

Ionenaustausch: Kationen oder Anionen werden durch Adsorption (Anlagerung) im Boden gebunden. Dabei werden in äquivalenter Stoffmenge sorbierte Kationen oder Anionen frei. Als Adsorbenten fungieren vor allem Tonminerale, Huminstoffe und Metalloxide.

Info

Pufferung von Säuren: Durch die Reaktion mit bodeneigenen Stoffen (Puffersubstanzen) werden Säuren bzw. Protonen im Boden neutralisiert.

1.3 Lehrerlexikon



Experiment

Die Filterfunktion des Bodens einmal ganz anders – Lakritzkonfekt und Gummibärchen. Wenn Sie diesen „Versuch“ durchführen, ist auch der Spaß garantiert.

Die Filterfunktion des Bodens einmal ganz anders – Lakritzkonfekt und Gummibärchen, eine schöne Vorstellung: Die Bestandteile des Regenwassers bestehen aus Lakritzkonfekt und Gummibärchen, und nun soll das Wasser – wie auf seinem Weg durch den Boden – gereinigt werden. Eine tolle Aufgabe:

Zunächst wird das Wasser mechanisch gefiltert, alle großen Lakritzstücke werden aussortiert. Dann kommt der biologische Abbau. Hier gibt es wie in der Natur „Spezialisten“, die eine bestimmte Sorte bevorzugen und sie als „Nahrung“ aufnehmen. Und als Ionenaustauscher dienen die Gummibärchen mit ihren unterschiedlichen Farben: Ein rotes wird als „Schadstoff“ entnommen und gegen ein grünes „Ion“ ausgetauscht. Der Fantasie sind beim „Filtern“ keine Grenzen gesetzt. Und zum Schluss bleibt tatsächlich noch etwas im „Grundwasser“ über. Fehlte die Zeit, oder mochte keiner den Rest?

Der Boden als Wasserfilter?

Was passiert, wenn Wasser durch den Boden sickert?

Du brauchst dazu:

- ▶ (mindestens) 2 verschiedene trockene Bodenproben
- ▶ (mindestens) 2 leere, durchsichtige 0,5-Liter-PET-Flaschen mit Schraubdeckel
- ▶ Schere oder Küchenmesser
- ▶ eine Reißzwecke
- ▶ einen Esslöffel
- ▶ ein paar Tropfen blaue Tinte
- ▶ (mindestens) 2 Messbecher
- ▶ Wasser
- ▶ eine Stoppuhr



Zunächst schraubst du die Deckel von den Flaschen ab und stichst mit der Reißzwecke einige Löcher hinein. Dreh die Deckel wieder drauf, und schneide die beiden PET-Flaschen vorsichtig in der Mitte durch. Nun stellst du jeweils das Flaschenoberteil umgedreht wie einen Filter in das Flaschenunterteil (siehe Zeichnung).

Als Nächstes füllst du jeweils fünf Esslöffel von den Bodenproben in jeweils einen „Filter“. Fülle in die Messbecher jeweils 100 Milliliter Wasser, und gebe drei bis vier Tropfen Tinte dazu. Rühre gut um, und gieße das Tintenwasser vorsichtig auf die Bodenfilter. Nun starte die Stoppuhr.

Notiere deine Beobachtungen. Die Tabelle kann dir dabei helfen.

	Bodenprobe 1	Bodenprobe 2
Bodenart		
Wo läuft das Wasser schneller durch?		
Wie viel Zeit brauchte der erste Tropfen?		
Welche Farbe hat das Wasser?		
Wie viel Wasser ist nach 15 Minuten durchgelaufen (Messbecher benutzen)?		
Was fällt dir sonst noch auf?		