

B2 Wasserreinigung

Teilexperiment B2.1 Wasserreinigung im Boden

Teilexperiment B2.2 Im Wasser gelöste Stoffe sichtbar machen

Teilexperiment B2.3 Trennung von Wasser und gelösten Stoffen

1 Zentrale Fragestellung

Nachfolgend werden die handlungsleitenden Fragestellungen formuliert, die den Teilexperimenten zu Grunde liegen:

- Ist klares Wasser immer sauber?
- Wie kann man Wasserverunreinigungen feststellen?
- Wie kann man verunreinigtes Wasser säubern?

2 Hintergrund

2.1 Lehrplanrelevanz

Anhand der Teilexperimente erlangen die Schülerinnen und Schüler grundlegende Kenntnisse im Bereich des Trinkwassers und der damit verbundenen Trinkwasserversorgung. Sie erhalten durch die Auseinandersetzung mit dem Thema ein Verständnis für die Aufbereitung von Trinkwasser.

Dies wird praxisnah mit dem Teilexperiment B2.1 nachempfunden. Beim Themenkomplex Wasser und Wasserreinigung werden die Schülerinnen und Schüler für das Element Wasser sensibilisiert und reflektieren, welche Stoffe nicht über den Wasserweg entsorgt werden sollten.

Themen bzw. Begriffe

Aggregatzustand, Filter, Indikatorpapier, Lösung, Schadstoffe, Trennverfahren, Verdampfen, Verdunsten, Wasserreinigung

2.2 Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- verstehen den Filterungsprozess von Wasser durch den Boden.
- sind in der Lage zu reflektieren, was zur Wasserverunreinigung führen kann.
- nehmen bewusst wahr, dass nicht alle Schadstoffe und gesundheitsgefährdenden Substanzen mit bloßem Auge erkennbar sind.

3 Ergänzende Informationen zum Experiment

Zur Vorbereitung bzw. zur Vertiefung dieses Experiments finden Sie ergänzende Medien auf dem Medienportal der Siemens Stiftung: <https://medienportal.siemens-stiftung.org>

4 Durchführung

Hinweis: Die aufgelisteten Materialien sind ausgelegt für das Experimentieren **einer** Gruppe von maximal **fünf** Schülerinnen und Schülern.

4.1 Teilexperiment B2.1 Wasserreinigung im Boden

4.1.1 Benötigte Materialien

Material	Anzahl
Blumentöpfe (oder ähnliche Gefäße) gleiche Größe, aber verschieden große Löcher im Boden (müssen evtl. selbst gebohrt werden)	3
Erde	
Sand	
Steine groß	
Lupe	1
Plastikwanne oder -behälter (so groß, dass die Blumentöpfe gut hinein passen)	1
Rührloöffel	1
Steine, klein	
Stöckchen, klein (ca. 2 – 3 cm)	1 (Kinder-) Hand voll
Trinkglas, klar	1
Wasser	ca. 250 ml

4.1.2 Organisatorisches

Räumlichkeiten	Im Freien, um Verunreinigung des Klassenzimmers zu vermeiden.
Zeitbedarf	ca. 45 Minuten
Sicherheitshinweise	siehe Handbuchordner „Sicherheitshinweise zum Thema Umwelt“ Achten Sie darauf, dass die Schülerinnen und Schüler beim Anrühren des Wassermatsches nicht zu „schwungvoll“ mischen und herumspritzen.
Aufräumen	Die Plastikbehälter mit Wasser ausspülen und darauf achten, dass keine groben Verunreinigungen in den Abfluss gelangen, um eine Verstopfung zu vermeiden. Alle weiteren Materialien können über den Kompost entsorgt werden.

4.1.3 Das Teilexperiment im Erklärungszusammenhang

Die Schülerinnen und Schüler lernen die Zusammensetzung und Beschaffenheit des Bodens kennen und erkennen seine Reinigungskraft.

Fachlicher Hintergrund

Böden bestehen aus vielen verschiedenen Schichten, welche aus verschiedenen Materialien zusammengesetzt sind. Die unterschiedlichen Materialien haben verschiedene Filtereigenschaften. So ist Gartenerde beispielsweise krümelig und hat viele Hohlräume, Sand besteht aus verschiedenen geformten Körnchen, Kies aus abgerundeten Steinen. Im Vergleich dazu ist Lehm eher wie eine feste Masse und verhält sich fast wie Knetgummi. Der Aufbau der Böden ist abhängig von der Porengröße der abgelagerten Stoffe. Die oberste Schicht besteht meist aus Lockermaterial, wie Steinen, Ästen, Gras, Blättern und ähnlichem Material, mit groben Poren, da der Druck direkt an der Erdoberfläche sehr gering ist. Je weiter unten sich die Bodenschichten

befinden, desto größer ist der Druck, der auf der jeweiligen Schicht lastet und desto kleiner ist die Porengröße. Deshalb muss man die Gesteinsschichten im Erdinneren, die durch großen Druck fest zusammengepresst werden, unterscheiden von den Steinen auf der Erdoberfläche, da diese zum Lockermaterial gezählt werden. Wenn es regnet, versickert das Wasser im Boden. Bevor dieses Wasser im Grundwasser ankommt, fließt es durch die verschiedenen Bodenschichten und wird dort gefiltert und somit gereinigt. Feste Bodenarten mit einer geringen Porengröße, wie Lehm, sind nur schwer wasserdurchlässig. Dies führt dazu, dass Wasser besser gefiltert wird, weil auch kleine Teilchen im Lehm haften bleiben. Je kleiner die Bodenbestandteile, desto besser wird das Wasser gefiltert. Je größer die Bestandteile und größer die Poren, desto schlechter sind die Filtereigenschaften.

4.1.4 Vorkenntnisse und Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler erfragen

Mit Erde, Sand, Steinen usw. („Boden“) kann Wassermatsch hergestellt werden. Dass Boden Wasser aber auch reinigen kann, scheint für viele Schülerinnen und Schüler ein Gegensatz und schlecht vorstellbar zu sein. Der Boden als komplexes Schichtsystem, der auch eine Filterfunktion hat und das schmutzige Regenwasser auf seinem Weg zum Grundwasser vom groben Schmutz befreit, ist nicht in der Alltagswelt der Schülerinnen und Schüler verankert. Damit ist das folgende Experiment eine spannende Erweiterung des Konzepts des Wasserkreislaufs der Erde.

4.1.5 Der Forschungskreis

Wichtige Aspekte und Hinweise zu den einzelnen Prozessschritten des Forschungskreises im Experiment für Schülerinnen und Schüler:

Problem/Phänomen erkennen 	In diesem Experiment geht es darum, dass die Schülerinnen und Schüler die Reinigungskraft des Bodens kennen lernen.
Die Forschungsfrage 	Zu der in der Anleitung für Schülerinnen und Schüler formulierten Forschungsfrage sind folgende Alternativen möglich: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wie kann „schmutziger“ Boden Wasser reinigen? ▪ Warum kann man das Wasser aus einer Quelle normalerweise trinken? ▪ Warum ist das Wasser aus einer Quelle klar? ▪ Inwiefern kann der Boden das Wasser reinigen?
Ideen und Vermutungen sammeln 	Mögliche Vermutungen könnten sein: Zur Forschungsfrage: „Das Wasser wird nachher genauso schmutzig sein wie vorher.“ Zum Experiment: <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Nur die Steine und Stöckchen bleiben im ersten Topf zurück.“ ▪ „Das Wasser, das aus dem dritten Topf herausfließt, ist fast klar und von den meisten Teilchen befreit.“ Leiten Sie von den Vermutungen zum Experiment über.

Experimentieren 	<p>Aufbau des Experiments:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Einige Materialien, wie die Blumentöpfe oder Plastikbehälter, können von den Schülerinnen und Schülern selbst mitgebracht werden. Eventuell müssen noch verschiedene große Löcher hineingehobt werden. ▪ Auf die richtige Reihenfolge beim Zusammenstellen der befüllten Blumentopfsiebe ist zu achten (Steine ganz oben, dann Erde, dann Sand). <p>Durchführung:</p> <p>Bei der Durchführung ist es ratsam, die Schülerinnen und Schüler zu Ordnung und Sauberkeit anzuhalten. Die Herstellung des Matschwassers kann sonst zu größeren Verschmutzungen führen.</p>
Beobachten und dokumentieren 	<p>Die Schülerinnen und Schüler beobachten, dass das verschmutzte Wasser, welches sie in den Blumentopfturm gegossen haben, aus dem untersten Gefäß fast sauber wieder herauskommt.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Animieren Sie die Schülerinnen und Schüler, den Turm wieder auseinander zu bauen, um Veränderungen zu erkennen. ▪ Geben Sie gegebenenfalls den Impuls, die einzelnen Blumentöpfe und ihre Inhalte genauer anzuschauen.
Auswerten und reflektieren 	<p>Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass die Erdmaterialien und Steine in den Blumentöpfen wie Siebe funktionieren und so die Wassermatschlösung von verschiedenen Schmutzpartikeln befreien.</p> <p>Zu erwartende Ergebnisse:</p> <p>Die Materialien haben als Filter gewirkt. Die Steine waren ein grober Filter, der Sand ein feiner.</p> <p>Rückbezug zur Anlassgeschichte:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler haben die reinigende Wirkung des Bodens selbst ausprobiert. Sie haben erfahren, dass der Boden eine wasserreinigende Wirkung hat und dass starke Verunreinigungen durch verschiedene Bodentypen herausgefiltert werden und fast klares Wasser herauskommt.</p>

4.1.6 Weiterführende Informationen

In der Anleitung für Schülerinnen und Schüler

So kannst du weiterforschen 	<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen innerhalb ihrer Gruppe ein weiteres einfaches Trennverfahren kennen lernen, das Sedimentieren. Dieses Verfahren beruht auf der Trennung von Stoffen aufgrund deren unterschiedlicher Dichte. Die Schülerinnen und Schüler stellen eine weitere Wassermatschlösung her und beobachten, wie sich die Materialien absetzen, wenn sich das aufgewühlte Wasser beruhigt. Steinchen, Erde und Sand werden sich absetzen und die Stöckchen an der Wasseroberfläche schwimmen, während das Wasser in der Mitte des Bechers relativ klar werden wird.</p>
---	--

4.2 Teilexperiment B2.2 Im Wasser gelöste Stoffe sichtbar machen

4.2.1 Benötigte Materialien

Material	Anzahl
Haushaltsessig (5% Säure), farblos	3 ml
Indikatorpapier	2 x 3 cm langer Streifen
Löffel, klein	1
Lupe	1
Messbecher, 100 ml	2
Pipette	1
Wasser	50 ml

Material Zusatzexperiment	Anzahl
Indikatorpapier	1 x 3 cm langer Streifen
Speisesalz 	1 Teelöffelstielspitze
Wasser	50 ml

4.2.2 Organisatorisches

Räumlichkeiten	im Unterrichtsraum, an einem einfachen Tisch
Zeitbedarf	20 – 30 Minuten
Durchführungsvarianten	Die Pipetten können vorab von der Lehrkraft mit Essig aufgezogen werden. Anstatt des 5%-igen Haushaltsessigs kann auch Essigessenz in einer Verdünnung mit Wasser im Verhältnis 1:5 verwendet werden. Die verdünnte Lösung muss von der Lehrkraft vorbereitet werden. Essigessenz enthält 30 % Säure und gehört nicht in Kinderhände!
Sicherheitshinweise	siehe Handbuchordner „Sicherheitshinweise zum Thema Umwelt“
Aufräumen	Das Indikatorpapier kann über den Restmüll entsorgt werden.

4.2.3 Das Teilexperiment im Erklärungszusammenhang

Die Schülerinnen und Schüler werden für das Thema Wasserverschmutzung sensibilisiert und erfahren, dass es wichtig ist, nur Wasser zu trinken, welches als Trinkwasser ausgewiesen ist. Denn die Verschmutzung von Wasser ist nicht immer sichtbar.

Fachlicher Hintergrund

Es gibt sehr viele Stoffe, die sich in Wasser lösen und dann unsichtbar scheinen. Sie sind aber im gelösten Zustand weiterhin existent. Eine ganz besondere Bedeutung hat diese „Unsichtbarkeit“ beim Thema Trinkwasser. In manchen Gegenden der Erde herrscht Wasserknappheit, weshalb dort auch verunreinigtes Wasser getrunken wird. Nicht selten enthält dieses Wasser Keime oder Chemikalien, die zu Unwohlsein oder zu Krankheiten, wie z. B. Cholera, führen können.

Während Schwebteilchen, bestimmte Gase oder Farbstoffteilchen in Wasser mit bloßem Auge sichtbar sind, können andere in Wasser gelöste Teilchen (Ionen, Moleküle, Atome) nicht einmal mit dem Mikroskop sichtbar gemacht werden. Eine Geschmacksprobe könnte in vielen Fällen zwar aufschlussreich, aber gefährlich für die Gesundheit sein. Deshalb müssen solche Teilchen mit anderen Methoden nachgewiesen werden. Hierfür gibt es u. a. chemische Verfahren. Dabei wird

der nachzuweisende Stoff mit einem anderen Stoff, dem sog. Nachweisreagenz zur Reaktion gebracht. So kann man z. B. Informationen über die Zusammensetzung des Wassers sammeln. Das Nachweisreagenz, das im Experiment zum Einsatz kommt, ist auf einem sog. Indikatorpapier aufgebracht. Es zeigt den pH-Wert der Lösung an. Der pH-Wert gibt an, ob die Lösung sauer oder alkalisch ist. Durch die Zugabe von Essig in Wasser wird die Lösung sauer und aus diesem Grund verfärbt sich das Indikatorpapier entsprechend. Einen in Wasser gelösten Stoff, der den pH-Wert des Wassers nicht verändert, könnte man also mit diesem Test nicht nachweisen.

Hintergrundinformation für die Lehrkraft: Das Indikatorpapier enthält eine Mischung aus mehreren Indikatorstoffen, sodass eine feine Abstufung gemäß der pH-Wert-Skala in Farben möglich ist. Diese Farbstufen sind auf der Verpackung des Indikatorpapiers aufgedruckt. Die Skala für den pH-Wert geht von 0 bis 14. Der Wert 7 steht für eine neutrale Lösung, darunter ist eine Lösung sauer, darüber wird sie als basisch bezeichnet. Die Magensäure hat einen pH-Wert von 1 – 2, die Haut von 5,5 und im Darm herrscht ein pH-Wert größer 8. Hält man das Indikatorpapier in eine saure oder basische Lösung, so reagiert der Indikator und ändert seine Farbe bei dieser Reaktion: Man hat also eine Säure oder Base nachgewiesen. Im Experiment ist es wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler feststellen, dass bereits dieser Nachweis ausreicht, um zu wissen, dass das Wasser nicht rein sein kann. Auf den pH-Wert muss nicht weiter eingegangen werden, da das Thema für die Grundschule zu komplex ist.

4.2.4 Vorkenntnisse und Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler erfragen

Als Einstieg kann über die Trinkwassersituation im eigenen Land und auf der ganzen Erde gesprochen werden. Hieraus lassen sich auch technische Ansätze für die Trinkwasseraufbereitung ableiten, die dann Gegenstand im Teilexperiment 3 sind.

Fragen Sie Ihre Schülerinnen und Schüler auch, was sie im Urlaub beachten müssen, wenn sie Trinkwasser brauchen. Einige Kinder wissen vielleicht, dass in manchen Leitungswasser mit Chlor desinfiziert wird (gechlortes Wasser), sodass man zwar problemlos damit Zähne putzen oder duschen kann. Trinkwasser kauft man daher aber oft abgepackt im Supermarkt.

Eine Sensibilisierung für die Unsichtbarkeit der Teilchen kann folgendermaßen stattfinden:

- Auf der erfahrbaren Ebene:
Geben Sie z. B. eine Prise Zucker in ein Wasserglas und lösen Sie ihn auf. Fragen Sie, ob der Zucker noch vorhanden ist, schließlich kann man ihn nicht mehr „sehen“. Was erwarten die Schülerinnen und Schüler, wenn man das Wasser kostet? Sicherlich, dass das Wasser süß schmeckt. Der Zucker ist also noch mit seinen Eigenschaften vorhanden, auch wenn er nicht mehr sichtbar ist. (Anders als z. B. Öl, das man mit bloßem Auge sehen kann.) Natürlich kann man Wasser nicht einfach probieren, um damit Informationen über das Wasser erhalten! Das könnte sehr schnell gefährlich werden. Daher werden Verfahren benötigt, die diese Aufgabe übernehmen, ohne dass der Experimentator zu Schaden kommt.
- Auf der Vorstellungs- und Logikebene:
Lassen Sie die Schülerinnen und Schüler darüber nachdenken, welcher Stoff zwingend in Gewässern wie Flüssen oder Seen enthalten sein muss, obwohl man ihn nicht sehen kann. Verweisen Sie auf die Fische, die im Wasser leben und atmen. Im Wasser ist also Sauerstoff gelöst. Anders als beim Sprudelwasser kann man dieses Gas jedoch nicht sehen.

Zuletzt können Sie noch über krankmachende Keime im Trinkwasser sprechen, z. B. im Zusammenhang mit Choleraepidemien. Je nach Standort, Interessenlage und Vorkenntnissen können hierfür verschiedene geografische Regionen, wie Hamburg im Jahr 1892 oder die Situation in Kriegs- oder Flüchtlingslagern thematisiert werden.

4.2.5 Der Forschungskreis

Wichtige Aspekte und Hinweise zu den einzelnen Prozessschritten des Forschungskreises im Experiment für Schülerinnen und Schüler:

Problem/Phänomen erkennen 	Obwohl Wasser häufig sauber aussieht, sind darin manchmal Stoffe enthalten, die man mit bloßem Auge nicht sieht. In diesem Experiment geht es insbesondere um flüssige Stoffe, die sich im Wasser lösen, wie Essig oder Zitronensäure.
Die Forschungsfrage 	Zu der in der Anleitung für Schülerinnen und Schüler formulierten Forschungsfrage sind folgende Alternativen möglich: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wie erkennt man andere Stoffe in sichtlich klarem Wasser? ▪ Bedeutet klares Wasser immer auch sauberes Trinkwasser? ▪ Wie kannst du andere Flüssigkeiten, die im Wasser gelöst sind, sichtbar machen?
Ideen und Vermutungen sammeln 	Mögliche Vermutungen könnten sein: Zur Forschungsfrage: <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Nein, was man mit dem Auge nicht sieht, kann man auch anders nicht sichtbar machen.“ ▪ „Eine Verunreinigung würde ich sehen, bei schlammigem Wasser oder in Pfützen kann ich auch sehen, wenn das Wasser nicht sauber ist.“ Zum Experiment: <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Das Papier wird nass, sonst passiert nichts.“ ▪ „Das Indikatorpapier verfärbt sich.“ Leiten Sie von den Vermutungen zum Experiment über.
Experimentieren 	Aufbau des Experiments: Bei dem Aufbau des Experiments sind keine Probleme zu erwarten. Durchführung: Da nur eine Schülerin/ein Schüler aus der Gruppe das Indikatorpapier verwenden kann, muss darauf geachtet werden, dass die andern Gruppenmitglieder sorgfältig beobachten und Notizen anfertigen. Aufgabenteilung ist bei diesem Teilexperiment sehr wichtig.
Beobachten und dokumentieren 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Selbst mit der Lupe ist der Essig im Wasser nicht zu erkennen. ▪ Das Indikatorpapier, das in das „reine“ Wasser getaucht wurde, hat eine andere Farbe als das Indikatorpapier, das in die Wasser-Essig-Mischung getaucht wurde.

Auswerten und reflektieren	<p>Die Schülerinnen und Schüler verstehen, dass es im Wasser gelöste Stoffe gibt, die mit dem bloßem Auge nicht zu sehen sind, dass es aber einfache und schnell funktionierende Verfahren gibt, um deren Existenz nachzuweisen.</p> <p>Zu erwartende Ergebnisse:</p> <p>Der Essig hat bewirkt, dass sich das Indikatorpapier verfärbt hat. Ändert das Indikatorpapier seine Farbe, so ist das ein Nachweis, dass im Wasser Stoffe gelöst sind, die im reinen Wasser nicht enthalten sind.</p> <p>Hinweis:</p> <p>Auf die Farbskala der Verfärbung, die im Zusammenhang mit dem pH-Wert der Lösung steht, braucht bei diesem Experiment nicht eingegangen werden, da das Thema pH-Wert für die Grundschule zu komplex ist.</p> <p>Rückbezug zur Anlassgeschichte:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler haben gelernt, wie sie mit Hilfe eines Indikatorpapiers zeigen können, ob eine Flüssigkeit nur aus Wasser besteht oder auch andere Flüssigkeiten wie Essig enthält. Dann färbt sich nämlich das Indikatorpapier anders als bei purem Wasser.</p>
-----------------------------------	---

4.2.6 Weiterführende Informationen

In der Anleitung für Schülerinnen und Schüler

So kannst du weiterforschen	<p>Wenn nicht zu viel Salz ins Wasser gegeben wurde und es sich komplett aufgelöst hat, ist auch hier mit der Lupe kein Unterschied gegenüber dem reinen Wasser festzustellen.</p> <p>Das gelöste Salz verhält sich im Wasser neutral, weshalb das Indikatorpapier dieselbe Färbung haben wird wie bei reinem Wasser.</p> <p>Offenbar weist man mit Indikatorpapier nur bestimmte gelöste Stoffe nach. Um das Salz im Wasser nachzuweisen, muss man auf ein anderes Verfahren zurückgreifen (Überleitung zum Teilexperiment 3).</p>
------------------------------------	---

Sonstiges

Das Indikatorpapier ist verbraucht? Gemeinsam kann eine einfache Testlösung hergestellt werden: Dafür muss Rotkohl (Blaukraut) gekocht werden. Das Rotkohlwasser funktioniert ähnlich wie das Indikatorpapier. Gibt man Wasser hinzu, ändert sich die Farbe (blau) nicht. Wird eine Wasser-Essig-Mischung bzw. hinzugegeben, wird das Rotkohlwasser rötlich. Achten Sie auf eine angemessene Verdünnung des Rotkohlwassers, da sonst die geringe Menge Essig nicht für eine Verfärbung ausreicht.

4.3 Teilexperiment B2.3 Trennung von Wasser und gelösten Stoffen

4.3.1 Benötigte Materialien

Material	Anzahl
Löffel, klein	1
Messbecher, 100 ml	1
Pipette	1
Speisesalz	1 Teelöffelstielspitze
	
Stövchen	1
Streichhölzer	1 Packung
Teelicht	2
Unterlage, feuerfest	1
Wasser, warm	50 ml

4.3.2 Organisatorisches

Räumlichkeiten	im Unterrichtsraum, an einem einfachen Tisch
Zeitbedarf	ca. 20 – 30 Minuten
Sicherheitshinweise	siehe Handbuchordner „Sicherheitshinweise zum Thema Umwelt“
Aufräumen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Pipetten sollten gründlich von Salzwasserresten befreit werden, bevor sie aufgeräumt werden. Dazu mehrfach klares Wasser einfüllen und entleeren. ▪ Das Stövchen ausreichend lange auskühlen lassen.

4.3.3 Das Teilexperiment im Erklärungszusammenhang

Die Schülerinnen und Schüler lernen mit dem Verdampfen bzw. Verdunsten (Zusatzexperiment) eines von mehreren möglichen Stofftrennverfahren kennen. Dieses Trennverfahren wird im Experiment zur Abtrennung von Verunreinigungen verwendet.

Fachlicher Hintergrund

Um Stoffe zu trennen, kann man sich ihre unterschiedlichen chemischen und physikalischen (Kenn-)Eigenschaften zu Nutze machen. Das anzuwendende Trennverfahren richtet sich immer nach der auszunutzenden Kenneigenschaft. Ein paar Beispiele:

- Unterscheiden sich zwei flüssige Stoffe ausreichend in ihrer Siedetemperatur, wie z. B. Wasser und Ethanol, so trennt man sie mittels einer Destillationsapparatur.
- Ausreichend große Teilchen trennt man mit einem Sieb- oder Filterverfahren.
- Ist ein Stoff magnetisch, der andere nicht, so kann man mithilfe eines Magneten die Stoffe trennen.

Im folgenden Experiment wird ein Trennverfahren vorgestellt, das auf der Kenneigenschaft „Siedetemperatur“ basiert: Eine Salzlösung wird erhitzt und das Wasser durch Verdampfen vom gelösten Feststoff (Salz) getrennt. Die Siedetemperatur von Wasser liegt unter Normalbedingungen bei 100 °C, die Schmelztemperatur von Kochsalz bei 800 °C. Wasser, das nur leicht mit Salz

versetzt wurde, hat etwa eine Siedetemperatur von 105 °C. Die Mischung der beiden Stoffe hat also eine andere Eigenschaft als die beiden Reinstoffe für sich. Da das Wasser bei einer niedrigeren Temperatur verdampft als das Salz, verlässt es das Stoffgemisch, das Salz bleibt zurück.

Es lohnt sich, die Salzlösung auf der Teilchenebene zu betrachten: Die kleinsten Teilchen eines Salzes sind die positiv und negativ geladenen Ionen. In der Salzlösung ist jedes Ion von einem Wassermantel (= Hydrathülle) aus Wassermolekülen umgeben. Erhitzt man die Salzlösung, so erhalten die Wassermoleküle ausreichend Energie und können das Stoffgemisch verlassen. Die Ionen bleiben zurück und bilden aufgrund der elektrostatischen Anziehungskräfte ein Ionengitter: Das Salz wird als Feststoff sichtbar.

4.3.4 Vorkenntnisse und Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler erfragen

Klären Sie mit den Schülerinnen und Schülern zunächst das Vorwissen über Stofftrennungsverfahren. Sicherlich haben sie schnell eine Idee, wie sie Wasser und Sand voneinander trennen würden: mit einem Filter (siehe auch Teilexperiment 1).

Um auf das hier verwendete Trennverfahren überzuleiten, können Sie eine Packung Meersalz zeigen und fragen, wie man dieses Meersalz aus dem Meer herausgeholt hat. Vielleicht hat eine Schülerin oder ein Schüler schon eine Meerwassersaline gesehen und kann die Gewinnung des Salzes beschreiben.

Fragen Sie die Schülerinnen und Schüler, ob sie Parallelen zur Meerwassersaline in Küche und Bad kennen. Sie sollten aus dem Alltag wissen, dass beim Erhitzen von Leitungswasser im Wasserkocher oder in der Kaffeemaschine ein Rückstand bleibt: Kalk. Manchmal sieht man auch am Warmwasserhahn mehr Kalkflecken als am Wasserhahn für kaltes Wasser. Fragen Sie nach Beobachtungen und danach, welche Stoffe hier voneinander getrennt werden (Kalk und Wasser). Der Unterschied zwischen der Gewinnung von Meersalz und der Bildung von Kalk im Wasserkocher besteht darin, dass in der Meerwassersaline das Wasser nicht extra erhitzt wird. Das Wasser verdunstet durch die Wärmeeinwirkung des Sonnenlichts. Im Wasserkocher u. Ä. wird das Wasser durch die Energiezufuhr zum Verdampfen gebracht.

4.3.5 Der Forschungskreis

Wichtige Aspekte und Hinweise zu den einzelnen Prozessschritten des Forschungskreises im Experiment für Schülerinnen und Schüler:

Problem/Phänomen erkennen 	Obwohl Wasser ganz klar ist, kommen darin manchmal Teilchen vor, die man mit bloßem Auge nicht sieht. Sie sind mit dem Wasser so gut vermischt, dass sie sich darin aufgelöst haben. Dies ist z. B. bei Salz, aber auch bei Zucker der Fall.
Die Forschungsfrage 	Zu der in der Anleitung für Schülerinnen und Schüler formulierten Forschungsfrage sind folgende Alternativen möglich: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wie kann man erkennen, ob in klarem Wasser gelöste Stoffe enthalten sind?

Ideen und Vermutungen sammeln 	<p>Mögliche Vermutungen könnten sein:</p> <p>Zur Forschungsfrage:</p> <p>„Das Salzwasser verdampft vollständig.“</p> <p>Zum Experiment:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Es passiert nichts, außer, dass das Wasser kocht.“ ▪ „Das Salz bleibt am Boden der Teelichthülle zurück, darüber befindet sich das Wasser.“ ▪ „Es bleiben einzelne Salzkristalle zurück.“ ▪ „Der Boden ist weiß.“ <p>Leiten Sie von den Vermutungen zum Experiment über.</p>
Experimentieren 	<p>Aufbau des Experiments:</p> <p>Auf die Verwendung einer feuerfesten Unterlage achten.</p> <p>Durchführung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Im Umgang mit Feuer sollte stets Vorsicht geboten sein. Hilfestellungen für unsichere Schülerinnen und Schüler müssen für einen reibungslosen Ablauf des Experiments gewährleistet werden. ▪ Die Schülerinnen und Schüler sollten angehalten werden, nicht zu ungeduldig zu sein, da es eine Weile dauert, bis das Wasser verdampft.
Beobachten und dokumentieren 	<p>Wichtigste Beobachtung:</p> <p>Nach dem Verdampfen des Wassers bleibt ein Rückstand in dem Teelichtgehäuse.</p>
Auswerten und reflektieren 	<p>Zu erwartende Ergebnisse:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Im Teelichtgehäuse bleibt das Salz zurück. 2. Das Teelicht hat die Energie geliefert, um das Wasser zum Verdampfen zu bringen. <p>Bei der Reflexion beschreiben die Schülerinnen und Schüler ihre Beobachtungen und werden feststellen, dass nicht beide Ausgangsstoffe wieder in ihre ursprüngliche Form gebracht werden können. Da man das Salz nicht einfach durch Sieben aus dem Wasser herausbekommt, nutzt man eine physikalische Eigenschaft des Wassers: Es verdampft unter der Einwirkung der Kerzenflamme. Der Verdampfungsvorgang trennt also das Wasser vom Salz.</p> <p>Rückbezug zur Anlassgeschichte:</p> <p>Du hast jetzt mit Hilfe des Experiments gelernt, wie man Salz von Wasser trennen kann. Wenn dir dein Bruder beim nächsten Mal Salzwasser anbietet, könntest du das Salz also mit Hilfe der Kerzenflamme, die das Wasser verdampfen lässt, sichtbar machen. Allerdings ist das sehr aufwendig.</p>

4.3.6 Weiterführende Informationen

In der Anleitung für Schülerinnen und Schüler

So kannst du weiterforschen	Eine Möglichkeit, das Gelernte zu vertiefen und das neu erlangte Wissen kognitiv zu verankern, bietet diese kreative Möglichkeit des Weiterforschens: Mit Salzwasser wird auf ein schwarzes Papier oder schwarze Pappe gemalt. Wenn das Wasser getrocknet ist, bleiben die Salzkristalle sichtbar.
------------------------------------	--

Sonstiges

Eine weitere Möglichkeit wäre, dieses Teilexperiment mit anderen Stoffen, z. B. Zucker, durchzuführen und zu beobachten, ob diese in derselben Art und Weise zurückbleiben wie das Salz. Bei ausreichend hoher Temperatur (160 °C) beginnt der Zucker zu schmelzen. Es riecht zunächst nach Zuckerwatte und später nach verbranntem Zucker. Der Zucker reagiert also im Gegensatz zum Salz. So könnte man Zucker- und Salzlösung voneinander unterscheiden. Zudem ist das Experiment mit Zucker besonders reizvoll, da ein Geruch wahrgenommen werden kann, sodass hier ein weiterer Sinneskanal zur Unterscheidung hinzugezogen wird. Achtung: Das Gehäuse mit dem eingearbeiteten Zucker kann man nicht mehr reinigen, es muss im Anschluss entsorgt werden.

4.3.7 Technikbezug

In der Anleitung für Schülerinnen und Schüler

Sowohl im Haushalt als auch bei der Trinkwasseraufbereitung im Wasserwerk oder Abwasserreinigung in der Kläranlage werden unterschiedliche Trennverfahren eingesetzt, um im Wasser gelöste Stoffe abzutrennen. Hierbei sind physikalische und chemische Trennverfahren zu unterscheiden. Aufgrund der bereits im Experiment angesprochenen Techniken sollte ein Transfer zumindest zu der auf dem Foto mit Alltagsbezug gezeigten Technik leichtfallen.

Der Technik auf der Spur	<p>In der Anleitung für Schülerinnen und Schüler werden zwei Fotos gezeigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ als Alltagsbezug: Wasserfilter im Haushalt ▪ als Beispiel für den Forschungsauftrag: UV-Modul zur Wasserdesinfektion <p>Die Schülerinnen und Schüler sollen die gezeigten Geräte benennen und sich mit deren Einsatzzweck und Funktionsweise auseinandersetzen. Dazu werden Hilfsfragen und Tipps angeboten. Der Arbeitsauftrag zum ersten Foto dient der Ergebnissicherung und hat dokumentierenden Charakter. Der zweite Arbeitsauftrag ist ein Forschungsauftrag, das Foto hat Beispielcharakter.</p>
---------------------------------	---

Wasserfilter: Im Teilexperiment 1 haben die Schülerinnen und Schüler bereits das Filtrieren als physikalisches Trennverfahren kennen gelernt. Auch der hier gezeigte Wasserfilter dürfte einigen Schülerinnen und Schülern bereits bekannt sein, da er sowohl in deutschen Haushalten als auch international stark verbreitet ist. Über die im Lösungsblatt gegebene Erklärung hinaus sollte die Lehrkraft gegebenenfalls folgende Missverständnisse klären können:

- Was ist die korrekte Bezeichnung: Filtern oder Filtrieren? Beide Ausdrücke sind korrekt. In der Fachsprache (Chemie) spricht man eher von Filtrieren, im Alltag von Filtern.
- Wie heißt es richtig: „der Filter“ oder „das Filter“? Fachsprachlich „das Filter“, im Alltag „der Filter“.
- Was ist der Unterschied zwischen Sieben und Filtrieren? Im Prinzip keiner: Mit einem Sieb trennt man mithilfe der Maschen größere Feststoffpartikel ab, auch zwei Feststoffe mit unterschiedlich großen Teilchen kann man trennen (Beispiel: verschiedene große Sandkörner). Ein Filter hat Poren und kann je nach Porendurchmesser kleinste Feststoffpartikel aus einer Flüssigkeit auffangen. Aus einer Kombination von beiden können z. B. Bakterienzellen aus einer Nährlösung gefiltert werden. Allgemein kann man sagen, dass ein Sieb eine größere Maschenweite hat als ein Filter.

Bei den Haushaltswasserfiltern geht es nur zum geringsten Teil um Filter. Vor allem wird Kalk durch Ionenaustauscher chemisch gebunden und Geruchs- und Geschmackstoffe wie Chlor und organische Stoffe werden an der Aktivkohle adsorbiert. Neben dem physikalischen Trennverfahren Filtern kommen hier also auch chemische Trennverfahren zum Einsatz.

Aus gesundheitlichen Gründen ist ein solcher Wasserfilter in jenen Ländern unnötig, in denen die öffentliche Wasserversorgung bereits hygienisch einwandfreies Wasser liefert. Auch hoher Kalkgehalt ist für die Gesundheit kein Problem, sondern sogar förderlich (Kalzium für die Knochen). Allerdings schmeckt mit entkalktem Wasser zubereiteter Tee in der Regel etwas besser.

Wichtig: Diese Art von Wasserfilter ist nicht geeignet, um Keime usw. aus verunreinigtem Wasser zu entfernen.

Forschungsauftrag zur Wasserdesinfektion: Das Foto von einem UV-Filter zur Wasserdesinfektion, wie er in Kläranlagen eingesetzt wird, dient als Beispiel, um die Auseinandersetzung mit weiteren Techniken zur Wasserreinigung anzuregen. Hierzu wird ein Forschungsauftrag für die Schülerinnen und Schüler formuliert: „Wie entfernt man gefährliche Keime und Krankheitserreger aus dem Wasser?“ Dieser Forschungsauftrag kann z. B. im Rahmen einer Exkursion in eine Kläranlage bearbeitet werden.

Beim Forschungsauftrag können die Schülerinnen und Schüler auf folgende Methoden zur Wasserdesinfektion stoßen: Erhitzen, Verwendung von Chemikalien, Filtern mit sog. Membranfiltern, Adsorption und UV-Licht. Wahrscheinlich werden sie nur einige davon finden. Weisen Sie explizit darauf hin, dass es physikalische und chemische Verfahren zur Wasserreinigung gibt. Hinweis zum Beispiel Wasserdesinfektion mit UV-Strahlen: Die meisten Schülerinnen und Schüler wissen heute, dass Sonnenlicht einen Sonnenbrand verursachen und die Haut nachhaltig schädigen kann („Hautkrebs“). Und evtl. wissen sie es von den Sonnenschutzcremes her („Lichtschutzfaktor“), dass dies am extrem energiereichen, ultravioletten Anteil des Sonnenlichts, dem UV-Licht, liegt. So leuchtet ein, dass man künstlich erzeugtes UV-Licht auch zur Abtötung von Mikroben verwenden kann. Hier wird also nicht gefiltert, sondern ein gefährlicher Wasserbestandteil abgetötet. Für Trinkwasser ist dieses Reinigungsverfahren ausreichend, für medizinische Anwendungen müssten die „Mikrobenleichen“ noch zusätzlich herausgefiltert werden (z. B. durch Nanofiltration).

Die Lösungen zu den in der Anleitung für Schülerinnen und Schüler gestellten Fragen entnehmen Sie bitte dem Lösungsblatt im Handbuchordner. Im Medienpaket „Experimento | 8+: Der Technik auf der Spur“, das auf dem Medienportal vorhanden ist, finden Sie weitere fachliche Informationen in einer Sachinformation und einer Linkliste zusammengestellt. In diesem Medienpaket sind auch der Arbeitsauftrag als ausgearbeitetes Arbeitsblatt und die einzelnen Fotos vorhanden.