

Technologie - Wasser

Wie wird in einer Kläranlage Wasser von Öl und Fett getrennt?

Mittels eines einfachen Experiments erfahren die SchülerInnen, wie Flüssigkeiten unterschiedlicher Polarität und verschiedener Dichte voneinander getrennt werden.

Zyklus: 4

Dauer: 15 Minuten



Benötigtes Material:

- 2 Gläser
- verschiedene Lebensmittelfarben (auf Wasserbasis)
- Teelöffel
- Speiseöl

Das aufgelistete Material reicht für ein einzelnes Experiment. Je nach Vorgehensweise (SchülerInnenanzahl, Einzel- oder Gruppenarbeit, o.ä.) musst Du die angegebenen Mengen anpassen.

Sicherheitshinweise

Das Experiment ist ungefährlich.

Praktische Tipps

Achte beim Rühren darauf, dass nicht zu lange gerührt wird. Die Lebensmittelfarbtropfen sollen nicht zu klein werden und sich nicht vermischen.

Sie sollen noch klar als einzelne Farben erkennbar sein.

Auch sollte man nach dem Rühren, die Öl-Farb-Emulsion nicht stehen lassen, sondern rasch ins Wasserglas schütten.

Falls ihr keine Lebensmittelfarbe besitzt, kann einfache Tinte diese auch ersetzen.

Ablauf

Um Dich mit dem Ablauf und dem Material vertraut zu machen, ist es wichtig, dass Du das Experiment im Vorfeld einmal durchführst.

Möchtest Du die SchülerInnen das Experiment dokumentieren lassen? Am Ende dieses Artikels (über der Infobox) findest Du ein Forschertagebuch (zwei A4-Seiten), welches deine SchülerInnen hierfür nutzen können.

Schritt 1: Stellt eine Frage und formuliert Hypothesen

Um das Thema der Kläranlage einzuführen ist es ratsam die Einheit „Wie funktioniert eine Kläranlage?“ im Vorfeld mit der Klasse durchzugehen. Alternativ dazu kann man den SchülerInnen auch nur den Mr Science-Film „Wéi funktionéiert eng Kläranlag? Mat enger Int duerch d'Kanalisation.“ vorführen.

Die Frage, die ihr euch in dieser Einheit stellt, lautet:

Wie wird in einer Kläranlage Wasser von Öl und Fett getrennt?

Wissen die SchülerInnen, was alles im Abwasser landet und wo das Wasser herkommt (Bad, Küche, Industrie)? Wissen die SchülerInnen, wie eine Kläranlage funktioniert? Wissen sie, dass nach der Abtrennung von groben Verschmutzungen durch Rechen, später auch Flüssigkeiten voneinander getrennt werden? Tatsächlich werden in einer Kläranlage zuerst Abfälle wie Holz oder Plastik mechanisch zurückgehalten. In einer zweiten Etappe, in dem sogenannten Sandfang-Becken, werden das Öl und die Fette von der restlichen Flüssigkeit und dem Sand getrennt.

Frage die SchülerInnen, wie Öl und Fett von Wasser getrennt werden können. Lasse die SchülerInnen Hypothesen (Behauptungen, Vermutungen) aufstellen und halte diese an der Tafel fest. Die richtige Antwort zu finden ist hier nebensächlich. Es geht vielmehr darum Ideen zu entwickeln und herauszufinden, was die SchülerInnen bereits wissen.

Schritt 2: Führt das Experiment durch

Um herauszufinden, wie die Flüssigkeiten voneinander getrennt werden können, führen die SchülerInnen folgendes Experiment durch.

Gehe folgende Schritte gemeinsam mit den SchülerInnen durch, aber lasse sie das Experiment selber durchführen:

- a. Fülle ein Glas zu zwei Drittel mit Wasser.
- b. Fülle etwa 2-3 cm Öl in das zweite Glas
- c. Lasse 3-4 Tropfen jeder Lebensmittelfarbe in das Öl tropfen.
- d. Verrühre nun kurz die Farbtropfen mit dem Öl. Danach sollte man die einzelnen Farben noch gut erkennen.
- e. Gib diese „Mischung“ nun vorsichtig in das Wasserglas.
- f. Beobachte was passiert.



a./b.



c.



d.



e.



f.

Schritt 3: Beobachtet was passiert

Lasse die SchülerInnen berichten, was sie beobachtet haben. Die Öl-Farbmischung steigt nach kurzem Eintauchen ins Wasser sofort an die Oberfläche und „liegt“ über dem Wasser. Nach kurzem Warten sieht man, dass die Farbtropfen sich im unteren Bereich des Speiseöls ablegen. Kurze Zeit später werden sich die ersten Lebensmittelfarbtropfen einzeln vom Öl trennen und gelangen ins Wasser. Hier lösen sie sich nun auf und verfärben somit das Wasser in Form von klar sichtbaren, bunten, langgezogenen Tränen, die sich dann nach und nach im Wasser verteilen. Nach ungefähr einer Viertelstunde wird das Öl ganz frei von Lebensmittelfarbe sein und das Wasser komplett eingefärbt.

Schritt 4: Erklärt das Ergebnis

Öl und Wasser können nicht (dauerhaft) vermischt werden. Ein Grund dafür ist, dass Öl eine geringere Dichte als Wasser hat. Deswegen steigt das Öl im Glas nach oben und das Wasser bleibt unten. Vereinfacht kann man sagen: Öl ist leichter als Wasser. Da Lebensmittelfarben auch größtenteils aus Wasser bestehen, schweben die Farbtropfen nur kurze Zeit in der Ölschicht und verlassen diese später tröpfchenweise nach unten.

Ein weiterer Grund, warum Öl und Wasser nicht dauerhaft vermischt werden können: Öl hat eine andere Polarität als Wasser. Wasser-Moleküle sind polar, sie haben ein negativ geladenes und ein positiv geladenes Ende. Daher ziehen sie sich gegenseitig an. Sie bilden eine sogenannte Phase. Öl-Moleküle sind unipolar, sie weisen keine geladenen Stellen auf, an denen sich die polaren Wassermoleküle anlagern können. Daher werden die Öl-Moleküle von den Wasser-Molekülen verdrängt und bilden ebenfalls eine Phase. Lebensmittelfarben sind polar. Dem Grundsatz „Gleiches löst sich in Gleichem“ folgend, lösen sie sich gut im Wasser. Weitere Informationen erhältst Du in der Infobox: Hintergrundwissen. Da findest Du auch weitere interessante Infos.

Anmerkung: Du musst als LehrerIn nicht alle Antworten und Erklärungen bereits kennen. Es geht in dieser Rubrik „Ideen für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule“ vielmehr darum den SchülerInnen die wissenschaftliche Methode (Frage - Hypothese - Experiment - Beobachtung/Fazit) näher zu bringen, damit sie lernen diese selbstständig anzuwenden. Ihr könnt die Antwort(en)/Erklärung(en) in einem weiteren Schritt gemeinsam in Büchern, im Internet oder durch Experten-Befragung erarbeiten.

Oft werfen das Experiment und die Beobachtung (Schritt 2 & 3) neue Fragen auf. Nimm Dir die Zeit auf diese Fragen einzugehen und Schritt 2 und 3 mit Hinblick auf die neugewonnenen Erkenntnisse und mit anderen Variablen zu wiederholen. Kennen die SchülerInnen das Getränk KiBa (Kirsch-Bananensaft)? Welcher Saft kommt nach unten, welcher nach oben? Warum?

(Antwort: Bananensaft hat eine höhere Dichte und kommt nach unten, Kirschsafte hat eine geringere Dichte und kommt nach oben. Da die Flüssigkeiten aber grundsätzlich mischbar sind, muss man beim Eingießen sehr vorsichtig sein). Lebensmittelfarben sind genau wie Wasser immer polar. Können sich die SchülerInnen denken, warum? (Antwort: Damit sie über den Harn ausgeschieden werden können). Und schließlich: Wieso mischen sich Wasser und Alkohol in Wein, obwohl der Alkohol eine viel geringere Dichte (0,79g/ml) als Wasser (1g/ml) hat? (Antwort: Beide Flüssigkeiten sind polar).

Hintergrundwissen

Ein Wasser-Molekül besteht aus einem Sauerstoff-Atom und zwei Wasserstoff-Atomen und hat eine V-Form, bei der im Knick das Sauerstoff-Atom und an beiden Enden die Wasserstoff-Atome liegen. Die Seite mit den Wasserstoff-Atomen ist positiv geladen und die Seite mit dem Sauerstoff-Atom ist negativ geladen. Diese unregelmäßige Ladungsverteilung nennt man in der Chemie "polar". Da es gleichzeitig einen negativ und einen positiv geladenen Teil am Molekül gibt, nennt man Wasser und andere Substanzen, die so aufgebaut sind, Dipole. Wie lauter kleine Magneten ziehen sich die positiv geladene Wasserstoffseite und die negativ geladene Sauerstoffseite eines anderen Wasser-Moleküls gegenseitig an und bilden so als Flüssigkeit eine Struktur.

Fett- oder Öl-Moleküle sind unpolar, d.h. die Ladung der Moleküle ist regelmäßig verteilt. Sie besitzen somit weder eine positiv noch eine negativ geladene Seite und lagern sich auch nicht entsprechend aneinander an. In einer Mischung werden die Fett- oder Öl-Moleküle von den Wasser-Molekülen verdrängt, da sich die Wasser-Moleküle lieber aneinander anlagern. Das leichtere Öl (ca. 0,9g/ml) schwimmt oben auf dem schwereren Wasser (1g/ml). Andere polare Moleküle, wie z. B. Ethanol (Alkohol) sind mit Wasser gut mischbar, da sich Wasser-Moleküle und Alkohol-Moleküle ebenfalls aneinander anlagern können. Dabei spielt es keine Rolle, dass Ethanol viel leichter (0,79g/ml) ist als Wasser (1g/ml). Auch die Farbmoleküle von Lebensmittelfarben sind polar. Sie können so über das (polare) Harnstoffwasser aus dem Körper ausgeschieden werden.

Eine Flüssigkeit, in der sich Öl löst, ist Benzin. Öl und Benzin bestehen beide aus unpolaren Molekülen, sie sind miteinander mischbar. Das sogenannte Zweitaktgemisch für Motorsägen oder Motorroller besteht aus solch einem Öl-Benzin-Gemisch.

Der Grundsatz „Gleiches löst sich in Gleichem“ (lat. „similia similibus solvuntur“) wird der Alchemie zugeschrieben. Für unsere Experiment bedeutet es, dass polare Flüssigkeiten leicht miteinander mischbar sind. Auch unpolare Flüssigkeiten sind leicht miteinander mischbar. Untereinander mischen sich polare und unpolare Flüssigkeiten aber nicht ohne weiteres. In abgewandelter Form findet der Grundsatz auch in der Heilmedizin Anwendung, beispielsweise der

Homöopathie: „Gleiches wird durch Gleiches geheilt“ (lat. „similia similibus curentur“).

Sicher haben die SchülerInnen schon mal selbst ein Salatdressing hergestellt und versucht, das Öl mit dem Essig zu vermischen. Wenn man es schafft, das Öl in sehr kleinen Tröpfchen im Essig zu verrühren oder zu verschütteln, entsteht kurzfristig eine sogenannte Emulsion, bevor sich die Flüssigkeit bald wieder in zwei aufeinander geschichtete Phasen trennt. Bei einer Emulsion sind die kleinen Tröpfchen der inneren oder dispersen Phase – beim Salatdressing das Öl – in der äußeren oder kontinuierlichen Phase – beim Salatdressing der Essig – verteilt. Ein Salatdressing ist eine Öl-in-Wasser Emulsion. Auch Milch ist eine Öl-in-Wasser Emulsion. Es geht aber auch umgekehrt. Beispiele für Wasser-in-Öl Emulsionen sind Margarine und Mayonnaise.

Wenn eine Emulsion durch einen Emulgator stabilisiert wird, trennen sich die einzelnen Phasen nicht so leicht. Im Salatdressing kann Senf oder Honig als Emulgator wirken. Emulgatoren sind lange Moleküle mit einem polaren Teil, der eine Ladung besitzt, und einem langen unpolaren Teil. Emulgatoren gehören zur Substanzgruppe der Tenside. Der polare Teil eines Tensids oder Emulgators kann sich leicht an polare Substanzen wie Wasser anlagern. Der unpolare Teil kann sich leicht an unpolare Substanzen wie Öl anlagern. Das Tensid oder der Emulgator ist also eine Art Verbindungsstück zwischen polaren und unpolaren Substanzen.

Auch Seife ist ein Tensid und funktioniert nach demselben Prinzip. Schmutz ist wie Öl und Fett in den meisten Fällen unpolar. Der lange unpolare Teil des Tensids lagert sich rund um den Schmutz an und umschließt ihn wie eine Kugel. Das andere, polare Ende des Tensids ragt ins Wasser und sorgt dafür, dass der Schmutz oder das Öl und Fett abtransportiert werden können.

In einer Kläranlage macht man sich die Eigenschaften von Wasser und Öl zunutze: nach dem ersten, mechanischen Reinigungsvorgang, bei dem das Wasser über einen Rechen läuft und sperrige Stoffe wie nicht aufgelöstes Toilettenpapier, Plastik oder Essensreste ausgesondert werden, läuft das Abwasser in den Sand- und Fettfang. Bei verminderter Fließgeschwindigkeit kann der Sand nach unten sinken und es können sich Fette und Öle oben ablagern. Dort werden sie größtenteils abgesaugt. Anschließend kommt ein biologischer Reinigungsvorgang. Hier zersetzen Bakterien Kohlenhydrate, Eiweiße und verbliebene Fette, sowie Stickstoff- und Phosphatverbindungen.

Auch bei einer Ölkatastrophe im Meer kann das Öl an der Oberfläche von Spezialschiffen abgesaugt werden. Dass das Öl oben schwimmt, ist in diesem Fall sozusagen Glück im Unglück. Würde es sofort nach unten absinken, wären die Folgen noch schlimmer. Allerdings muss auch das Öl möglichst schnell abgesaugt werden, da es sonst verklumpen und sinken kann.

Nicht nur in Kläranlagen werden Wasser und Fette und Öle voneinander getrennt. Dies passiert auch in Ölabscheidern. Ölabscheider sind große Behälter, in die Abwässer von Tankstellen, Autowerkstätten oder anderen Betrieben fließen, bei

denen Öl auslaufen kann. In diesen Behältern schwimmen die öligen Substanzen auf und können so abgetrennt werden.

Auch ein Bratenabscheider in der Küche trennt das oben schwimmende Bratenfett von der Bratensoße. Bratenabscheider sind häufig Glaskrüge (damit man die Phasengrenze sehen kann) mit langen Ausgießern (für das Öl oder Fett) am oberen Rand des Gefäßes.

Autoren: Olivier Rodesch (script), Marianne Schummer (script), Michèle Weber (FNR), scienceRELATIONS (Insa Gölzow)

Konzept: Jean-Paul Bertemes (FNR), Michelle Weber (FNR), Joseph Rodesch (FNR), Yves Lahur (script)