



Experimentierwerkstatt Wasser

Das Wassermolekül und seine Eigenschaften
Basiswissen und Praxismaterialien für Lehrende

Impressum:

Experimentierwerkstatt Wasser

Das Wassermolekül und seine Eigenschaften. Basiswissen und Praxismaterialien für Lehrende.

Eigentümer, Herausgeber, Verleger:

Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark - UBZ

A-8010 Graz, Brockmanngasse 53

E-Mail: office@ubz-stmk.at

Web: www.ubz-stmk.at

DVR-Nr.: 1076884

Redaktion:

Mag.^a Denise Sprung, Dipl.-Päd.ⁱⁿ Mag.^a Martina Krobath, BEd

Quelle: Latscha, H.P., Kazmaier, U., Klein H. A. (2005): Chemie für Biologen. 2. Auflage. Springer Verlag

Bildnachweise: Shutterstock, KuzmenkoD (Grafik Titelbild), Georg-August-Universität Göttingen (Phasendiagramm S. 12), alle anderen Wikicommon und UBZ Steiermark

Erstellt im Rahmen des Projektes „Wasserland Steiermark“ im Auftrag der Abteilung 14 - Wasserwirtschaft.

© UBZ, Graz 2017



Inhaltsverzeichnis



Vorwort

1. Basiswissen

1.1	Das Wassermolekül	
1.1.1	Die chemische Formel	9
1.1.2	Die Wassermoleküle und ihre Teilladungen	9
1.1.3	Die gewinkelte Struktur des Wassermoleküls	9
1.1.4	Die Wechselwirkung der Moleküle	10
1.2	Ausgewählte Eigenschaften von Wasser	
1.2.1	Wasser als Lösungsmittel	10
1.2.2	Unterschied Mischung - Lösung	11
1.2.3	Die Aggregatzustände von Wasser	14
1.2.4	Die Dichteanomalie des Wassers	16
1.2.5	Flüssiges Wasser ist nicht komprimierbar	17
1.2.6	Die Oberflächenspannung	17
1.3	Ausgewählte Eigenschaft von Alkohol	
1.3.1	Alkohol als Lösungsmittel	19
1.4	Tenside	
1.4.1	Tenside als Emulgator und in Reinigungsmitteln	20

2. Praxisteil für Lehrende

2.1	Wasser und verschiedene Stoffe - Information für Lehrende	23
2.2	Wasser und verschiedene Stoffe - Protokoll	25
2.3	Schwebendes Ei - Information für Lehrende	26
2.4	Schwebendes Ei - Experiment	28
2.5	Cocktail - Information für Lehrende	29
2.6	Cocktail - Experiment	30
2.7	Öl fischen - Information für Lehrende	31
2.8	Öl fischen - Experiment	32
2.9	Schmierige Hände - Information für Lehrende	33
2.10	Schmierige Hände - Experiment	34
2.11	Kartesianischer Taucher - Information für Lehrende	35
2.12	Kartesianischer Taucher - Bastelanleitung	36
2.13	Kartesianischer Taucher - Experiment	37
2.14	Wasservulkan - Information für Lehrende	38
2.15	Fische im Winter - Information für Lehrende	39
2.16	Wasserberg - Information für Lehrende	40
2.17	Wasserberg - Experiment	41
2.18	Metall schwimmt - Information für Lehrende	42
2.19	Metall schwimmt - Experiment	43
2.20	Wasserläufer - Information für Lehrende	44

Inhaltsverzeichnis



2.21	Wasserläufer - Experiment.....	45
2.22	Tropfenbild - Information für Lehrende	46
2.23	Tropfenbild - Experiment.....	47
2.24	Münzversuch - Information für Lehrende	48
2.25	Münzversuch - Experiment.....	49
2.26	Petriscalenversuch - Information für Lehrende	50
2.27	Petriscalenversuch - Experiment.....	51

3. Praxismaterialien

3.1	Das Wassermolekül - Bildkarte.....	55
3.2	Lösen und Mischen - Bildkarten	56
3.3	Lösen und Mischen - Infoblatt.....	68
3.4	Wasser als Lösungsmittel - Bildkarte	70
3.5	Aggregatzustände von Wasser - Bildkarte.....	71
3.6	Aggregatzustände von Wasser mit Übergängen - Bildkarte	72
3.7	Jahreszeitenbedingte Zonierung im See - Bildkarte	73
3.8	Wasser ist nicht kompressibel - Bildkarte.....	74
3.9	Oberflächenspannung - Bildkarte	75
3.10	Kräfte in einem Wassertropfen - Bildkarte	76
3.11	Das Tensidmolekül - Bildkarte	77
3.12	Wasser-Öl-Tensid - Der Waschvorgang - Bildkarte	78
3.13	Alkoholmolekül - Bildkarte	79

Vorwort



Die meisten von uns verknüpfen mit Wasser positive Erinnerungen aus der Kindheit, als wir die ersten Plansch-, Spritz- und „Pfützenhüpfer“-Experimente gemacht haben. Einige Eigenschaften des Wassers konnten so schon spielerisch erfahren werden, andere wurden erst später erlernt.

Die Mappe richtet sich an Lehrende der 1. bis 6. Schulstufe, die durch das Ermöglichen von „forschendem und entdeckendem Lernen“ und anhand von einfachen und mit Alltagsmaterial durchgeführten Experimenten den SchülerInnen grundlegende Erkenntnisse über die Eigenschaften von Wasser näherbringen wollen.

Selbst durchgeführte Experimente dienen nicht nur der Veranschaulichung von Lehrinhalten, sondern tragen vor allem dazu bei, den Kindern und Jugendlichen die Scheu vor „Fehlern“ oder dem „Das-weiß-ich-nicht“ zu nehmen. Gerade etwas „Nicht-zu-wissen“ ist der Anreiz, zu einer bestimmten Fragestellung Versuche zu machen und aus diesen neue Erkenntnisse zu gewinnen.

Die in der Unterrichtsmappe beschriebenen Experimente und Erklärungsmodelle sollen den SchülerInnen die Möglichkeit geben, nicht nur Kompetenzen zu entdecken, zu stärken und neu aufzubauen, sondern auch irreführende Vorstellungen „wie die Welt funktioniert“ - sogenannte Präkonzepte - zu lockern und neue, dem Stand der Wissenschaft entsprechende Konzepte zu entwickeln.

Die Mappe gliedert sich in drei Bereiche:

Basiswissen: Hier werden kurz und auf das Wesentliche beschränkt die grundlegenden Eigenschaften von Wasser erklärt. „Einfach, aber wissenschaftlich korrekt, so wenig wie möglich, aber so viel wie nötig“ war der Grundgedanke bei der Ausarbeitung der Sachinformation, die als notwendiges Hintergrundwissen für die im Praxisteil vorgeschlagenen Experimente zu verstehen ist.

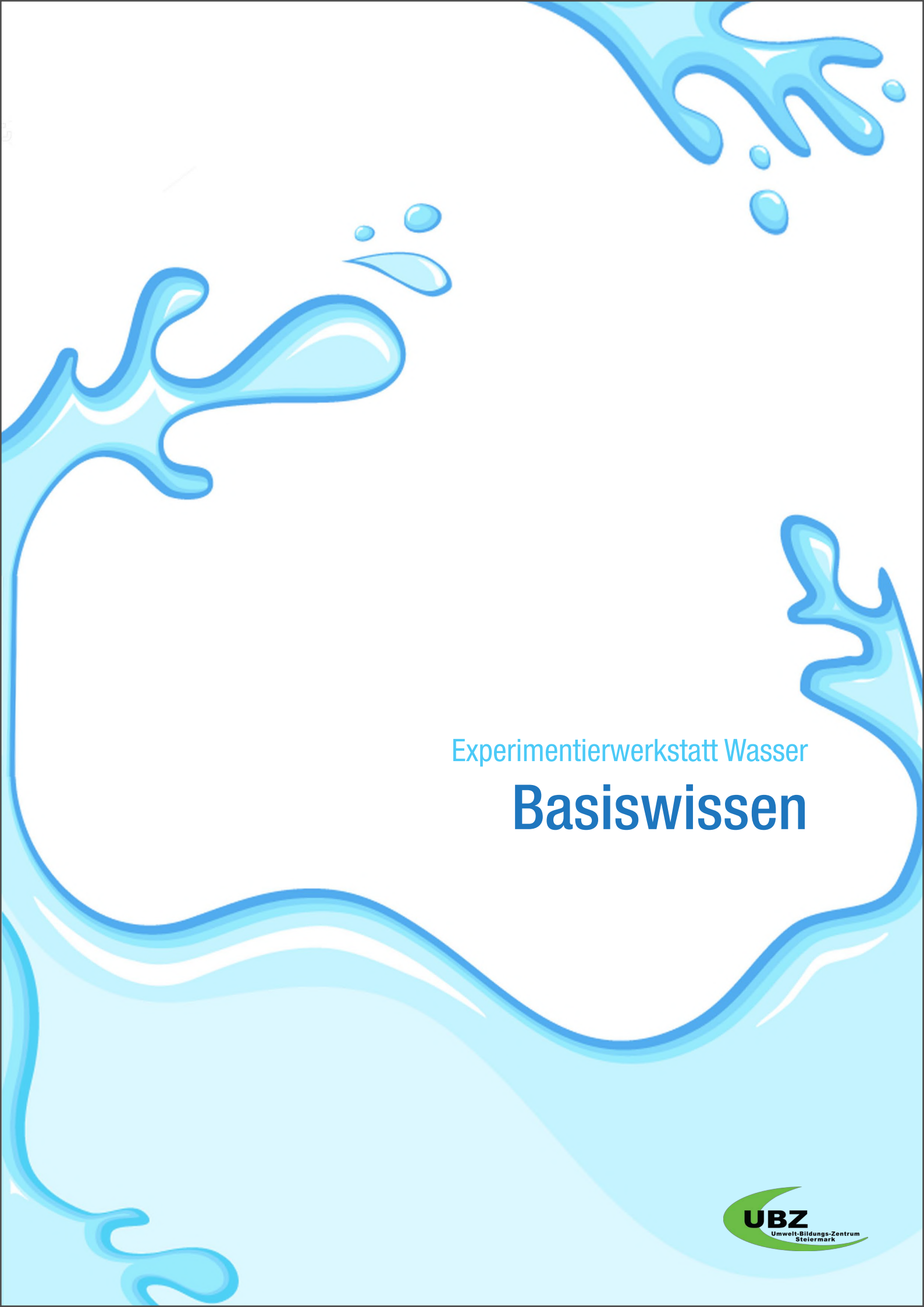
Praxisteil: Für Lehrende finden sich hier Zusatzinformationen zu den einzelnen Experimenten sowie didaktische Hinweise zur jeweiligen Durchführung. Die Versuche sind gut im Stationenbetrieb einsetzbar, eignen sich jedoch ebenso als Einzelversuch zB im Rahmen der Freiarbeit, wie auch als Hausaufgabe oder als Einzelvorführung durch die Lehrperson selbst. Eigene Anleitungen für SchülerInnen mit Beobachtungsaufgaben und Protokollmöglichkeiten finden sich im Anschluss an die Information für Lehrende als fertige Kopiervorlage.

Praxismaterial: Die ausgewählten Experimente wurden mehrfach mit unterschiedlichen Zielgruppen getestet und die dazugehörigen Anleitungen bzw. Erklärungen in der Praxis auf Funktionalität und Verständlichkeit geprüft. Als Ergänzung und Hilfestellung zur fachlich korrekten Erklärung der chemisch/physikalischen Eigenschaften des Wassers wurden eigens angefertigte und auf die Experimente abgestimmte Bildkarten der Mappe beigelegt.

Wir wünschen Ihnen und Ihren SchülerInnen für die Arbeit mit der vorliegenden Unterrichtsmappe viele tolle Lernerfahrungen und viel Begeisterung beim Experimentieren!

Ihr UBZ-Team

Kontakt:
Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark
A-8010 Graz, Brockmanngasse 53
www.ubz-stmk.at | office@ubz-stmk.at



Experimentierwerkstatt Wasser

Basiswissen

1.1 Das Wassermolekül

1.1.1 Die chemische Formel

In der Wissenschaft wird Wasser mit der chemischen Formel H_2O beschrieben: Zwei Wasserstoffatome (H) und ein Sauerstoffatom (O) sind zu einem Wassermolekül verbunden.

Wasser hat im Vergleich zu anderen Flüssigkeiten eine Reihe ungewöhnlicher Eigenschaften, welche sich durch den Aufbau des Wassermoleküls erklären lassen und im Folgenden näher beschrieben werden.

1.1.2 Die Wassermoleküle und ihre Teilladungen

Das Molekül hat insgesamt 4 Elektronenpaare, zwei bindende und zwei nichtbindende. Im Wassermolekül sind je zwei Wasserstoffatome über eine Elektronenpaarbindung an ein Sauerstoffatom gebunden (= kovalente Bindung). Sobald eine Bindung eingegangen wurde, gehören die beiden Elektronen theoretisch zu beiden Bindungspartnern. Die Elektronen einer Elektronenpaarbindung werden tatsächlich aber mit unterschiedlicher Kraft an die einzelnen Bindungspartner herangezogen.

Die Definition dazu lautet: „Die Elektronegativität EN ist das Maß für das Bestreben eines Atoms, das bindende Elektronenpaar an sich zu ziehen“. Je höher die EN, desto stärker die Anziehung. Betrachtet man nun das Wassermolekül, so hat Sauerstoff eine EN von 3,5 und Wasserstoff eine EN von 2,1. Daraus ergibt sich ein sogenannter „elektrischer

Dipol“. Das zentrale Sauerstoffatom besitzt also eine negative Teilladung (Partialladung, kurz „delta“ δ^-) und die Wasserstoffatome eine positive Teilladung δ^+ . Vereinfacht ausgedrückt hat das Wassermolekül beim Sauerstoff einen Minus-Pol und auf der Seite der Wasserstoffmoleküle einen Plus-Pol. Dies wirkt sich ganz besonders auf die Wechselwirkung zwischen den einzelnen Molekülen eines Stoffes aus und ergibt daher besondere Eigenschaften.

1.1.3 Die gewinkelte Struktur des Wassermoleküls

Wie bereits erwähnt, hat ein Wassermolekül zwei bindende und zwei nichtbindende Elektronenpaare. Die sogenannte „Orbitaltheorie“ der Chemie besagt, dass sich Elektronen nicht an starren Plätzen in einem Molekül aufhalten, sondern sich in einem bestimmten Raum - einem Orbital - befinden. Für unsere Betrachtung des Wassermoleküls ist es wichtig zu wissen, dass die beiden nichtbindenden Elektronenpaare des O-Atoms einen größeren Raum einnehmen als die bindenden Elektronenpaare. Dies führt zu einer Verringerung des H-O-H Winkels auf $104^\circ 40'$ (gerundet 105°), sodass Wassermoleküle nicht linear, sondern gewinkelt (dreidimensional betrachtet ein Tetraeder) sind.

Am Beispiel des Wassermoleküls wird auch die große Bedeutung der räumlichen Anordnung sichtbar. Denn wäre das Molekül linear, hätte es auch keinen Dipol. Ohne diesen hätte Wasser kein Dipolmoment und wäre zum Beispiel kein so gutes Lösungsmittel.

Zur Notation: Bindende Elektronenpaare werden mit einem Pfeil dargestellt, nichtbindende mit einem schrägen Strich.

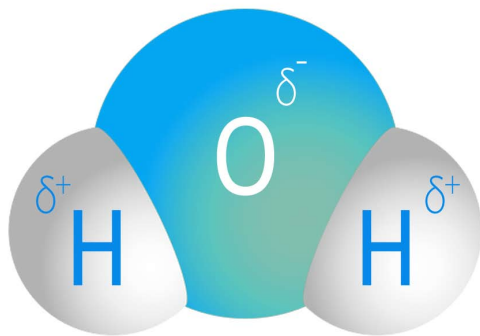


Abb. 1: Orbitalmodell eines Wassermoleküls

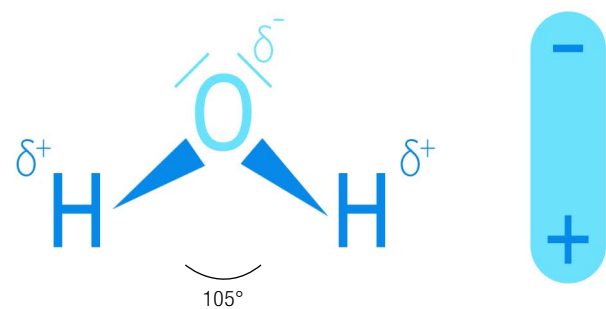


Abb. 2: Winkelstruktur des Wassermoleküls und Dipolmoment-Darstellung (Zweifachpol)

1.1.4 Die Wechselwirkung der Moleküle

Dipolmoleküle können sich zusammenlagern und dadurch größere Molekülgruppen bilden. Kommen im Wasser die positiv polarisierten H-Atome neben den negativen O-Atomen zu liegen, kommt es zu einer Anziehung, es bilden sich „Wasserstoffbrückenbindungen“ aus (intermolekulare Wasserstoffbrückenbindungen). Diese Verbindungen sind aber bei weitem nicht so stark wie zB Elektronenpaarbindungen, daher können sie sich immer wieder lösen und neu bilden.

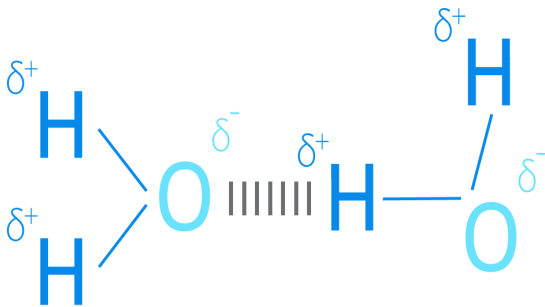


Abb. 3: Wasserstoffbrückenbindung

Ein Wassermolekül kann an bis zu vier Wasserstoffbrücken beteiligt sein. Im flüssigen Wasser sind es ein bis drei, im Eis drei bis vier Bindungen.

Im Eis liegt daher beispielsweise eine räumliche Anordnung vor, die im Vergleich zu flüssigem Wasser eine Volumenzunahme um bis zu 10 % bewirkt, was zB eine Dichteabnahme zur Folge hat (siehe Dichteanomalie des Wassers).

Der Dipol, die gewinkelte Struktur und die dadurch resultierenden Wasserstoffbrückenbindungen verleihen Wasser ganz **besondere Eigenschaften**, einige ausgewählte sind:

- Wasser ist ein besonders gutes Lösungsmittel für polare Stoffe.
- Die Aggregatzustände von Wasser weisen Besonderheiten auf: hoher Siedepunkt, hoher Schmelzpunkt.
- Wasser hat eine Dichteanomalie.
- Flüssiges Wasser lässt sich nicht komprimieren.
- Wasser hat eine besonders hohe Oberflächenspannung.

1.2 Ausgewählte Eigenschaften von Wasser

1.2.1 Wasser als Lösungsmittel

Im reinsten Zustand ist Wasser eine klare, geruchs-, geschmacks- und farblose Flüssigkeit. Viele feste Stoffe, wie Salz oder Zucker lösen sich im Wasser, aber auch einige Gase sind gut wasserlöslich. Der erfrischende Geschmack unseres Trinkwassers ist unter anderem auf gelöstes Kohlendioxidgas (CO_2) zurückzuführen. Im Süßwasser sind

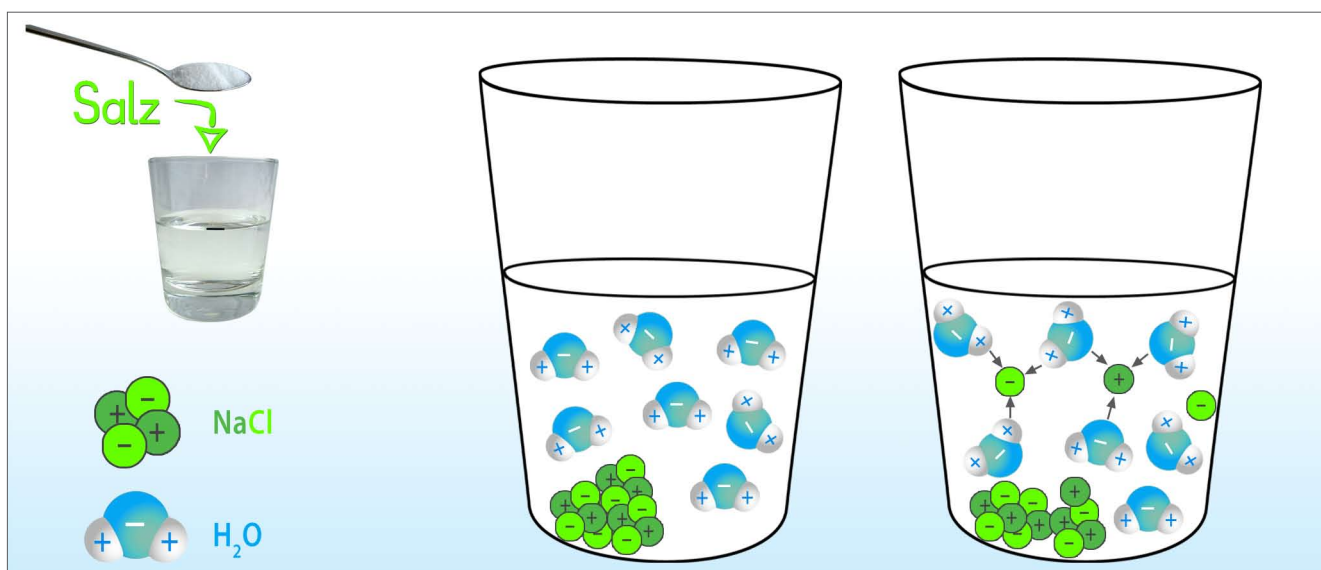


Abb. 4: Lösen von Kochsalz im Wasser



auch noch Chloride, Sulfate, Magnesium, Eisen, Karbonate, Kalzium etc. gelöst.

Dass Wasser ein so gutes Lösungsmittel ist, liegt an der beschriebenen molekularen Struktur. Flüssiges Wasser besteht aus geladenen (polarisierten) Molekülen, die miteinander, aber auch mit anderen festen, flüssigen und gasförmigen geladenen Molekülen in Wechselwirkung treten können. Nach dem Prinzip „Gleiches löst sich in Gleichem“ lösen sich geladene Teilchen wie zB Salze oder andere polare Flüssigkeiten zB Säuren sehr gut im Wasser. Ungleiche Ladungen ziehen sich bekanntlich gegenseitig an.

Schauen wir uns das Prinzip am Beispiel „Lösen von Natriumchlorid (NaCl = Kochsalz) in Wasser“ an:

NaCl hat als Feststoff eine Kristallstruktur (Kristallgitter) aus abwechselnd positiv geladenen Na^+ - und negativ geladenen Cl^- -Atomen. Geladene Atome nennt man Ionen.

Die Abb. 4 veranschaulicht, wie sich die Wasserdipole mit ihren Ladungsschwerpunkten auf der Kristalloberfläche an den entgegengesetzt geladenen Ionen anlagern. Die Ionen werden dabei aus dem Gitterverband herausgelöst. Die Wassermoleküle umhüllen daraufhin die herausgelösten Ionen. Man nennt die Anlagerung von Wassermolekülen an gelöste Ionen hydratisieren (solvatisieren) oder eben lösen. Zwischen den Teilchen herrscht dann die oben beschriebene Wasserstoffbrückenverbindung.

Zu beachten ist aber, dass wasserlösliche Stoffe nicht immer die Struktur von Salzen haben müssen. Es gibt generell unterschiedliche Arten von Bindungen, die zwischen Atomen herrschen können, um Moleküle zu bilden. Ein Salz-molekül wird von sogenannten „Ionenbindungen“ zusammengehalten. Ein Zuckermolekül zB von „kovalenten Bindungen“. Im Gegensatz zu Salz, das sich beim Lösen in einzelne Ionen (einzelne geladene Atome) zerlegen lässt, lässt sich Zucker beim Lösen nur zu kleineren geladenen Molekülen (Atomgruppen: Disacchariden) mit einer ganz bestimmten Anordnung der Atome zerlegen. In Fall von Zucker werden also ganze Moleküle von Wassermolekülen umhüllt (s. 3.3 Lösen und Mischen - Infoblatt).

Die Löslichkeit (also wieviel mg/l eines Stoffes gelöst werden können) oder anders gesagt wann die „Sättigung“ eintritt, hängt auch stark von dem zu lösenden Stoff und auch von der Temperatur des Lösungsmittels ab. Tempe-

raturerhöhung bedeutet Energiezufuhr, diese kann auch mechanisch passieren (zB durch Rühren).

1.2.2 Unterschied Mischung - Lösung

Eine **Mischung** ist ein Gemenge aus zwei oder mehreren festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffen. Man unterscheidet zwischen „heterogenen“ (zB Erde) und „homogenen“ (zB Salzlösung) Gemischen. Mischungen können durch physikalische Trennmethoden, zB Sieben oder Verdunsten wieder in ihre einzelnen Bestandteile getrennt werden. Sind die zu mischenden Teilchen größer als ein Mikrometer, spricht man von einer Suspension oder einer Emulsion. Eine **Suspension** liegt vor, wenn unlösliche, feste Stoffe in einer Flüssigkeit fein verteilt schwimmen: zB Mehl wird mit Wasser zu einem Teig vermengt. Bei einer **Emulsion** vermischen sich zwei nicht lösliche Flüssigkeiten, indem die Flüssigkeitströpfchen so fein verteilt werden, dass sie nebeneinander stabil sind: zB der Wasser- und der Fettanteil der Milch.

Lösungen sind spezielle Mischungen. Lösen bedeutet das Herstellen eines homogenen (= gleichmäßig, statistisch verteilt) Gemisches aus mindestens einem festen, flüssigen oder gasförmigen Stoff in einem Lösungsmittel. Lösungen sind mit dem freien Auge nicht als solche zu erkennen. Die gelösten Stoffe sind als Moleküle, Atome oder Ionen im Lösungsmittel verteilt. In einer Lösung im chemischen Sinn, wie einer Salzlösung, lassen sich die gelösten Stoffe nicht durch Filtern oder durch Zentrifugieren vom Lösungsmittel trennen, nur zB durch das Verdunsten des Lösungsmittels. Homogen vermischte Lösungen können klar oder farbig sein und haben eigene chemisch-physikalische Eigenschaften. So ist zB die Dichte einer Lösung unterschiedlich zur Dichte seiner einzelnen Bestandteile.

Als „**gesättigt**“ bezeichnet man eine Lösung, in der das Lösungsmittel keine weitere Menge des zu lösenden Stoffes aufnehmen kann. Die maximale Konzentration ist erreicht. Der zu lösende Stoff beginnt wieder auszufallen. Die Menge eines Stoffes, die sich in einer bestimmten Menge eines Lösungsmittels löst, ist eine charakteristische Eigenschaft des betreffenden Stoffes. Man bezeichnet sie als seine Löslichkeit mit der Einheit mol/l. Die Löslichkeit ist stark abhängig von der Temperatur.

Nicht geladene, sogenannte unpolare Moleküle wie zB Fette und Öle werden vom Wasser abgestoßen. Wasserlösli-

che Stoffe bezeichnet man als „hydrophil“, wasserunlösliche Stoffe als „hydrophob“.

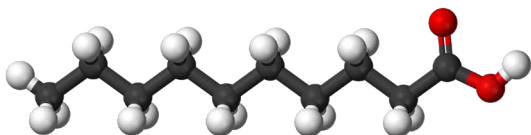


Abb. 5: Ölmolekül

Öle sind molekular ganz anders aufgebaut als Wasser. Ölmoleküle sind große, unpolare Kombinationen aus Kohlenwasserstoffen, die sich daher mit Wasser nicht mischen und somit auch nicht ineinander lösen lassen, also „hydrophob“ sind. Grundsätzlich besitzen sie in flüssiger Form eine geringere Dichte als Wasser und schwimmen in Mischungen aus Öl und Wasser immer oben auf. Schüttelt oder verrührt man ölige und wässrige Phasen miteinander, entstehen oben beschriebene Emulsionen. Lässt man Emulsionen lange stehen, kann man eine Phasentrennung und deutliche Schichtbildung erkennen.

„Mischen“ kindgerecht erklärt

Immer wenn zwei oder mehrere unterschiedliche Stoffe miteinander verrührt, geschüttelt oder zusammengegos- sen werden, nennt man das „Mischen“.

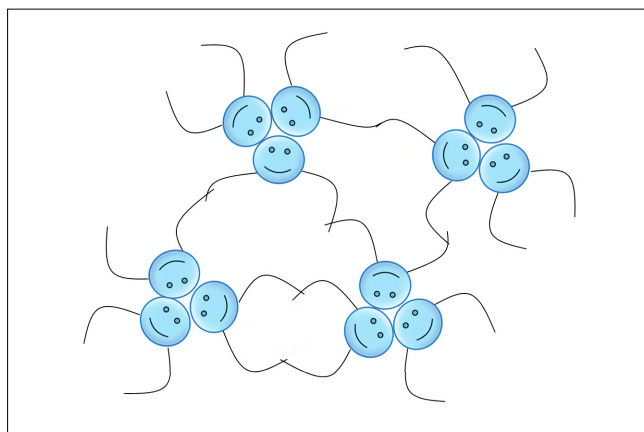
Die unterschiedlichen Stoffe sind nach dem Vermischen noch gut erkennbar und brauchen Platz. Das kann man zB sehr gut beobachten, wenn man Sand in ein mit Wasser gefülltes Glas gibt und dieses durch Rühren vermischt. Man kann beobachten, wie der Wasserspiegel steigt. Der Sand braucht also auch Platz im Glas und verdrängt das Wasser.

Es gibt beim Mischen ein paar spezielle Fälle: So ist ein Ei, das ich in ein Wasserglas gebe, streng genommen „vermischt“ mit Wasser. Oder ein ganz anderer Fall: Gibt man zB Farbe ins Wasser, sieht man vielleicht nur anfangs Schlieren oder Farbkörnchen, am Ende erscheint das Wasser dann nur mehr in einer bestimmten Farbe. Man nennt das dann auch „Färben“. Würde man mit einer Lupe aber ganz genau hinsehen, dann könnte man immer noch winzig kleine Farbteilchen zwischen den Wasserteilchen - also eine Mischung - sehen. Noch ein ganz spezieller Fall einer Mischung ist zB Milch. Milch hat einen Ölanteil und einen Wasseranteil. Öl und Was-

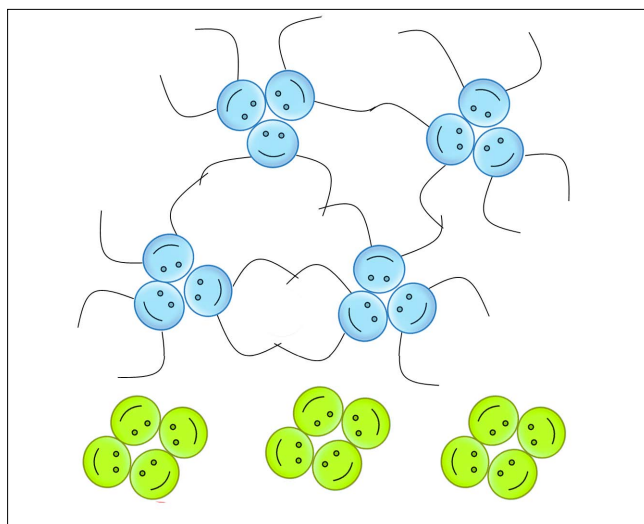
ser trennen sich immer wieder - das Öl schwimmt auf der Oberfläche. Die beiden Teile der Milch sind aber in so feine Tröpfchen zerteilt und dann erst vermischt, dass es so aussieht, als wäre es einfach nur weiße Milch.

Nachspielen des Vorgangs „Mischen“

Im ersten Schritt stellen sich mehrere Kinder vor, Wasserteilchen in einem Glas zu sein. Nun strecken alle ihre Arme aus und je drei Kinder stellen sich mit dem Rücken ganz fest aneinander. Mit gestreckten Armen rücken alle Dreiergruppen so nahe zusammen, dass sie sich entweder die Hände reichen können oder die Arme nach außen zeigen.



Im zweiten Schritt stellen sich 3 Gruppen à vier Kinder vor, Sandkörner zu sein. Dafür stellen sie sich ganz eng zusammen. Gemeinsam rücken sie aus einer Richtung nahe an die Wasserteilchen-Kinder heran. Die Sandteil-





chen sind stark genug und verdrängen die Wasserteilchen, die ihren Platz verlassen müssen. Am Ende brauchen alle Kinder mehr Platz im Raum. Übertragen auf ein mit Wasser gefülltes Glas, in das man Sand gibt, bedeutet das, dass der Wasserspiegel steigt, weil die dazugekommenen Sandteilchen auch Platz brauchen und die Wasserteilchen verdrängen.

„Lösen“ kindgerecht erklärt

Lösen ist ein ganz bestimmter Fall von Mischen. Man spricht von „Lösen“, wenn die zu mischenden Teile so winzig sind oder während des Mischens so winzig werden, dass man sie eigentlich nicht noch kleiner zerteilen kann und sie sich sogar zwischen Wasserteilchen schieben lassen, wie zB Salz, wenn es in ein Glas mit Wasser geschüttet wird.

Wenn man zB Wasser ganz stark vergrößert, sieht es aus wie viele einzelne Tröpfchen, die aus drei winzigen Teilchen bestehen; Salz sieht aus wie ein Gitter aus 2 unterschiedlichen, sich abwechselnden Teilchen. Wasserteilchen schwimmen in einem ganz bestimmten Abstand zueinander herum und wollen diesen auch unbedingt behalten. Das liegt daran, dass jedes einzelne Wasserteilchen wie ein kleiner Magnet funktioniert. Und Magnete ziehen sich immer gegenseitig an. Stoffen wie Salz oder Zucker können die Wasserteilchen nicht widerstehen, weil diese sich auch wie kleine Magnete verhalten. Für diese Stoffe ist dann doch immer noch ein bisschen Platz zwischen den Wasserteilchen.

Streut man Salz ins Wasser, weichen die Wasserteilchen ein bisschen auseinander und beginnen an den Salzkörnchen zu ziehen, teilen diese dadurch in ihre kleinsten Teilchen und kreisen sie regelrecht ein, umschließen sie.

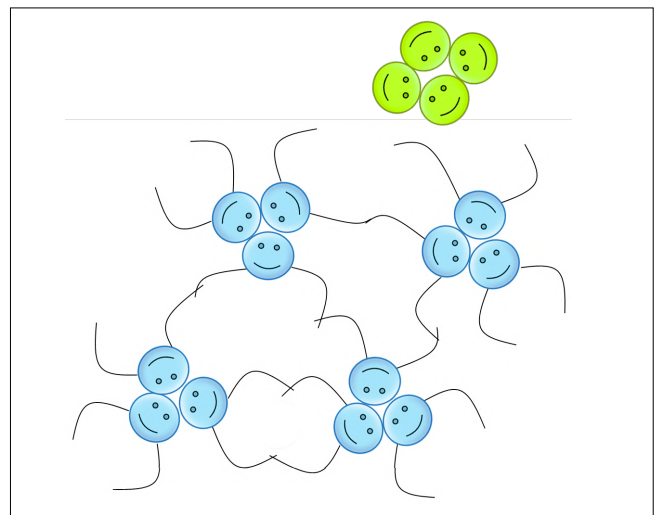
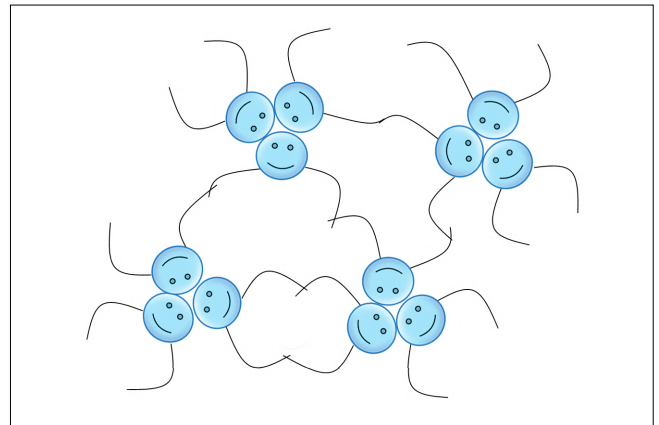
Würde man in ein Wasserglas, in dem bereits Salz gelöst ist, immer noch mehr Salz hineingeben, sind irgendwann keine Plätze mehr zwischen den Wasserteilchen frei und das Salz kann sich nicht mehr lösen. Man sieht im Glas dann Salzkristalle am Boden liegen. Jetzt könnte man rühren, solange man wollte, das Salz verschwindet nicht mehr. Das Wasser ist dann regelrecht satt an Salz, also „gesättigt“.

Eine Lösung kann auch „verdünnt“ werden. Dicksaft ist zB bereits eine Lösung aus hauptsächlich Zuckerteilchen

und Wasserteilchen. Wenn ich zu einer bestimmten Menge Dicksaft Süßwasser hinzugebe, kommen mehr Wasserteilchen dazu. Beim Verdünnen habe ich am Ende zwar mehr Flüssigkeit im Glas, aber die gleiche Menge an Zuckerteilchen, die sich auf die Wasserteilchen aufteilen. Würde man den unverdünnten Dicksaft kosten, würde er ganz süß schmecken. Der mit Wasser verdünnte Dicksaft schmeckt viel wässriger und viel weniger süß!

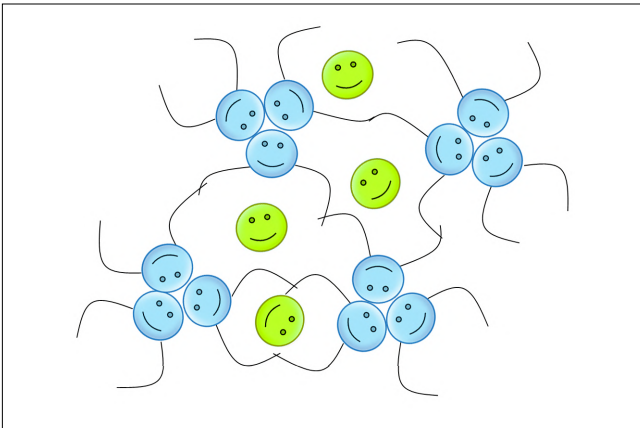
Nachspielen des Vorgangs „Lösen“

Mehrere Kinder stellen sich wieder vor, Wasserteilchen zu sein. Dazu stellen sich je drei Kinder mit dem Rücken ganz fest aneinander. Mit gestreckten Armen rücken alle Dreiergruppen so nah an die anderen heran, dass sie sich entweder die Hände reichen können oder die Arme nach außen zeigen.



Jetzt stellen sich weitere drei bis vier Kinder vor, ein Salzteilchen zu sein. Dafür stellen sie sich ganz eng zusammen und rücken gemeinsam nahe an die äußeren Wasserteilchen-Kinder heran.

Jetzt greifen sich die äußeren Wasserteilchen-Kinder ein Salzteilchen-Kind der Gruppe, ziehen es heraus und schieben es weiter zwischen die Dreiergruppen, die dafür gerne die Hände kurz loslassen, aber gleich wieder schließen. Die Wasserteilchen müssen dafür ihren Platz nicht verlassen, denn die Salzteilchen machen freiwillig mit und nehmen zwischen den Dreiergruppen gerne einzeln ihren Platz ein.



Gäbe es genug Kinder, die ein Salzteilchen darstellen könnten, könnte das „Zwischen-die-Wasserteilchen-schieben“ so lange weitergeführt werden, bis alle Plätze zwischen den Wasserteilchen besetzt sind. Stehen in allen Lücken Kinder, müssen sich weitere Kinder außen um die anderen Kinder dazustellen. Ab diesem Zeitpunkt spricht man davon, dass das Wasser „gesättigt“ ist. Die Salzteilchen würden im Wasserglas nicht mehr verschwinden und der Wasserspiegel würde beginnen zu steigen, da die überschüssigen Teilchen nun wieder Platz brauchen.

1.2.3 Die Aggregatzustände von Wasser

Jeder Reinstoff kommt in bestimmten Zustandsformen (fest, flüssig oder gasförmig) vor. Der Zustand, in dem ein Stoff sich befindet, ist temperatur- und druckabhängig. Stoffe können bei Veränderung dieser Parameter von einem in den anderen Zustand übergehen. Bei welcher Temperatur und welchem Druck ein Stoff wie vorliegt, zeigen sogenannte Phasendiagramme, die für jeden Stoff einzigartig

und anders sind. Vor allem ist es biologisch interessant, in welchem Zustand ein Stoff bei Normaldruck und Raumtemperatur vorliegt. Hier das Phasendiagramm von Wasser:

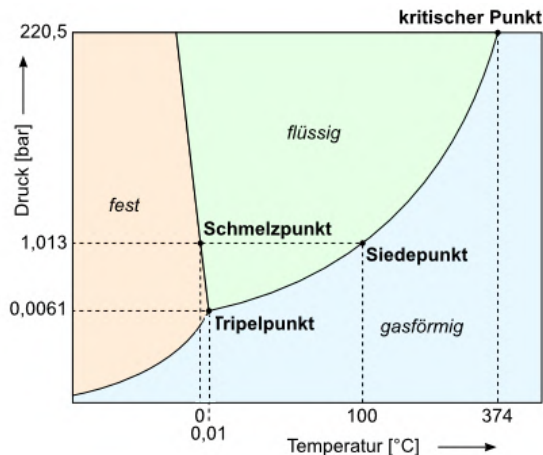


Abb. 6: Phasendiagramm von Wasser

Im Phasendiagramm beschreibt die x-Achse die Temperatur und die y-Achse den Druck. Verfolgt man nun das Diagramm von links nach rechts entlang der steigenden Temperaturachse, liest man heraus, dass Wasser bei 1,013 bar (= der Standarddruck auf Meeresniveau) und 0 °C vom festen Zustand (Eis) in den flüssigen Zustand übergeht, schmilzt (Schmelzpunkt) und bei 100 °C (genau 99,97 °C) vom flüssigen in den gasförmigen Zustand übergeht, verdampft (Siedepunkt). Dazwischen ist es flüssig. Bei 6 mbar und 0,01 °C erreicht man den Tripelpunkt, an dem Wasser gleichzeitig gasförmig, flüssig und fest vorkommt. Geht man entlang der Druckachse nach oben, erhöht also den Druck, kann man aus dem Diagramm herauslesen, dass Wasser erst bei Minusgraden gefriert und über 100 °C erhitzt werden muss, dass es verdampft. Ein Beispiel aus dem Alltag ist der Druckkochtopf: In einem Druckkochtopf ist es möglich, einen höheren Druck, somit Temperaturen über 100 °C zu erreichen und damit die Kochzeit zu verkürzen. Befindet man sich im Unterschied dazu auf einem hohen Berg mit geringerem Luftdruck, siedet Wasser bereits weit unter 100 °C. Der kritische Punkt wird erreicht, wenn nicht mehr unterschieden werden kann, ob das Wasser nun flüssig oder gasförmig ist. Dies geschieht allerdings bei so hohem Druck und hoher Temperatur, dass es für unser Alltagsleben nicht relevant ist.

Relevant ist allerdings, dass Wasser der einzige Stoff in der Natur ist, der in allen drei Aggregatzuständen vorkommt:

flüssig, gasförmig und fest. Wasser in Form von Eis ist fest. Die Wassermoleküle sind im gefrorenen Zustand in Kristallgittern nebeneinander angeordnet und durch drei bis vier Wasserstoffbrücken miteinander verbunden. Sie können sich nur wenig gegeneinander bewegen. Durch einen Temperaturanstieg erhöht sich die Bewegung der Teilchen und die Gitterkräfte (die Wasserstoffbrückenbindungen), welche formgebend für das feste Wasser waren, werden überwunden. Das Wasser geht in den flüssigen Aggregatzustand über. In flüssiger Form sind die Wassermoleküle locker miteinander verbunden und haben nur ein bis drei Wasserstoffbrücken pro Molekül. Wird das Wasser weiter erhitzt, so erhalten die Teilchen noch mehr Energie und bewegen sich schneller, bis sich einzelne Wassermoleküle aus der Flüssigkeit lösen können (die Wasserstoffbrückenbindungen lösen sich), verdampfen und in den gasförmigen Zustand übergehen, wo sie sich nur noch ihrer Eigenbewegung folgend gleichmäßig im Raum verteilen. Wird das gasförmige Wasser abgekühlt, kondensiert es wieder zu flüssigem Wasser.

„Aggregatzustände von Wasser“ kindgerecht erklärt

Egal um welchen Stoff es sich handelt: Er ist entweder fest, flüssig oder gasförmig. Anhand von Wasser lässt sich das

ganz leicht erklären. Wasser kommt als Schnee oder zu Eis gefroren im festen Aggregatzustand vor. Es kann aber auch fließen – wie in einem Bach, Meer oder als Trinkwasser in einem Glas, das nennt man dann „flüssig“. Als „gasförmig“ wird das Wasser bezeichnet, wenn es uns unsichtbar in der Luft umgibt. In welchem Zustand Wasser ist, hängt davon ab, wie warm oder kalt es ist, also von der Temperatur und vom sogenannten Luftdruck (der zB auf Bergen niedriger und im Tal höher ist). Wasser kann den Aggregatzustand auch wechseln und seine Form verändern: Flüssiges Wasser erstarrt im Winter (oder in der Gefriertruhe) zu festem Eis. Eis schmilzt aber auch wieder zu flüssigem Wasser, wenn es zu warm wird. Wird das flüssige Wasser erhitzt, wie beim Kochen, dann beginnt es zu blubbern und wird gasförmig. Weniger oft kann man beobachten, dass gasförmiges Wasser zu festem Eis wird, oder umgekehrt, doch auch das gibt es.

So wie bei Wasser ist das mit allen Stoffen, die uns umgeben. Ein eindrucksvolles Beispiel ist der Brauch des Bleigießens zu Silvester: Das feste Metall wird beim Erhitzen flüssig und ändert beim Eingießen ins kalte Wasser wieder den Aggregatzustand. Es erstarrt zu festem Metall. Während des Erhitzens kann man einen ganz speziellen metallenen Geruch wahrnehmen. Da sind ein paar winzige Teile des Metalls zu Gas geworden.

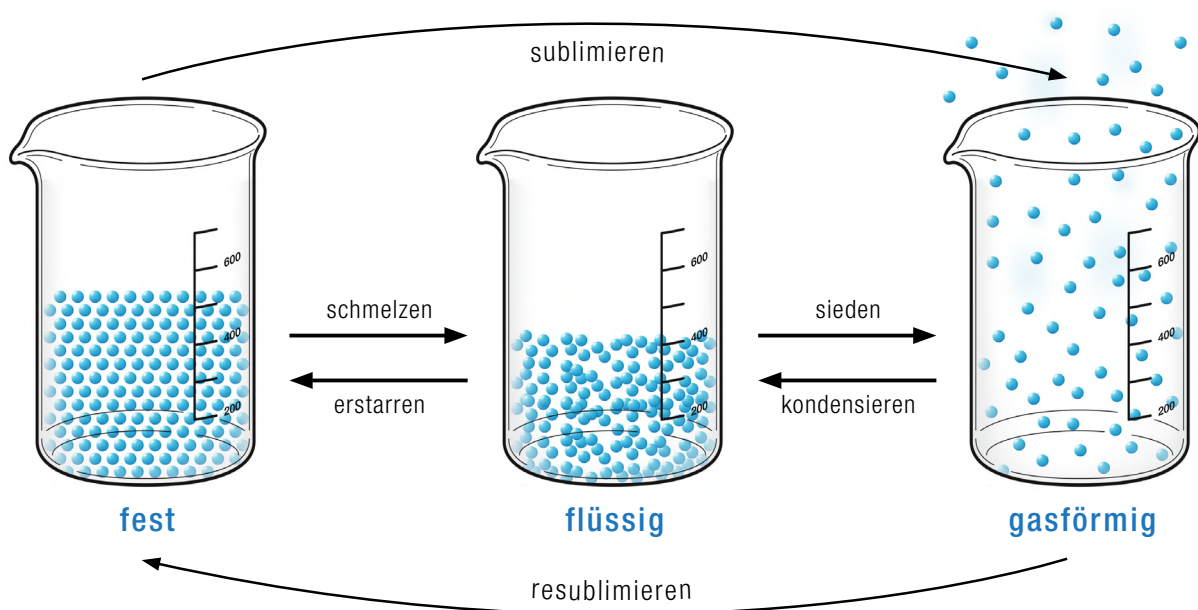


Abb. 7: Aggregatzustände von Wasser

Hinweis: Es heißt fälschlicherweise immer noch „Blei gießen“. Wegen seiner Toxizität wird aber kein Blei mehr verwendet, sondern die Figuren werden heute aus Zinn hergestellt.

1.2.4 Die Dichteanomalie des Wassers

Die Dichte ist eine feste Eigenschaft eines Stoffes. Sie wird vom Abstand der einzelnen Teilchen zueinander bestimmt und wird in kg/m^3 angegeben.

Bei fast allen Stoffen dieser Erde ist der feste Stoff dichter und damit schwerer als eine Flüssigkeit aus dem gleichen Stoff.

Beim Wasser besteht aber eine sogenannte „Anomalie“: Bei $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ besitzt Wasser die höchste Dichte. Beim Abkühlen unter diesen Temperaturwert dehnt sich das Wasser wieder aus. Dies liegt, wie in den Grundlagen bereits beschrieben, an den Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den einzelnen Wassermolekülen. In flüssigem Wasser werden weniger Wasserstoffbrückenbindungen ausgebildet als in festem Wasser, dies verursacht die Volumenzunahme und somit die Abnahme der Dichte in festem Wasser.

Im Winter gefrieren aufgrund der Anomalie des Wassers die Gewässer nicht vollständig zu. Wenn das Wasser an

der Wasseroberfläche $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ erreicht, wird es fest und schwimmt auf dem Wasser. Es isoliert sogar die unteren Wasserschichten gegen zu schnelle Abkühlung. Das dichtere und $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ warme Wasser sinkt auf den Boden. An einer Zirkulation kann dieses Wasser nicht mehr teilnehmen. Aus diesem Grunde können Wasserorganismen wie Fische im Winter im zugefrorenen See überleben. Das Phänomen der Ausdehnung von Flüssigkeiten beim Erstarren kommt nur bei wenigen anderen Stoffen vor.

„Dichteanomalie des Wassers“ kindgerecht erklärt

Wann ein Stoff fest, flüssig oder gasförmig ist, ist für jeden Stoff einzigartig und anders.

Je weiter auseinander die Teilchen sind, umso geringer ist die Dichte und umso leichter ist ein Stoff. Nur beim Wasser ist das anders. Dieses Anderssein nennt man „Anomalie“. Eis schwimmt auf dem Wasser, obwohl es fest ist. Das liegt daran, dass die Wasserteilchen in festem Eis weiter auseinander liegen als die Teilchen in flüssigem Wasser. Eis ist leichter als flüssiges Wasser und Wasser, das $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ kühler ist, ist am schwersten. Wenn das Wasser an der Wasseroberfläche $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ erreicht, wird es fest, es „gefriert“ und schwimmt auf dem Wasser. Das dichtere und $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ warme Wasser

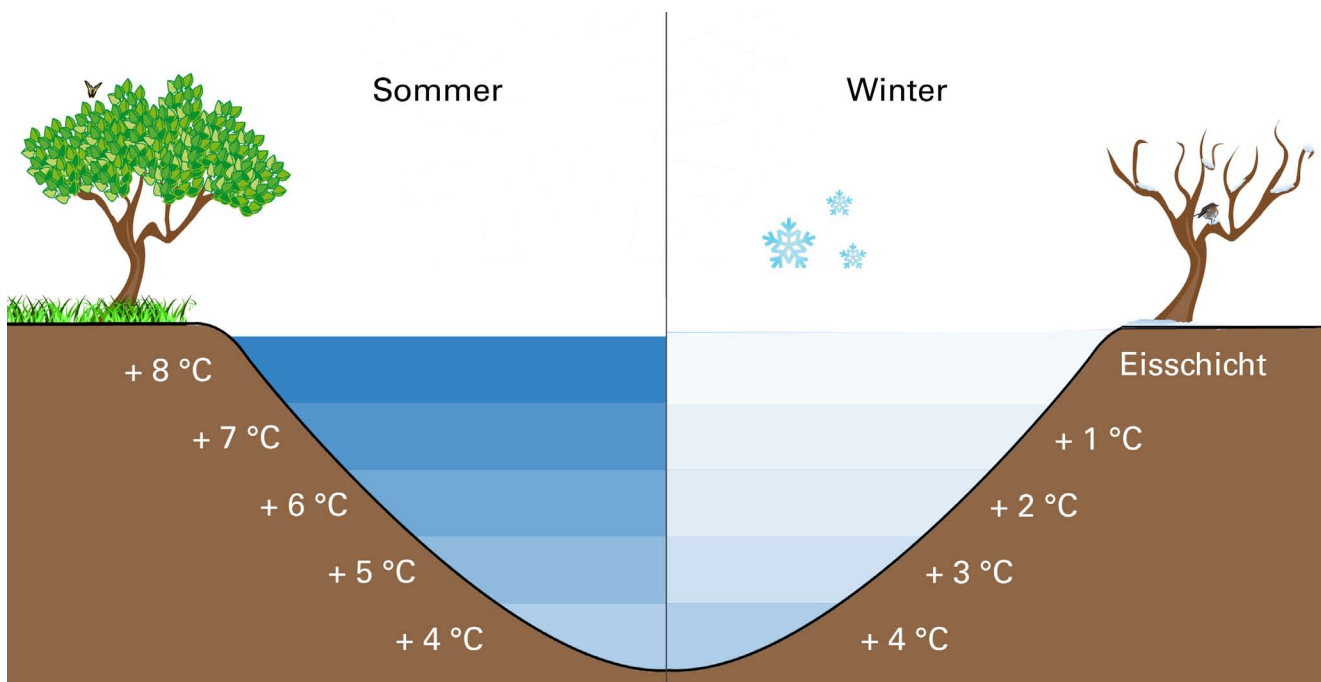


Abb. 8: jahreszeitenbedingte Zonierungen im See

sinkt auf den Boden. Im Winter gefrieren daher Seen nicht vollständig zu. Aus diesem Grunde können Wassertiere wie Fische im Winter im zugefrorenen See überleben.

1.2.5 Flüssiges Wasser ist nicht komprimierbar

Es ist eine physikalische Grundeigenschaft von Flüssigkeiten, dass sie sich im Gegensatz zu Gasen nicht komprimieren lassen, ohne den Aggregatzustand zu verändern. Flüssiges Wasser ist daher nur sehr schwer komprimierbar, das heißt, es lässt sich nicht zusammendrücken. Flüssigkeiten widersetzen sich so lange der Volumenänderung, bis der ausgeübte Druck hoch genug ist und ein Wechsel des Aggregatzustandes einsetzt. Gase hingegen sind kompressibel, das heißt, sie verändern ihre Ausdehnung, wenn man von allen Seiten Druck ausübt, lange bevor sie

den Aggregatzustand ändern. Im energetisch günstigsten Zustand sind die einzelnen Moleküle in Gasen so weit voneinander entfernt, dass unter Aufbringung von Druck, also unter Energiezufuhr, ein Komprimieren möglich ist.

„Nicht komprimierbar“ kindgerecht erklärt

Eine ganz wichtige Eigenschaft von Wasser bzw. von Flüssigkeiten generell ist, dass man diese nicht zusammendrücken kann, da die einzelnen Wasserteilchen unbedingt ihren Platz und Abstand zu ihren Nachbarn beibehalten wollen. Luft bzw. andere Gase verhalten sich hier anders: Gasfirmen pressen mit viel Druck eine große Menge Gas in kleine Gasbehälter, die man vom Campen kennt. Wenn man das Ventil später öffnet, strömt das Gas dann ganz von alleine mit demselben Druck wieder heraus. Es will wieder so viel Platz haben wie vor dem Hineinpressen.

Mit genügend Druck von allen Seiten kann man dieselbe Menge Luft dazu bringen, dass sie weniger Platz braucht. Die einzelnen Teile der Luft rücken also näher zusammen. Wasserteilchen hingegen lassen das nicht zu. Sie wehren sich so lange es geht gegen das Platzmachen. Eine geschlossene Wasserflasche kann man daher fast gar nicht zusammendrücken.

1.2.6 Die Oberflächenspannung

Im Wasser ist jedes Wassermolekül von einem anderen Wassermolekül umgeben. Die Moleküle üben aufeinander Anziehungskräfte aus. Aufgrund der physikalischen Grund-

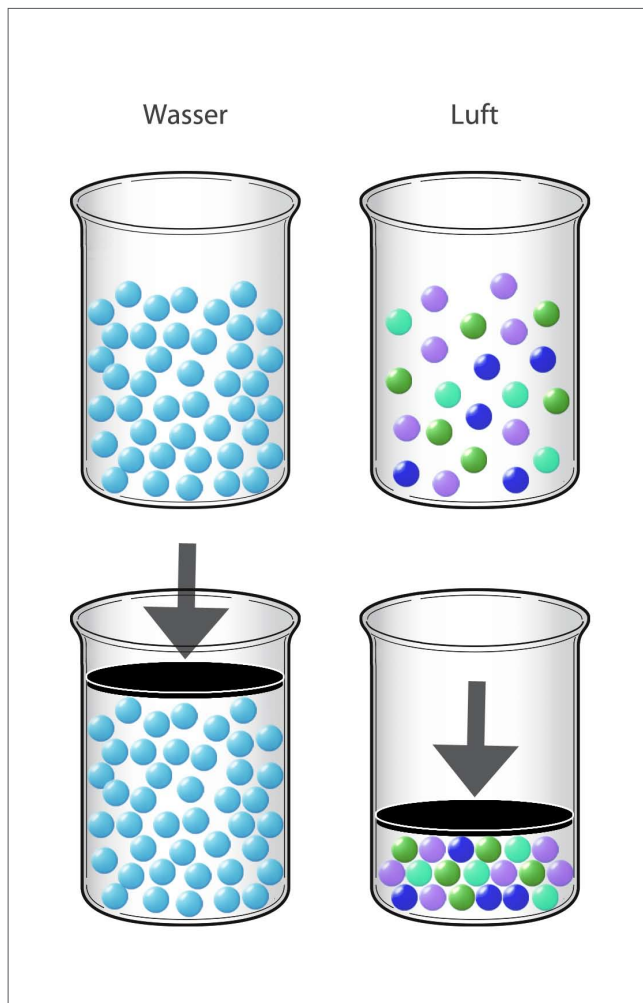


Abb. 9: Flüssiges Wasser ist nicht kompressibel.

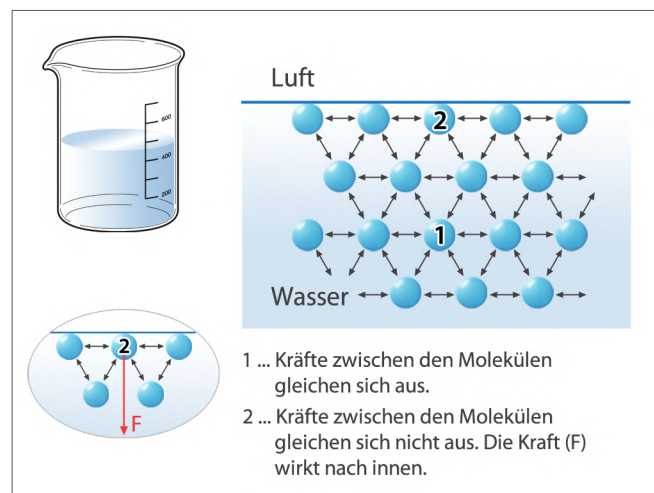


Abb. 10: schematische Darstellung der Kräfte an Phasengrenzen

lage, dass sich Kraft und Gegenkraft immer aufheben, heben sich die Kräfte zwischen diesen Wassermolekülen im Inneren der Flüssigkeit gegenseitig auf. An Grenzflächen, zB zwischen Wasser und Luft in einem Glas, haben die Wassermoleküle nach oben aber keine Nachbar-Wassermoleküle. An der Oberfläche des Wassers wirken die Kräfte also einseitig. Daraus ergibt sich eine Kraft, die senkrecht in das Innere der Flüssigkeit gerichtet ist (s. Abb. 11). Diese (senkrechte) Kraft versucht das Wasser auszugleichen, indem die Randmoleküle stärker ins Innere gezogen werden (eine Wölbung an der Luft-Wasser-Grenzfläche ist zu erkennen). Die Kräfte an Grenzflächen werden Grenzflächenspannung genannt. Die in einem Wasserglas auftretende sogenannte Oberflächenspannung ist eine spezielle Form der Grenzflächenspannung.

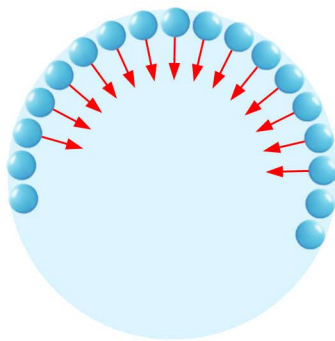


Abb. 11: Verteilung der Kräfte in einem Wassertropfen

Wasser ist auch bestrebt, eine möglichst kleine Oberfläche zu bilden, was zur Folge hat, dass Wassertropfen eine Kugelform haben, da die Kugel im Verhältnis zum Volumen die kleinste Oberfläche hat. Ein fallender Wassertropfen hat sein Aussehen aufgrund der so auf ihn einwirkenden Kräfte, die markante Tropfenform entsteht jedoch durch den Luftwiderstand. Liegt der Tropfen auf einem Untergrund auf, entsteht die typische, eingedellte Tropfenform.

Es gibt auch Flüssigkeiten, die nicht polar sind, also keine geladenen Moleküle besitzen, zB Alkohole oder Öle. Bei diesen ist die Oberflächenspannung geringer, die Tropfen flie-

ßen zB auf einem Untergrund deutlich mehr auseinander.

Oberflächenspannung von Wasser und Alkohol

Wasser	72,75 mN/m
Alkohol	22,55 mN/m

Die Oberflächenspannung von Wasser ist wie eine tragfähige Haut. Sie ermöglicht es auch Stoffen (Büroklammer, Pfeffer ...) mit einer höheren Dichte als Wasser auf der Oberfläche liegen zu bleiben und nicht unterzugehen.

Die Oberflächenspannung kann jedoch auch zerstört werden, indem dem Wasser Spülmittel (Tensid) beigesetzt wird. Tensidmoleküle sind große Moleküle aus vielen Atomen. Es sind Ketten aus einfach gebundenen Kohlenwasserstoffen mit sogenannten funktionellen Endgruppen. Das bedeutet, sie bestehen aus einem länglichen Molekülteil, der nicht geladen, also unpolar und daher wasserabweisend (hydrophob) ist und einem Endteil, der ionisierbar bzw. geladen und somit wasserliebend (hydrophil) ist. Da es der energetisch günstigste Zustand für das Tensid ist, ordnet es sich so auf der Wasseroberfläche an, dass der hydrophile Teil eines Tensidmoleküls in das Wasser hineinragt, während der hydrophobe Teil aus dem Wasser herausragt. Dadurch werden die Wasserstoffbrückenbindungen im Wasser geschwächt und der Zusammenhalt der Wassermoleküle gestört, die Oberflächenspannung wird deutlich herabgesetzt.

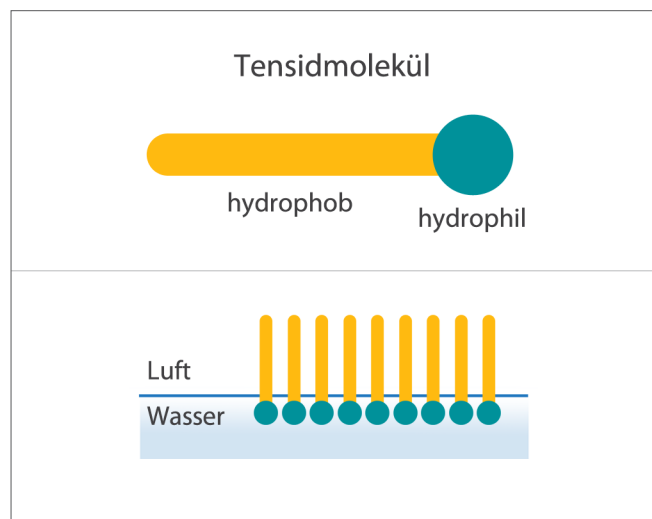


Abb. 12: Tenside verringern die Oberflächenspannung deutlich.



„Oberflächenspannung“ kindgerecht erklärt

Wasser besteht aus vielen kleinen Wasserteilchen, die sich verhalten wie kleine Magnete. Sie ziehen sich gegenseitig an. Man könnte sagen, Wasserteilchen halten sich gegenseitig immer fest an den Händen. Aber so wie auch wir noch ein wenig beweglich sind, trotzdem wir uns fest an den Händen halten, so bleiben auch die einzelnen Wasserteilchen zueinander beweglich, auch wenn sie sich fest anziehen. Wenn sich die Teilchen zu stark bewegen, kommt es schon einmal vor, dass sie die Verbindung zueinander für kurze Zeit verlieren, aber sie versuchen, sofort wieder einen Nachbarn zu finden, um sich festzuhalten. Das ist wie ein Spiel, bei dem man immer probiert, in alle Richtungen Nachbarn zu behalten. Diese Verbindung zwischen Wasserteilchen nennt man „Wasserstoffbrückenbindung“.

Im Inneren eines Gefäßes sind alle Wasserteilchen in alle Richtungen von anderen Wasserteilchen umgeben und können so einfach immer wieder Nachbarn finden und sich an denen festhalten. Anders ergeht es den Teilchen an der Grenze zur Luft. Diese Teilchen haben in Richtung Luft keine Wassernachbarn, um sich an ihnen festhalten zu können. Sie können sich nur ins Wasser hinein und zur Seite ihre Nachbarn suchen. Das führt dazu, dass die Teilchen die Grenzfläche (= Oberfläche) des Wassers immer möglichst klein halten möchten, dabei entsteht aber auch gleichzeitig eine Spannung an der Oberfläche, die Oberflächenspannung.

Die Figur mit der kleinsten Oberfläche ist die Kugel. Das ist auch der Grund, warum die Wasserteilchen versuchen, immer eine Kugel bzw. einen Tropfen zu bilden. Besonders gut kann man es beim Regen erkennen, der fällt immer in Form von kleinen Kugeln (Tropfen) vom Himmel. Liegt der Tropfen auf einer Fläche auf, entsteht eine typisch ovale Tropfenform.

Die Oberflächenspannung des Wassers kann man sogar sehen. Wenn in eine volle Wasserschüssel ganz vorsichtig noch mehr Wasser getropft wird, wölbt sich die Oberfläche ganz leicht nach oben, wie eine Kuppel, als würde das Wasser versuchen, eine große Kugel zu bilden. Und das würde es auch gerne tun, wäre da nicht der Rand der Schale.

Es gibt aber Stoffe, die es schaffen, die Wasserhaut (also die Oberflächenspannung) ganz zu zerstören. Tenside sind der Fachausdruck für diese Stoffe. Ein Spülmittel ist ein gutes Beispiel für Tenside.

Diese Mittel sehen vergrößert aus wie ein Wurm mit einem Kopf. Das Besondere an diesen Würmchen ist, dass ihr Körper das Wasser hasst, aber ihr Kopf es liebt. So kommt es, dass sich Tenside sofort in einer ganz dünnen Schicht so auf der Wasseroberfläche verteilen, dass ihr Kopf zwischen den Oberflächen-Wasserteilchen steckt und ihr Körper aus dem Wasser herausragt. Dieses Phänomen lässt sich auch gut beobachten, wenn ich Pfeffer auf das Wasser streue und dann einen Tropfen Geschirrspülmittel hinzugebe. Die eben noch schwimmenden Pfefferkörner werden blitzschnell durch die sich ausbreitende Tensidschicht nach außen gedrückt, bevor sie langsam auf den Grund des Gefäßes sinken.

Wasser, in das man ein Tensid getropft hat, besitzt nur mehr eine schwache Oberflächenspannung, sodass zB kein weiterer Pfeffer darauf zum Schwimmen gebracht werden kann.

1.3 Ausgewählte Eigenschaft von Alkohol

1.3.1 Alkohol als Lösungsmittel

Alkohol (Ethanol, $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$) ist, so wie Wasser, auch ein sogenanntes Dipolmolekül. Er ist in der Chemie neben Wasser auch ein wichtiges Lösungsmittel, zB ölige Pflanzenauszüge oder Medikamente kennt man als alkoholische Tropfen. Das Dipolmoment ist bei Ethanol der Grund für seine typischen Eigenschaften. Nämlich der sehr niedrige Siedepunkt (verdampft bei Raumtemperatur sehr schnell), die Mischbarkeit mit anderen Flüssigkeiten und seine Oberflächenspannung. Zwischen den Alkoholmolekülen herrschen auch, wie beim Wasser oben beschrieben, diese gegenseitigen Anziehungskräfte. Ethanol ist daher gut mit Flüssigkeiten mischbar, die ähnliche Dipoleigenschaften aufweisen (Wasser, Methanol ...). Das Alkoholmolekül unterscheidet sich dennoch wesentlich vom Wassermolekül. Zum einen ist es durch die OH-Gruppe zwar wasserliebend

(hydrophil), gleichzeitig besitzt das Alkoholmolekül aber auch einen organischen (unpolaren) Anteil, die Kohlenstoffgruppen ($\text{CH}_3\text{-CH}_2$). Daher lässt sich Alkohol teilweise auch mit ölliebenden (lipophilen) Substanzen mischen. Aus seiner beschriebenen molekularen Struktur ergibt sich auch die viel geringere Oberflächenspannung im Vergleich zu Wasser. Alkoholtropfen fließen zB auf einer Folie deutlich mehr auseinander als Wassertropfen.

1.4 Tenside

1.4.1 Tenside als Emulgator und in Reinigungsmitteln

Tenside sind also grenzflächen- und waschaktive Substanzen. Ihr Name leitet sich übrigens vom lateinischen Wort „tensio“ = Spannung ab und deutet darauf hin, was sie tun: Sie können die Grenzflächenspannung zwischen zwei Phasen herabsetzen. Diese Eigenschaft macht man sich zu Nutze. Zum einen können mit Hilfe von Tensiden Wasser-Öl-Emulsionen hergestellt werden und zum anderen werden sie zum Reinigen verwendet. Tenside findet man in Seifen, Spülmitteln und sie sind Hauptbestandteile von Waschmitteln.

Tenside haben diese besondere Struktur (hydrophober und hydrophiler Molekülteil), aus der ihre Eigenschaften resultieren.

In Wasser lagern sich Tensidbausteine entweder zu kugel- oder stäbchenförmigen Micellen zusammen, bei denen die hydrophilen Teile nach außen und die hydrophoben Teile der Moleküle nach innen stehen. Bei der Herstellung von Emulsionen aus unermischbaren Öl- und Wasserphasen wird diese Eigenschaft der Tenside ausgenutzt. Schüttelt oder rührt man so eine Mischung, umschließen die Tensidmoleküle kleinste Öltröpfchen, bilden Micellen und schotten sie so vom Wasser ab. Diese kleinen Tensid-Öl-Micellen verteilen sich dann gleichmäßig in der Wasserphase und es scheint eine homogene Lösung zu entstehen. Die Ölteilchen können sich so nicht wieder zu größeren Teilen zusammenschließen und bleiben stabil als kleine Tröpfchen im Wasser schweben.

Kommen Tenside als Reinigungsmittel zum Einsatz, helfen sie vor allem den öl- bzw. fetthaltigen Schmutz von Oberflächen zu lösen und ihn in der Wasserphase zu halten. Hierbei wird hauptsächlich die elektrostatische Abstoßung ausgenutzt. In einer wässrigen Lösung benetzen Tensidmoleküle die an der Oberfläche anhaftenden Schmutzteilechen, setzen so die Haftung der Schmutzteilechen herab und unterstützen die vollständige Ablösung des Schmutzes von der Oberfläche, die nun durch mechanische Einwirkung stattfindet. Sind die Schmutzteilechen einmal von der Oberfläche abgelöst, dienen die Tenside wieder als Emulgator und halten den Schmutz in Lösung.

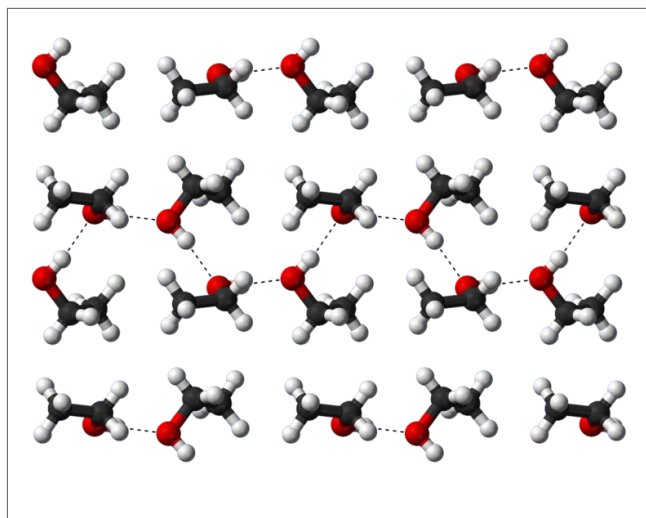


Abb. 13: Ethanol-Moleküle in Wechselwirkung

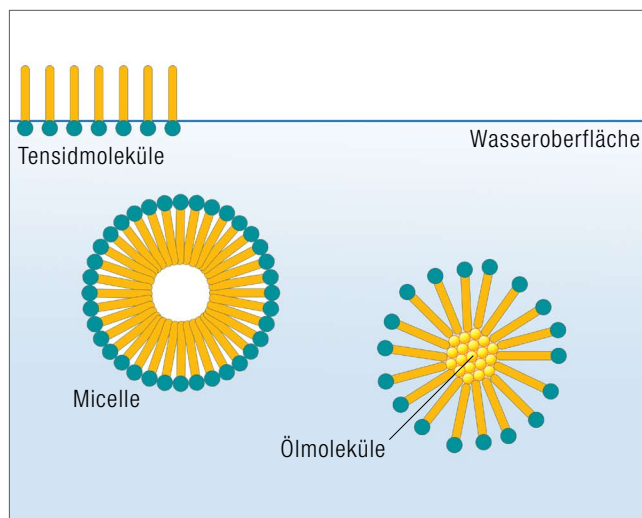


Abb. 14: Anordnung Tensidbausteine im Wasser



Experimentierwerkstatt Wasser

Praxisteil für Lehrende

Wasser und verschiedene Stoffe

Benötigtes Material pro Zweiergruppe

- Protokoll „Wasser und verschiedene Stoffe“
- 6 Probegläschen mit Deckel
- Spritze (50 ml)
- Trichter
- Kanne mit Wasser
- 4 Schalen mit Salz, Zucker, Sand und Erde
- 4 Esslöffel
- 2 Fläschchen mit Dicksaft und Speiseöl
- 2 Pinnetten

Vorbereitung

Die Arbeitsplätze der SchülerInnen werden so vorbereitet, dass alles in Reichweite steht und ein Durcheinanderlaufen vermieden wird. Jedes Kind muss die Möglichkeit haben, selbstständig zu experimentieren. Pro Platz sollte immer etwas zum Abtrocknen vorhanden sein.

Durchführung

Diese Versuchsreihe ermöglicht es, den Unterschied von Lösen und Mischen anschaulich zu machen und so zu einem tieferen Verständnis von Wasser als Lösungsmittel beizutragen. Verschiedene feste, lösliche (Salz, Zucker) und unlösliche Stoffe (Erde, Sand) werden mit dem Lösungsmittel Wasser vermischt. Durch genaue Beobachtung, wie sich die Stoffe verhalten, wo sie sich in der Lösung befinden und ob der Wasserspiegel ansteigt oder nicht, können logische Schlüsse auf „was heißt Mischen und Lösen?“ gezogen werden. Dicksaft und Öl dienen als flüssige Beispiele, denn Feststoffe verhalten sich anders beim Mischen als Flüssigkeiten.

Jeder Schritt wird von der Lehrperson vorgezeigt, bevor er von den SchülerInnen nachgemacht wird. Im Team wird abwechselnd gearbeitet.

In die Gläser werden mit Hilfe der Spritze je 30 ml Wasser gefüllt.

In die Probegläschen werden die vorbereiteten Stoffe entsprechend der Reihenfolge des Arbeitsblattes gegeben. Anschließend werden die Gläser verschlossen, gut geschüttelt, abgestellt, ein paar Sekunden lang beobachtet und einem Feld auf dem Protokollblatt zugeordnet.

Vor jedem Schritt werden die SchülerInnen angeregt zu vermuten, um welchen Stoff es sich handelt und wie dieser sich wohl mit Wasser verhält.



Bei den Feststoffen werden immer ein halber Löffel und bei den Flüssigkeiten 10 Tropfen ins Wasser gegeben.

Wenn alle Teams alle Gläser gefüllt und abgestellt haben, folgt eine gemeinsame Auflösung und Erklärung.

Tipp

Für ein besseres Verständnis empfiehlt es sich, die  Bildkarten „Lösen und Mischen“ aus den Praxismaterialien zu verwenden. Das  Infoblatt „Lösen und Mischen“ unterstützt mit Hintergrundinformationen und Vorschlägen für einfache Erklärungen.



Wasser und verschiedene Stoffe

1 Salz					
2 Sand					
3 Dicksaft					
4 Speiseöl					
5 Zucker					
6 Erde					

... ist nicht mehr im Wasser zu sehen
... löst sich in Wasser auf

... ist oben auf dem Wasser zu sehen
... schwimmt auf der Wasseroberfläche

... ist unten am Boden zu sehen
... sinkt im Wasser nach unten

... ist überall im Wasser zu sehen
... schwebt überall im Wasser

Schwebendes Ei

Benötigtes Material pro Kind

- ein rohes Ei
- ein hohes Glas (das Ei muss genug Platz haben)
- Glas mit Salz • Esslöffel
- Lineal • Wasser

Vorbereitung

Die Arbeitsplätze der SchülerInnen werden so vorbereitet, dass für jedes Kind das Arbeitsmaterial (mit Wasser gefülltes Glas, Ei, Salz, Löffel und Lineal) gut zugänglich am Tisch steht.

Durchführung

Um die Grundbegriffe „Lösen“ und „Dichte“ anschaulich zu vermitteln und verständlich zu machen, kann man mit rohen Eiern und verschiedenen Wassersorten arbeiten. Der beschriebene Versuch kann sehr flexibel an Altersstufen und das Vorwissen von SchülerInnen angepasst werden. Rohe Eier werden in Süßwasser getaucht, der Wasserspiegelanstieg wird beobachtet oder gemessen, aus Süßwasser wird durch Zugabe von Kochsalz Salzwasser gemacht (bei älteren SchülerInnen kann zB die Menge des zugefügten Salzes mitprotokolliert werden), wiederum der Wasserspiegel beobachtet, Eier werden zum Schweben gebracht, Salzwasser wird wieder verdünnt und zwischendurch wird immer die Frage „Was passiert und warum?“ gestellt.

Das Experiment ist wie ein „Frage-Versuch-Antwort-Spiel“ aufgebaut und wird von der Lehrperson angeleitet. Jedes Kind arbeitet selbstständig und versucht die Fragen der Lehrperson zu beantworten bzw. die Arbeitsaufträge zu erfüllen.

- 1. Welche Flüssigkeit und welches Pulver hast du vor dir?**
(Wasser, Salz) **Miss mit dem Lineal den Wasserspiegelstand!**
- 2. Welche zwei Arten von Wasser gibt es?**
(Salzwasser, Süßwasser)
- 3. Welches Wasser ist in deinem Glas? (Süßwasser)**
- 4. Was passiert, wenn du das rohe Ei in das Süßwasser gibst?**
(Es geht unter.) **Probiere es aus!**
- 5. Was passiert mit dem Wasserspiegel?**
(Er steigt an.)



6. Wie kann ich aus dem Süßwasser Salzwasser herstellen?

(Ich gebe Salz hinein.)

7. Nimm das Ei mit dem Löffel heraus und gib 4 Esslöffel Salz hinzu! Was kannst du beobachten?

(Das Wasser wird anfangs trüb, dann wieder klar. Der Wasserspiegel steigt kaum messbar an. Das Salz löst sich auf. Das Salz setzt sich am Boden ab.)

8. Gib dein Ei in dein Salzwasser! Schwebt es?

(ja – nein)

9. Was habe ich an der Eigenschaft von Wasser verändert?

(Die Dichte wurde erhöht.)

Vermutung um Vermutung nähern sich die SchülerInnen den Definitionen von Lösen und Dichte an. Eine Dichtereihe, die den Begriff „gesättigt“ erklärt, rundet die Versuchsreihe ab und vertieft die erworbenen Erkenntnisse. Hierfür werden die schwebenden Eier nebeneinander in einer Reihe aufgestellt, wobei das Glas mit dem dichtesten Wasser ganz rechts und das Glas mit dem wenigsten dichten Wasser ganz links hingestellt werden muss. Zwischen diesen beiden Gläsern ordnen die Kinder ihre schwebenden Eier richtig zu.

Alternative Durchführung

Der Versuch kann nicht nur angeleitet, sondern auch selbstständig von den SchülerInnen durchgeführt werden. Dafür empfiehlt es sich mit 2 Gläsern - eines für Süßwasser und eines für Salzwasser - und 2 Eiern pro Kind zu arbeiten. Somit ist ein direkter Vergleich zwischen Süß- und Salzwasser gegeben. Diese alternative Durchführung eignet sich besonders für jüngere SchülerInnen.

Zusatzinformation

Salz macht Wasser dichter! Zwischen den Wasserteilchen sind noch Lücken, auch wenn die Wasserteilchen ganz dicht beieinanderstehen. Wasserteilchen passen in diese Lücken nicht mehr hinein, aber kleine Salzteilchen. Somit wird das Wasser dichter, wenn Salz hineinkommt. Auf dem Foto sind die Kinder die Wasserteilchen und die Lehrerin stellt sich als Salzteilchen in die Lücke. Das Wasser braucht kaum merklich mehr Platz, ist aber dichter.



Schwebendes Ei

Für den Versuch benötigst du:

- 2 rohe Eier
- 2 hohe Gläser (das Ei muss genug Platz haben)
- Glas mit Salz
- Esstöffel
- Lineal
- Wasser

So führst du den Versuch durch:

- Fülle die Gläser zu zwei Drittel mit Wasser voll!
Überlege dir, welche zwei Arten von Wasser auf der Erde vorkommen.
- Gib in eines der beiden Gläser 4 Esslöffel Salz und löse es durch Umrühren auf!
- Lass in jedes Glas mit Hilfe des Löffels vorsichtig ein rohes Ei hineingleiten!
- Beobachte, was passiert!
- Wenn beide Eier untergehen, musst du mehr Salz ins Glas einrühren.



Beobachte, was passiert!

Welche zwei Arten von Wasser gibt es?

_____ und _____

In welchem Wasser schwimmt das Ei?

- ☐ im Salzwasser ☐ im Süßwasser

Was passiert mit dem Wasserspiegel?

- ☐ er bleibt gleich ☐ er sinkt ☐ er steigt

Welche Eigenschaft von Wasser hat sich durch die Zugabe von Salz verändert?

- ☐ die Dichte ☐ die Oberflächenspannung ☐ der Aggregatzustand

Cocktail

Benötigtes Material pro Kind

- ein hohes, durchsichtiges Gefäß
- oranger Dicksaft
- Speiseöl
- Korken
- Weintraube
- Wasser (gefärbt)
- Legosteine
- Münze
- Wasser

Vorbereitung

Für eine eindrucksvollere Darstellung der Flüssigkeitsschichten ist es von Vorteil, im Vorfeld Wasser mit Lebensmittelfarbe blau oder grün einzufärben.

Durchführung

In diesem Versuch wird zuerst mit Dicksaft, Öl und gefärbtem Wasser ein deutlich geschichteter Cocktail hergestellt. Anhand der Schichtung lassen sich wieder Rückschlüsse auf die Dichte der einzelnen Flüssigkeiten ziehen. Ein Legosteineinchen, eine Münze, eine Weintraube und ein Korkenstück werden nach der Reihe dem Cocktail zugefügt und es wird beobachtet, auf welcher Schicht diese schwimmen, um wiederum Rückschlüsse auf die Dichte zu ziehen. Je weiter oben ein Gegenstand im Glas schwimmt, umso geringer ist seine Dichte. Erstaunlich ist auch, dass feste Gegenstände eine geringere Dichte aufweisen als so manche flüssige Schicht. Rührt man den Cocktail um - also vermischt man die Schichten miteinander - veranschaulicht man noch einmal, dass sich Wasser und Öl nur scheinbar vermischen lassen, sich in Wirklichkeit aber immer wieder trennen. Der Dicksaft mischt sich mit dem Wasser und wird so verdünnt. Der Cocktail hat dann nur mehr 2 Schichten.

Die Flüssigkeiten im Anschluss nicht in den Abguss schütten, sondern über den Altöl-Sammelbehälter entsorgen!

Zusatzinformation

Gelöste Stoffe haben einen deutlichen Einfluss auf die Dichte von Lösungen. Im Dicksaft ist eine große Menge an Zucker gelöst. Seine Dichte ist also viel höher als die Dichte vom gefärbten Wasser. Schüttelt man den Cocktail, vermischen sich die beiden wässrigen Phasen. Dabei wird genau genommen die Dicksaftphase mit dem gefärbten Wasser verdünnt und somit die Dichte der entstehenden Phase verringert. Das Prinzip „Gleiches löst sich in Gleichem“ wird hier veranschaulicht. Gleich nach dem Schütteln vermischen sich scheinbar die wässrige Phase und die Ölphase. Lässt man den Cocktail aber ein paar Minuten ruhig stehen, beginnt sofort eine Trennung in die Öl- und Wasserphase. Kurzfristig entstehen beim Schütteln kleinste Öl- und Wassertropfen, die nebeneinander schwimmen, sich aber nicht ineinander lösen. Eine solche scheinbare Mischung nennt man Emulsion, wie zB Milch. Die Wasserphasen lassen sich natürlich nicht mehr trennen.



Cocktail

Für den Versuch benötigst du:

- ein hohes, durchsichtiges Gefäß
- orangen Dicksaft
- Speiseöl
- Korken
- Weintraube
- Wasser (gefärbt)
- Legostein
- Münze
- Wasser

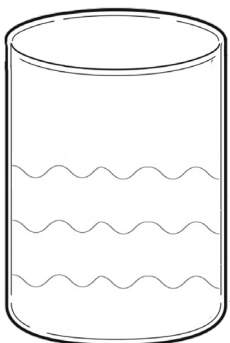
So führst du den Versuch durch:

1. Fülle ca. 2 cm hoch Dicksaft ins Glas!
2. Leere die gleiche Menge Speiseöl dazu!
3. Halte das Glas schräg und leere die gleiche Menge Wasser dazu!

Beobachte, was passiert!

Die Flüssigkeiten haben sich nicht vermischt, sondern bilden drei Schichten.

Zeichne mit Farbe, wie die Flüssigkeiten im Glas verteilt sind:
orange (Dicksaft), gelb (Öl) und blau (Wasser)



Gib nun der Reihe nach folgende Gegenstände in das Glas: Münze, Weintraube, Legostein und Korken.
Wie weit versinken die Gegenstände? In welcher Flüssigkeit schwimmen die Gegenstände?

Die Münze _____

schwimmt auf dem Öl.

Die Weintraube _____

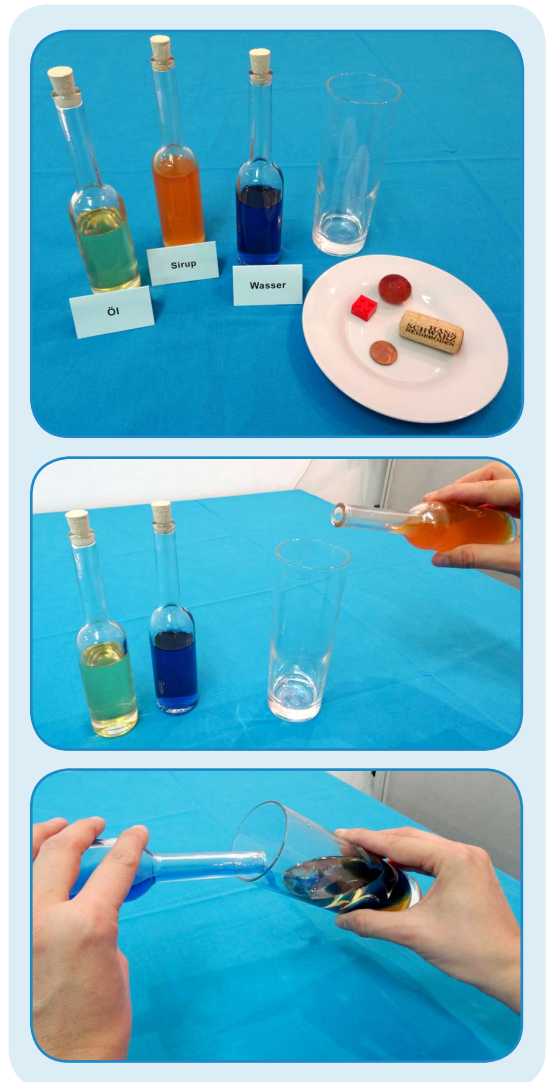
schwimmt im Dicksaft.

Der Legostein _____

schwimmt im Wasser.

Der Korken _____

geht unter.



Öl fischen

Benötigtes Material pro Kind

- eine große Schüssel
- eine kleine Schüssel
- Speiseöl
- Kaffeelöffel
- Wasser

Vorbereitung

keine

Durchführung

Zuerst Leitungswasser in eine Schüssel leeren und ein paar Tropfen Speiseöl zugeben. Man kann das Öl als Öl-Linsen auf der Wasseroberfläche schwimmen sehen. Rührt man mit dem Löffel um, scheinen sich Wasser und Öl miteinander zu vermischen. Lässt man die Mischung dann aber ruhen, trennen sich die beiden Lösungen rasch voneinander und die Öl-Linsen schwimmen wieder auf der Oberfläche.

Mit dem Löffel soll nun versucht werden, die Öl-Linsen in eine kleinere Schüssel abzuschöpfen. Mit der nötigen Geduld wird es möglich sein, das Öl aus der großen Schüssel zu entfernen. Bei genauerem Hinschauen sieht man dann aber in der kleinen Schüssel ein Öl-Wassergemisch!

Geduldige SchülerInnen freuen sich immer wieder darüber, das Öl aus der großen Schüssel herausbekommen zu haben, übersehen dabei aber gerne den Nebeneffekt, dass es dafür in der kleinen Schüssel auf dem Wasser schwimmt.

Auch nach langem Versuchen wird es nicht möglich sein, das Öl vollständig vom Wasser zu trennen.

Zusatzinformation

Wasser und Öle lassen sich nicht miteinander mischen, aber auch mechanisch nicht mehr 100%ig voneinander trennen. Eine Trennung kann nur mithilfe eines sogenannten Schütteltrichters oder durch Zugabe von geeigneten Tensiden funktionieren, die die Ölteilchen von der Wasserphase abtrennen. In weiterer Folge ist auch eine Trennung des Tensids vom Öl nicht möglich.



Öl fischen

Für den Versuch benötigst du:

- eine große Schüssel
- eine kleine Schüssel
- Speiseöl
- Kaffeeöffel
- Wasser

So führst du den Versuch durch:

1. Fülle Wasser in die Schüssel!
2. Gib ein paar Tropfen Speiseöl ins Wasser!
3. Rühre mit einem Löffel die Wasser-Ölmischung kräftig um.
4. Versuche das Öl mit dem Löffel in die kleine Schüssel abzuschöpfen.

Beobachte, was passiert!

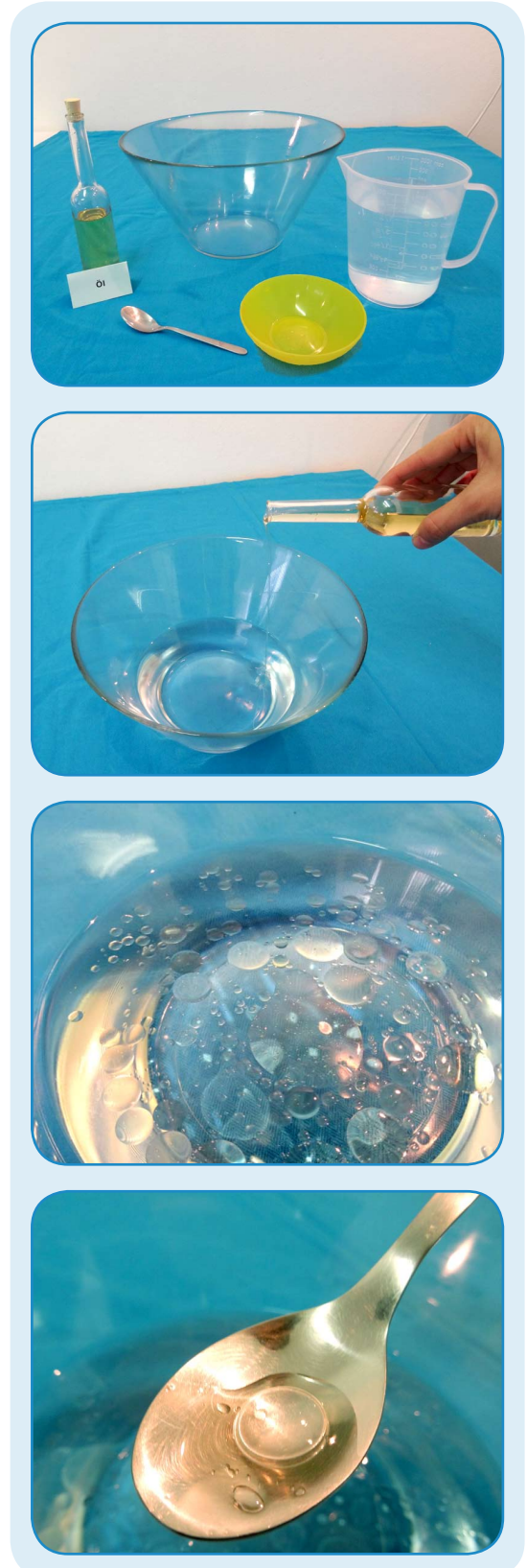
Lassen sich Wasser und Öl mischen?

- ☐ ja ☐ nein

Konntest du alle Ölteilchen aus dem Wasser schöpfen?

- ☐ ja ☐ nein

Kannst du erklären, warum das Öl auf der Wasseroberfläche schwimmt?



Schmierige Hände

Benötigtes Material pro Kind

- Speiseöl
- Wasser
- Geschirrspülmittel
- Handtücher
- Wasserleitung

Vorbereitung

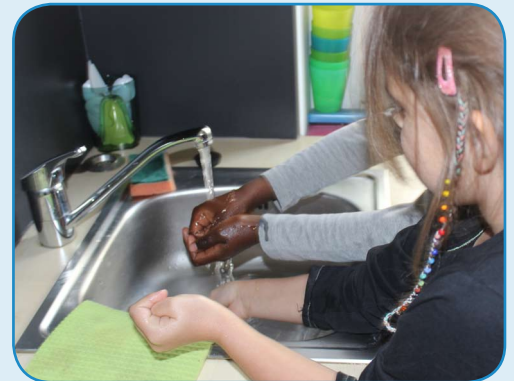
keine

Durchführung

Neben einer Wasserleitung wird ein bisschen Öl auf die Handfläche getropft und verschmiert. Zuerst wird versucht, das Öl nur mit Wasser von den Händen zu waschen. Da sich das Öl nicht vollständig abwaschen lässt, ist es ratsam, sich Papierhandtücher (bzw. Küchenrolle) zum Händeabtrocknen zurechtzulegen. Im zweiten Schritt versucht man das Öl mit etwas Geschirrspülmittel von der Hand abzuwaschen. Man merkt sofort, dass die Hände nur so wieder ganz sauber werden.

Zusatzinformation

Öle und Fette haften aufgrund elektrostatischer Wirkungskräfte sehr gut auf der Haut, da die Haut eine natürliche, dünne, fettige Schutzschicht besitzt. Wasser alleine vermag es nicht, das Öl vollständig von der Haut zu lösen. Erst durch die Zugabe von Tensiden (hier Geschirrspülmittel) kann das Öl in kleinsten Portionen von der Haut abgelöst werden. Die Tensidmoleküle umschließen die Ölmoleküle und trennen sie durch elektrostatische Abstoßung von der Haut. Verwendet man zu viele Tenside, merkt man, wie auch die natürliche Schutzschicht der Haut abgelöst wird – die Folge ist trockene Haut, die spannt.



Schmierige Hände

Für den Versuch benötigst du:

- Speiseöl
- Wasser
- Geschirrspülmittel

So führst du den Versuch durch:

- Gib ein paar Tropfen Öl auf deine Handfläche!
- Verschmiere das Öl auf deiner Handfläche.
- Versuche das Öl nur mit Wasser von der Hand zu waschen.
- Versuche es erneut und verwende diesmal auch Geschirrspülmittel.

Beobachte, was passiert!

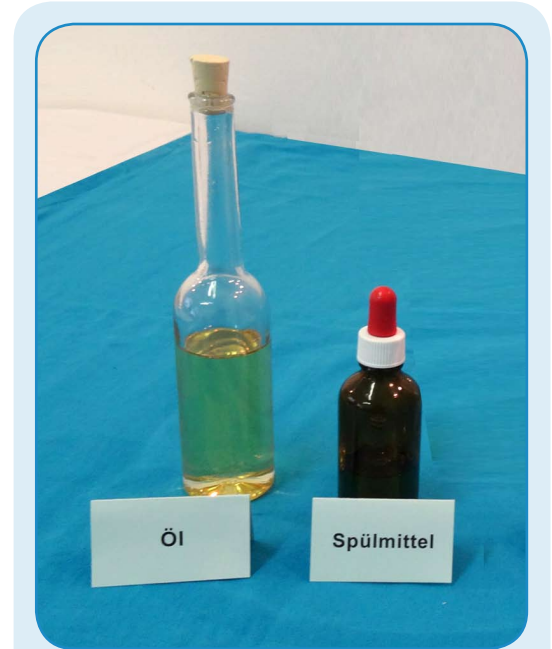
Konntest du das Öl nur mit Wasser von deiner Hand waschen?

- ☐ ja ☐ nein

Konntest du das Öl mit Geschirrspülmittel von deiner Hand waschen?

- ☐ ja ☐ nein

Wie hilft das Geschirrspülmittel beim Reinigen?



Kartesianischer Taucher

Benötigtes Material pro Kind

- Trinkhalm mit Knick
- 2 kleine Büroklammern
- leere 1,5 l-PET-Flasche
- 1 große Büroklammer
- Schere
- Wasser
- 6 ml-Spritze

Vorbereitung

Schneiden Sie die Trinkhalme lt. Abbildung so zurecht, dass beide Röhrchen gleich kurz wie der abgeknickte Teil werden. Füllen Sie die PET-Flaschen mit Wasser randvoll auf.

Durchführung

Das Basteln des Tauchers wird den SchülerInnen entweder schrittweise vorgezeigt oder es wird nach der Bastelanleitung gearbeitet. Beim „Kartesianischen Taucher“ dient der Trinkhalm als Schwimmkörper und die Büroklammern als Gewicht. Der fertige Taucher wird mit der Trinkhalmöffnung nach unten in eine randvoll mit Wasser gefüllte PET-Flasche so eingesetzt, dass beim Eintauchen in die Flüssigkeit eine kleine Luftblase im Trinkhalm eingeschlossen wird und der Taucher gerade noch an der Oberfläche schwimmt. Drückt man die Flasche mit dem Taucher zusammen, so hat dies keine Auswirkung auf das Wasser im Trinkhalm, sehr wohl aber auf die Luft im Röhrchen. Die Luftblase im Inneren des Tauchers wird zusammengedrückt und wird kleiner, Wasser kann nachströmen. Mehr Wasser im Röhrchen bedeutet, der Taucher wird „schwerer“ (die Dichte steigt) und er taucht ab. Freiwillig will die Luft jedoch nicht so zusammengedrückt bleiben, daher dehnt sie sich sofort wieder aus, sobald der Druck auf die Flasche aufhört. Die sich wieder ausdehnende Luft drückt das zusätzliche Wasser aus dem Röhrchen heraus, der Taucher wird wieder „leichter“ (hat eine geringere Dichte) und schwimmt nach oben.

Das Prinzip, dass Wasser nicht zusammengedrückt werden kann, Luft aber schon, kann auch sehr gut mit einer kleinen Spritze veranschaulicht werden. Dazu werden mit der Spritze 5 ml Luft aufgezogen, die Spitze wird mit einem Finger zugehalten und es wird versucht, diese zusammenzudrücken. Im Anschluss wird das Gleiche mit 5 ml Wasser versucht.

Zusatzinformation

Dieses Experiment demonstriert anschaulich eine physikalische Grundeigenschaft von Flüssigkeiten und Gasen. Flüssigkeiten sind im Gegensatz zu Gasen nicht kompressibel. Für ein besseres Verständnis empfiehlt es sich, die  Bildkarte „Wasser ist nicht kompressibel“ aus den Praxismaterialien zu verwenden.

Übrigens gibt es eine lustige Verwechslung bezüglich des Namens „Kartesianischer Taucher“. Man glaubte lange Zeit, der Erfinder sei René Descartes gewesen, tatsächlich erfand ihn aber Raffaello Magiotti 1648.



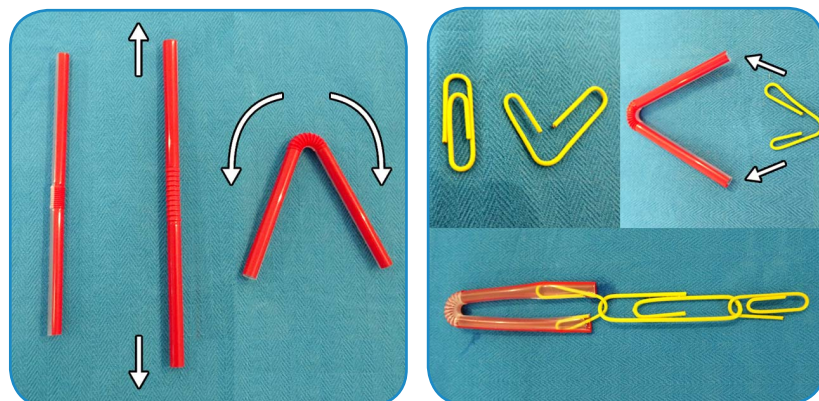
Kartesianischer Taucher

Für den Versuch benötigst du:

- gekürzten Trinkhalm mit Knick
- 2 kleine Büroklammern
- 1 große Büroklammer
- leere 1,5 l-PET-Flasche
- Wasser

So führst du den Versuch durch:

1. Ziehe den zugeschnittenen Trinkhalm ein wenig in die Länge und biege ihn am Knick so, dass ein umgedrehtes V entsteht.
2. Biege eine der beiden kleinen Büroklammern zu einem V auseinander.
3. Stecke die aufgebogene Klammer mit den Enden in die beiden Öffnungen des Trinkhalms. Dadurch entsteht eine Art „Verbindung“, die oben aus dem Trinkhalm und unten aus der Büroklammer besteht.
4. In die auseinandergebogene Büroklammer steckst du die große Büroklammer und in diese dann noch die zweite kleine Büroklammer. Der Taucher ist fertig.
5. Verwende die Plastikflasche, um zu testen, was dein Taucher alles kann: Stecke den Taucher vorsichtig in die randvoll mit Wasser gefüllte Flasche, sodass zuerst die Büroklammer und dann der Trinkhalm (Bogen nach oben und Öffnung nach unten) eintauchen. Verschließe die Flasche mit dem Verschluss.
6. Umfasse nun die geschlossene Flasche mit beiden Händen, drücke die Flasche mit beiden Händen kräftig zusammen, lass nach einer Weile wieder los und beobachte, was passiert.



Kartesianischer Taucher

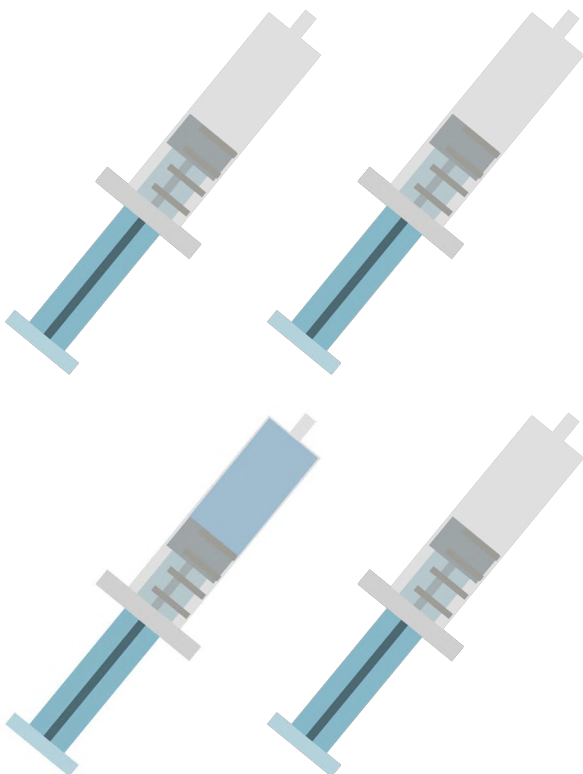
Für den Versuch benötigst du:

- Spritze (6 ml)
- Wasser
- einen fertig gebastelten „Kartesianischen Taucher“

So führst du den Versuch durch:

1. Ziehe 5 ml Luft mit der Spritze auf, halte das Loch mit einem Finger zu und versuche die Luft zusammenzudrücken. Zeichne ein, was passiert!
2. Ziehe nun 5 ml Wasser mit der Spritze auf, halte das Loch mit einem Finger zu und versuche das Wasser zusammenzudrücken. Zeichne ein, was passiert!
3. Lasse deinen „Kartesianischen Taucher“ in der Flasche sinken und beobachte genau, was mit der Luft im Trinkhalm passiert. Erkläre, was passiert!

Beobachte, was passiert!



Konntest du die Luft zusammenzudrücken?

- ☐ ja ☐ nein

Konntest du das Wasser zusammenzudrücken?

- ☐ ja ☐ nein

Wasservulkan

Benötigtes Material pro Kind

- großes Glas
- 150 ml gefärbtes Wasser
- kaltes Wasser
- ein kleines Fläschchen
- Wasserkocher
- Trichter
- Faden

Vorbereitung

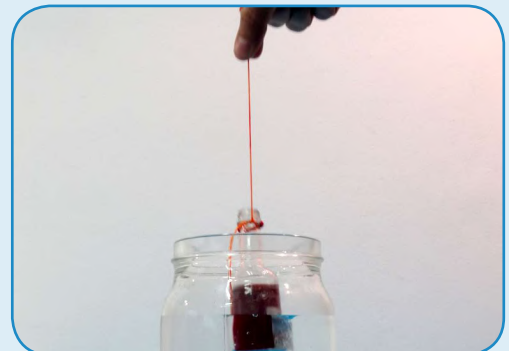
Dieser Versuch eignet sich sehr gut als Vorführexperiment und muss nicht unbedingt für alle SchülerInnen vorbereitet werden. Im Vorfeld muss Wasser gefärbt und erhitzt und mithilfe eines Trichters in ein kleines Fläschchen gefüllt werden. Um den Flaschenhals wird ein Faden gebunden, um ein vorsichtiges Eintauchen ins Wasserglas zu ermöglichen.

Durchführung

Dieser Versuch zeigt sehr deutlich, was passiert, wenn heißes und kaltes Wasser aufeinandertreffen. In ein mit kaltem Wasser gefülltes hohes Glas wird ein an einem Faden hängendes kleines Fläschchen mit heißem und gefärbtem Wasser gegeben. Das heiße Wasser steigt wie ein Vulkan im kalten Wasser auf. Das passiert, weil sich Wasser, das erwärmt wird, ausdehnt, somit eine geringere Dichte im Vergleich zum kalten Wasser hat, leichter wird, und nach oben steigt. Es dauert eine Weile, bis sich die Farbe gleichmäßig im Glas verteilt hat. Das heiße, gefärbte Wasser kühlt mit der Zeit ab und verteilt sich dann gleichmäßig im Glas.

Zusatzinformation

Die gleichmäßige Verteilung des Farbstoffes im Glas beruht auf dem Prinzip der Diffusion. Da Wasser ein guter Wärmespeicher ist, dauert die Temperaturanpassung relativ lange.



Fische im Winter

Benötigtes Material pro Kind

- Schüssel
- Eiswürfel
- Wasser
- Gummibärchen

Vorbereitung

Für die Durchführung dieses Versuches muss Wasser zu Eiswürfel gefroren werden. Die Nachstellung der Dichteanomalie des Wassers eignet sich aber auch gut als Vorzeigeeperiment und muss nicht für jedes Kind extra vorbereitet und aufgebaut werden.

Durchführung

Was passiert, wenn in eine mit kaltem Leitungswasser gefüllte Schüssel einige Gummibärchen und Eiswürfel gegeben werden?

Die Gummibärchen (symbolisieren die Fische im Teich) sinken zu Boden und die Eiswürfel schwimmen an der Oberfläche.

Zusatzinformation

Im Winter gefrieren aufgrund der Dichteanomalie des Wassers die Gewässer nicht vollständig bis zum Grund zu. Wasser hat bei 4 °C die höchste Dichte und sinkt daher auf den Grund des Gewässers. Wenn das Wasser an der Wasseroberfläche 0 °C erreicht, gefriert es zu Eis und schwimmt auf dem Wasser. Aus diesem Grund können Wasserorganismen wie Fische im Winter im zugefrorenen See überleben. Siehe auch **Bildkarte „Jahreszeitenbedingte Zonierung im See“** bei den Praxismaterialien.



Wasserberg

Benötigtes Material pro Kind

- 💧 Glas
- 💧 Pipette
- 💧 Wasser

Vorbereitung

keine

Durchführung

Ein Glas wird bis kurz unterhalb des Randes mit Wasser befüllt. Wie viele Tropfen können ins Glas getropft werden, ohne dass ein Tropfen das Glas zum Überlaufen bringt? Durch genaues Beobachten kann man erkennen, dass die Wasseroberfläche leicht gewölbt ist.

Alternativ zum „Wasserberg“ können Tropfen auch auf eine Folie pipettiert werden. Durch diese Übung lässt sich deutlich erkennen, dass auch Tropfen (hier rot gefärbt) immer bestrebt sind, eine kugelige Gestalt anzunehmen.

Zusatzinformation

Ein vermeintlich volles Gefäß kann aufgrund der Grenzflächenspannung (Oberflächenspannung) an Phasengrenzen, hier zwischen Luft und Wasser, über sein Füllvolumen hinaus befüllt werden.

Die Ursache für diese Eigenschaft liegt in der molekularen Struktur des Wassers, in den dadurch entstehenden Wasserstoffbrückenbindungen und den somit wirkenden Kräften.

Auch jeder einzelne Tropfen aus der Pipette zeigt anschaulich die Oberflächenspannung des Wassers. Es ist kein Zufall, dass Wasser in Tropfenform aus der Pipette tropft. Wasser ist bestrebt, seine Grenzfläche zur Luft möglichst klein zu halten und nimmt daher immer die Form mit der geringsten Oberfläche an: die Kugel.

Siehe auch 💧 Bildkarte „Oberflächenspannung“ und 💧 Bildkarte „Kräfte in einem Wassertropfen“ bei den Praxismaterialien.



Wasserberg

Für den Versuch benötigst du:

- Glas
- Wasser
- Pipette
- eine Kunststoffolie

So führst du den Versuch durch:

1. Fülle das Glas randvoll mit Wasser!
2. Gib mit der Pipette tropfenweise Wasser hinzu, bis sich ein Wasserberg gebildet hat!
3. Beobachte den Wasserberg!
4. Was glaubst du, wie viele Tropfen du noch auf den Wasserberg geben kannst, bevor das Glas überläuft?

Beobachte, was passiert!

Schau dir mal ganz genau an, wie das Wasser aus der Pipette heraustropft! An welche Form erinnert dich das?

- ☐ Schnur ☐ Pyramide ☐ Kugel

Tropfe mit der Pipette auf die Folie!

Beschreibe die Tropfenform mit 3 Eigenschaftswörtern:



Metall schwimmt

Benötigtes Material pro Kind

- kleine Schüssel
- Büroklammern
- Wasser

Vorbereitung

keine

Durchführung

Im Einzelversuch wird ausprobiert, ob eine Büroklammer aus Metall, die aufgrund ihrer höheren Dichte als Wasser nicht schwimmen sollte, in einer mit Wasser gefüllten Schüssel zum Schwimmen gebracht werden kann. Das Vorhandensein der Oberflächenspannung macht dies möglich, wenn die Büroklammer mit trockenen Fingern zwischen Zeigefinger und Daumen gehalten und vorsichtig flach auf die Wasseroberfläche gelegt wird.

Zusatzinformation

Am Beispiel der schwimmenden Büroklammer kann man gut das Wirken der Kohäsionskraft erkennen.

Die Erdanziehungskraft, die auf die Büroklammer wirkt, wirkt dem Bestreben des Wassers, seine Oberfläche möglichst klein zu halten, durch Kohäsionskraft entgegen. Solange diese zwei Kräfte allerdings im Gleichgewicht sind, bleibt die Klammer auf der Oberfläche liegen. Erst wenn eine zusätzliche Kraft von außen dazukommt (zB Fingerdruck, Wasserbewegung, an der Büroklammer anhaftendes Wasser ...), welche die Anziehungskraft verstärkt, vermag die Büroklammer die Oberfläche zu durchbrechen. Beim Absinken muss die Oberfläche des Wassers vergrößert und damit die Oberflächenspannung (die Kohäsionskräfte) überwunden werden. Manche Gegenstände gehen daher nicht unter, auch wenn sie eine höhere Dichte als Wasser haben.

Siehe auch • Bildkarte „Oberflächenspannung“ bei den Praxismaterialien.



Metall schwimmt

Für den Versuch benötigst du:

- kleine Schüssel
- Büroklammern
- Wasser

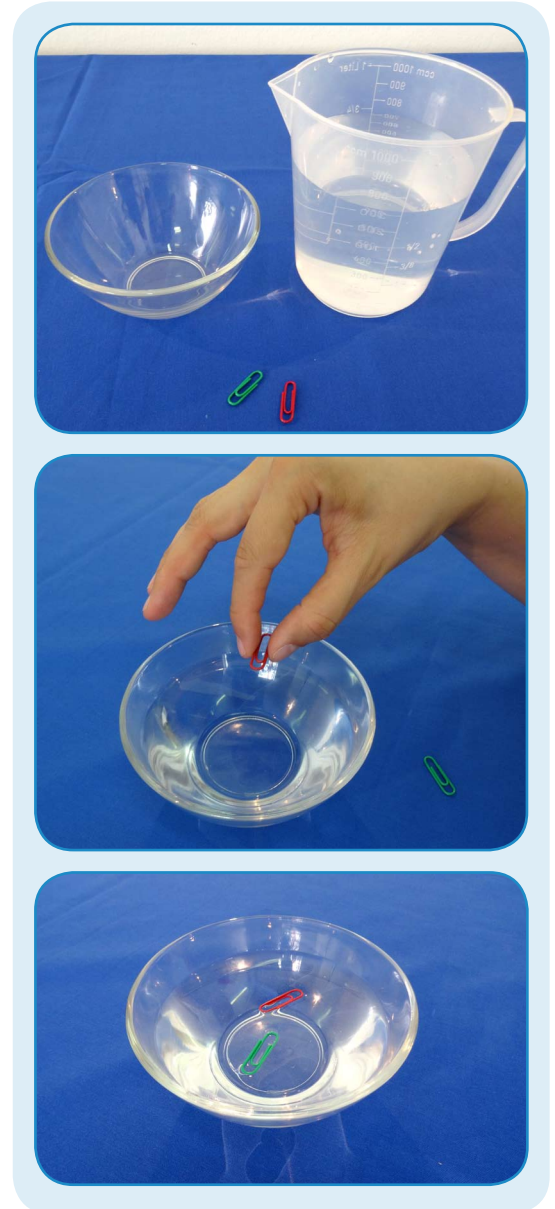
So führst du den Versuch durch:

1. Fülle die Schüssel zu zwei Drittel mit Wasser!
2. Der Versuch klappt nur, wenn deine Finger nicht zittern und die Büroklammern trocken sind.
3. Die Büroklammern dürfen nicht verbogen werden.
4. Versuche vorsichtig, kleine Büroklammern auf der Wasseroberfläche abzulegen! Am besten hältst du die Klammer zwischen Zeigefinger und Daumen. Du musst sie flach ins Wasser legen.
5. Schaffst du es, eine oder mehrere Büroklammern schwimmen zu lassen?
6. Wenn es gut klappt, kleine Klammer schwimmen zu lassen, kannst du das auch mal mit einer großen ausprobieren?

Beobachte, was passiert!

Wie viele Büroklammern konntest du zum Schwimmen bringen?

Warum schwimmt die Büroklammer auf der Wasseroberfläche?



Wasserläufer

Benötigtes Material pro Kind

- kleine Schüssel
- feingemahlener Pfeffer
- Wasser
- Spülmittel
- Pipette

Vorbereitung

keine

Durchführung

Die Oberflächenspannung des Wassers wird sichtbar gemacht, indem man Pfeffer auf die Wasseroberfläche einer kleinen mit Wasser gefüllten Schüssel streut. Der Pfeffer bleibt liegen und geht nicht unter, solange ein Kräftegleichgewicht zwischen Anziehungskraft des Pfeffers und der Oberflächenspannung des Wassers besteht. Um zu demonstrieren, wie die Oberflächenspannung durch Fremdstoffe überwunden werden kann, wird Spülmittel auf die mit Pfeffer bedeckte Wasseroberfläche gestreut.

In dem Moment, indem das Spülmittel die Wasseroberfläche berührt, kann man gut beobachten, wie die Wasserhaut aufreißt: Die Pfefferkörner werden schnell auseinandergetrieben und sinken kurz darauf zu Boden.

Zusatzinformation

Die Wasserteilchen an der Oberfläche können durch die Tensidmoleküle (Spülmittel), die sich zwischen sie drängen, die Spannung nicht mehr halten. Eine Trennung der Tensid- und Wasserteilchen ist nun nicht mehr möglich. Weitere Tropfen Spülmittel würden auch keinen Folgeeffekt mehr zeigen. Zusätzlich eingestreuter Pfeffer würde untergehen.



Wasserläufer

Für den Versuch benötigst du:

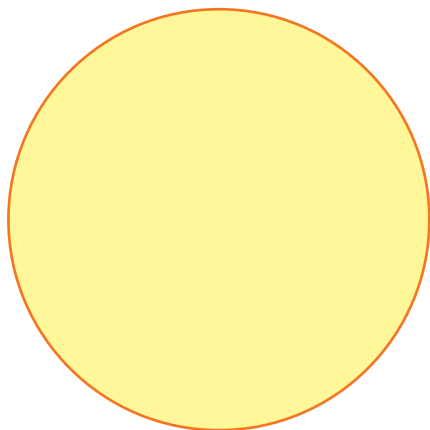
- kleine Schüssel
- Wasser
- Pipette
- feingemahlene Pfeffer
- Spülmittel

So führst du den Versuch durch:

1. Fülle die Schüssel zu zwei Dritteln mit Wasser!
2. Streue vorsichtig Pfeffer auf die Wasseroberfläche! Zeichne unten ein, wie der Pfeffer sich verteilt.
3. Gib einen Tropfen Spülmittel auf die mit Pfeffer bestreute Wasseroberfläche! Tipp: Schau ganz genau auf die Wasseroberfläche, wenn der Tropfen den Pfeffer erreicht.
4. Beobachte, was passiert. Wo befindet sich der Pfeffer jetzt noch überall?

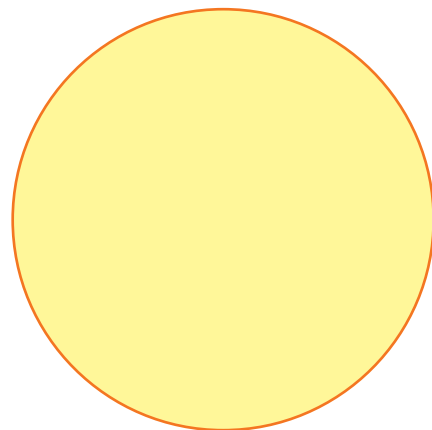
Beobachte, was passiert!

Erstelle eine Skizze deiner Beobachtungen!

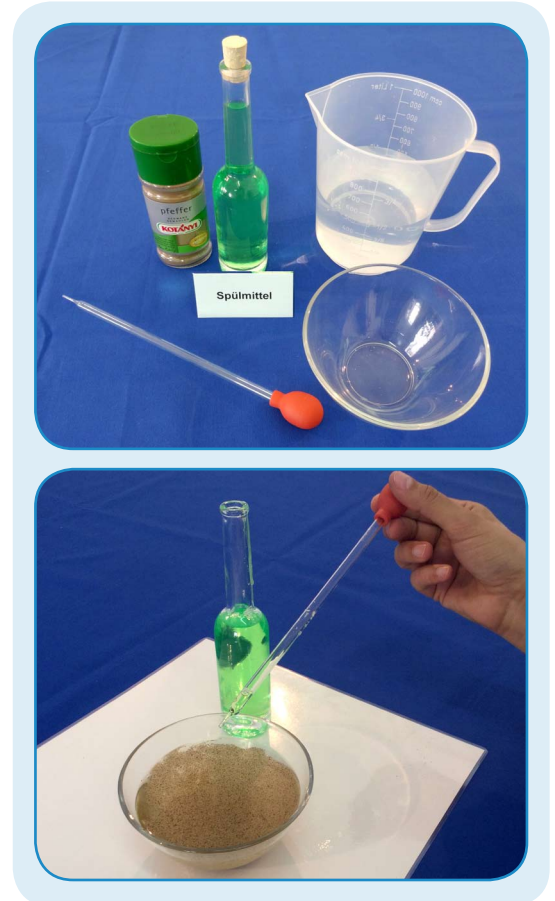


Wie verteilt sich Pfeffer, wenn du ihn auf die Wasseroberfläche streust?

Zeichne ein, wo der Pfeffer sich befindet!



Zeichne ein, wie die Verteilung des Pfeffers nach der Zugabe von Spülmittel an der Wasseroberfläche aussieht.



Tropfenbild

Benötigtes Material pro Zweiergruppe

- 3 Flaschen od. Schraubgläser
- 3 Pipetten
- Lebensmittelfarben (blau, rot)
- Wasser (blau gefärbt)
- Spülmittel (grün gefärbt)
- 70-90 %igen Alkohol (rot gefärbt)
- 1 weißes, laminiertes A4-Papier oder eine andere helle, glatte Kunststoffoberfläche

Vorbereitung

Es empfiehlt sich, bereits grün gefärbtes Spülmittel (unverdünnt) zu verwenden. Den Alkohol mit roter, das Wasser mit blauer Lebensmittelfarbe einfärben, die Flüssigkeiten in die durchsichtigen Flaschen/Gläser füllen und der Zweiergruppe zur Verfügung stellen. Die Gläser werden mit je einer Pipette versehen.

Durchführung

Dieser Versuch ist ein kreativer Zugang, um die unterschiedliche Oberflächenspannung von Wasser, Spülmittel und Alkohol darzustellen. Man entscheidet sich für eine erste Flüssigkeit und tropft ein paar Tropfen (in der Zweiergruppe abwechselnd) auf die Kunststoffoberfläche. Es wird mit allen drei Flüssigkeiten getropft. Ein Tropfenbild aus sich unterschiedlich verhaltenden Flüssigkeiten entsteht. Man beobachtet, wie sich die Tropfen verhalten und stellt Vermutungen an, welche drei Flüssigkeiten verwendet wurden.

Die/der Lehrende löst erst auf, um welche Flüssigkeiten es sich handelt, nachdem alle SchülerInnen ihre Vermutungen geäußert haben.

Zusatzinformation

Alkohol hat die geringste Oberflächenspannung und zerfließt am raschesten, durch seinen niedrigen Siedepunkt verdunstet er auch an der Luft relativ rasch. Diese Tatsache kann den SchülerInnen helfen zu erraten, dass es sich um Alkohol handelt. Wichtig ist aber zu klären, dass das Verdunsten nichts mit der gesuchten Eigenschaft „Oberflächenspannung“ zu tun hat. Wasser bleibt kugelförmig, Alkohol fließt auseinander und verdunstet, Spülmittel zerfließt, verdunstet aber nicht. Die Aussagekraft variiert mit der verwendeten Oberfläche, auf die getropft wird.



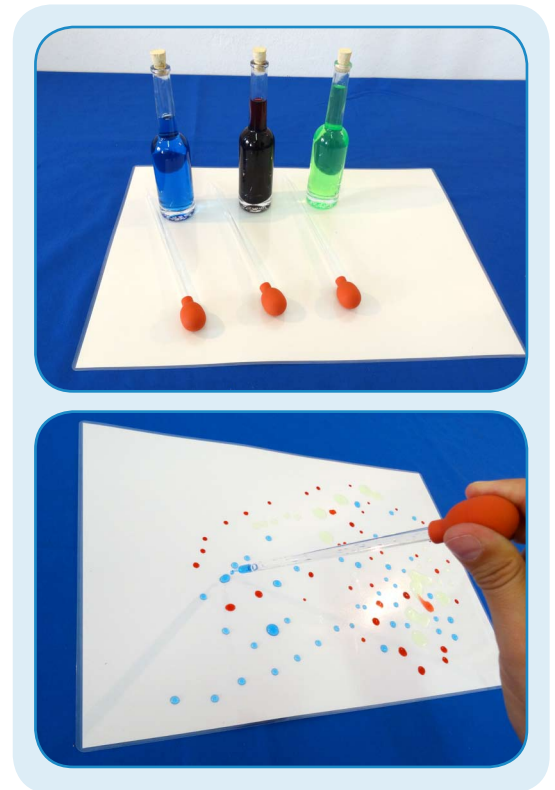
Tropfenbild

Für den Versuch benötigst du:

- 💧 3 Flaschen mit verschiedenen Flüssigkeiten
- 💧 3 Pipetten
- 💧 1 weißes, laminiertes Papier

So führst du den Versuch durch:

1. Arbeite im Zweierteam!
2. Entscheide dich für eine der drei Flüssigkeiten!
3. Tropfe mit der sich darin befindlichen Pipette ein paar Tropfen auf das laminierte Papier!
4. Wechselt euch ab, bis jede/r von euch alle drei Flüssigkeiten getropft hat. Beobachtet ganz genau alle Tropfen auf dem laminierten Papier.



Beobachte, was passiert!

Wie verhalten sich die Tropfen?

Welche Aussagen treffen zu? Hake ab!

Sie zerrinnen.
Sie bilden kleine Kügelchen.
Sie verdunsten.
Sie lassen andere Tropfen auseinanderfließen.
Sie bringen andere Tropfen dazu, größer zu werden, ohne zu zerrinnen.
Sie haben eine hohe Wölbung.
Sie sind kaum gewölbt.

grüne Tropfen	blaue Tropfen	rote Tropfen
☐	☐	☐
☐	☐	☐
☐	☐	☐
☐	☐	☐
☐	☐	☐
☐	☐	☐
☐	☐	☐

Welche drei unterschiedlichen Flüssigkeiten könnten in den Gläsern sein?

💧 _____	💧 _____	💧 _____
---------	---------	---------

Münzversuch

Benötigtes Material pro Zweiergruppe

- 2 Flaschen od. Schraubgläser
- 2 Pipetten
- 2 5-Cent-Münzen
- Lebensmittelfarben (rot, blau)
- 70-90 %igen Alkohol (rot gefärbt)
- Wasser (blau gefärbt)

Vorbereitung

Der Alkohol wird mit der Lebensmittelfarbe rot gefärbt, das Wasser blau und in durchsichtige Flaschen/Gläser abgefüllt. Die fertig befüllten Fläschchen, die Münzen und die Pipetten werden an die Zweiergruppen ausgeteilt.

Durchführung

Mit diesem Versuch zeigt man die deutlich höhere Oberflächenspannung von Wasser im Vergleich zu Alkohol. Man tropft zuerst den roten Alkohol, dann erst das blaue Wasser auf je eine Münze und zählt mit, wie viele Tropfen Platz haben, bevor die Flüssigkeit über den Münzenrand hinunterrinnt. Schon an der unterschiedlichen Tropfenform auf den Münzen kann ein Unterschied erkannt werden. Es stellt sich die Frage, ob mehr Wasser- oder Alkoholtropfen auf die Münze passen und welche Flüssigkeit daher die größere Oberflächenspannung hat. Es empfiehlt sich in der Zweiergruppe arbeiten zu lassen.

Zusatzinformation

Wasser besitzt eine viel höhere Oberflächenspannung im Vergleich zu Alkohol. Daher passen viel mehr Wassertropfen als Alkoholtropfen auf die Münze. Flüssigkeiten streben immer danach, eine möglichst geringe Oberfläche zu erhalten und versuchen daher eine Kugel/Tropfenform (die Form mit der geringsten Oberfläche) zu halten. Je höher die Oberflächenspannung desto mehr bleibt die Tropfenform erhalten, desto höher kann sich ein Tropfen auf der Münze hochwölben, bevor er über die Kante der Münze hinunterläuft.



Münzversuch

Für den Versuch benötigst du:

- 1 Flasche mit blau gefärbtem Wasser
- 1 Flasche mit rot gefärbtem Alkohol
- 2 5-Cent-Münzen
- 2 Pipetten

So führst du den Versuch durch:

1. Arbeite in der Zweiergruppe!
2. Eine/r nimmt das blaue Wasser, eine/r den roten Alkohol.
3. Zuerst tropft den Alkohol mit einer Pipette auf die erste Münze und zählt gemeinsam mit, wie viele Tropfen Platz haben, bevor das Wasser über den Münzrand läuft.
4. Nun tropft mit der anderen Pipette Wasser auf die zweite Münze und zählt wieder.
5. Achtet auch auf die Tropfenform, die sich auf den Münzen bildet.

Beobachte, was passiert!

Wie viele Alkoholtropfen passen auf die Münze? _____

Wie viele Wassertropfen passen auf die Münze? _____

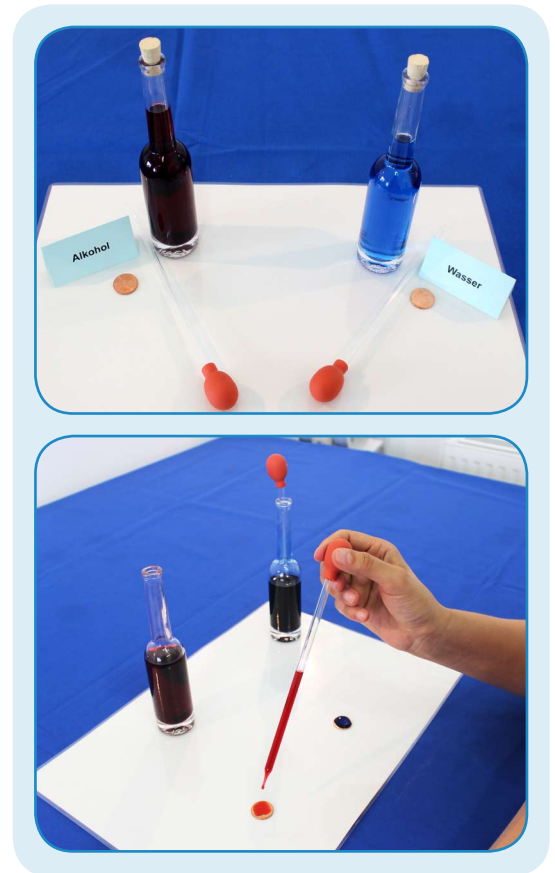
Passen mehr Alkoholtropfen oder mehr Wassertropfen auf die 5-Cent-Münze?

- ☐ mehr Alkoholtropfen ☐ mehr Wassertropfen

Welche Flüssigkeit könnte die höhere Oberflächenspannung haben? Vermute!

- ☐ Alkohol ☐ Wasser

Unterscheiden sich die Tropfenformen auf den Münzen? Beschreibe!



Petrischalenversuch

Benötigtes Material pro Zweiergruppe

- 2 Flaschen od. Schraubgläser
- 2 Pipetten
- 2 Petrischalen
- Lebensmittelfarben (rot, blau)
- 70-90 %igen Alkohol (rot gefärbt)
- Wasser (blau gefärbt)

Vorbereitung

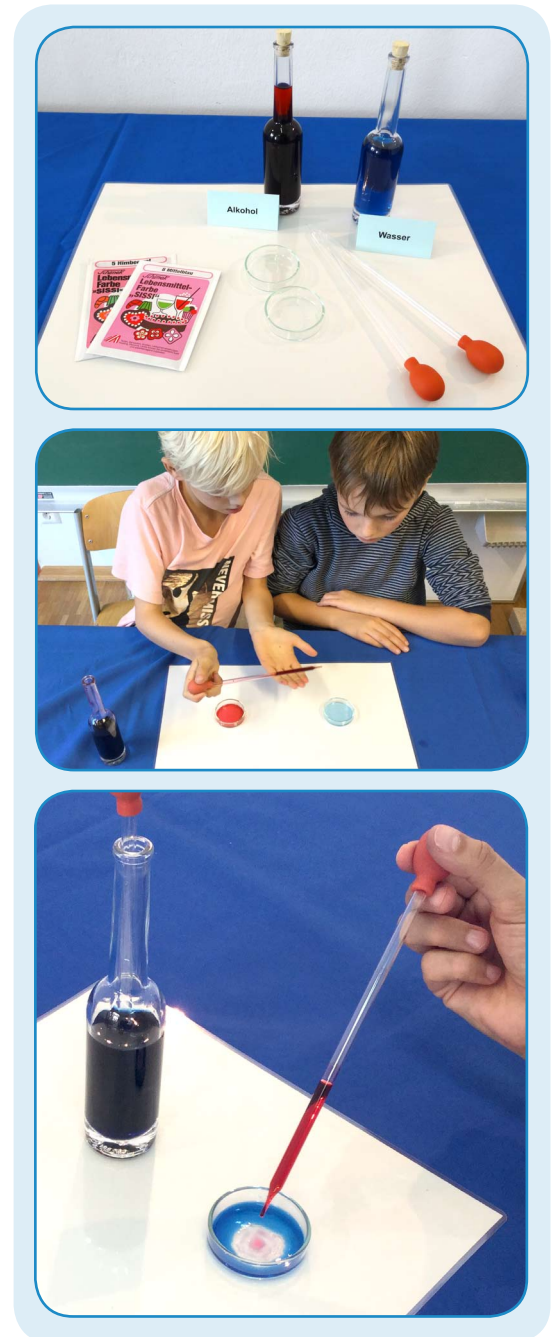
Der Alkohol wird mit der Lebensmittelfarbe rot gefärbt, das Wasser blau und in durchsichtige Flaschen/Gläser abgefüllt, und die Materialien werden laut Liste an die Zweiergruppen ausgeteilt.

Durchführung

Treffen zwei Flüssigkeiten mit so unterschiedlichen Oberflächenspannungen aufeinander, beobachtet man einen regelrechten „Kampf“ um die geringste Oberfläche. Zuerst veranschaulicht man in diesem Versuch aber noch die unterschiedlichen Ausbreitungsverhalten von Wasser und Alkohol, indem man den roten Alkohol und das blaue Wasser in je eine Petrischale tropft. Man beobachtet in diesem ersten Schritt, wie sich die Flüssigkeiten getrennt in der Petrischale ausbreiten. In einem zweiten Schritt wird in die Mitte der „Petrishale mit Wasser“ ein Tropfen Alkohol getropft und man beobachtet die entstehenden Bemühungen der Flüssigkeiten, die geringste Oberfläche zu erhalten oder wieder herzustellen.

Zusatzinformation

Wasser und Alkohol benetzen aufgrund der großen Unterschiede der Oberflächenspannungen die Petrischalen ganz anders. Das Wasser verläuft nur langsam (will kleinstmögliche Oberfläche so lange halten, wie möglich), während der Alkohol sich sofort in der gesamten Petrischale ausbreitet. Beim ersten Kontakt von Alkohol mit dem „Wassersee“ entsteht ein „Loch“ und es scheint einen regelrechten Kampf um den Platz in der Petrischale zu geben. Das Wasser versucht, seiner hohen Oberflächenspannung entsprechend, die Oberfläche möglichst gering zu halten. Da Wasser und Alkohol aber mischbar sind, verdünnt sich der Alkohol mit dem Wasser und das entstandene Loch im Wassersee schließt sich wieder. Wenn nur ein einziger Tropfen hochprozentiger Alkohol ins Wasser getropft wird kann es sein, dass dieser schon verdunstet ist, bevor eine Verdünnung stattfindet. Dann kann ein Loch im Wassersee verbleiben, bis die Petrischale bewegt wird.



Petrishalenversuch

Für den Versuch benötigst du:

- 💧 1 Flasche mit blau gefärbtem Wasser
- 💧 1 Flasche mit rot gefärbtem Alkohol
- 💧 2 Petrischalen
- 💧 2 Pipetten

So führst du den Versuch durch:

1. Arbeite in der Zweiergruppe!
2. Eine/r nimmt das blaue Wasser, eine/r den roten Alkohol.
3. Tropft zuerst mit der einen Pipette so viel Wasser in die Petrischale, bis der Boden ganz bedeckt ist. Beobachtet!
4. Nun tropft mit der anderen Pipette so viel Alkohol in die zweite Petrischale, bis der Boden ganz bedeckt ist. Beobachtet!
5. Zum Schluss tropft ein paar Tropfen Alkohol in die Mitte der Petrischale mit dem Wasser.

Beobachte, was passiert!

Wie verhält sich Wasser beim Ausbreiten in der Petrischale?

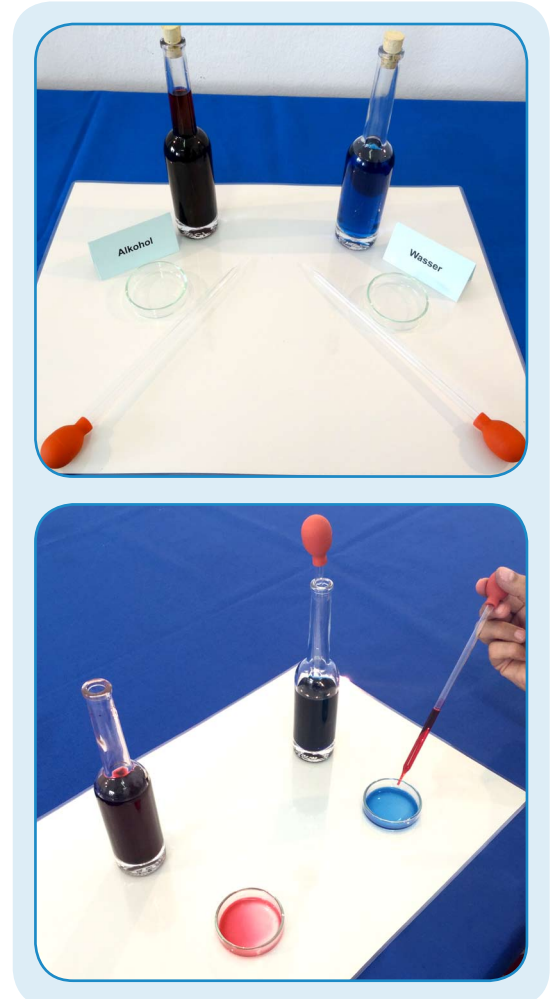
- ☐ Es verrinnt ganz schnell. ☐ Es breitet sich langsam aus.
- ☐ Es bildet eine Wölbung in der Richtung, in der es sich ausbreitet.

Wie verhält sich Alkohol beim Ausbreiten in der Petrischale?

- ☐ Er verrinnt ganz schnell. ☐ Er breitet sich langsam aus.
- ☐ Er bildet eine Wölbung in der Richtung, in der er sich ausbreitet.

Was passiert im Augenblick, in dem der Alkohol ins Wasser getropft wird?

Was passiert nach zwei Minuten?

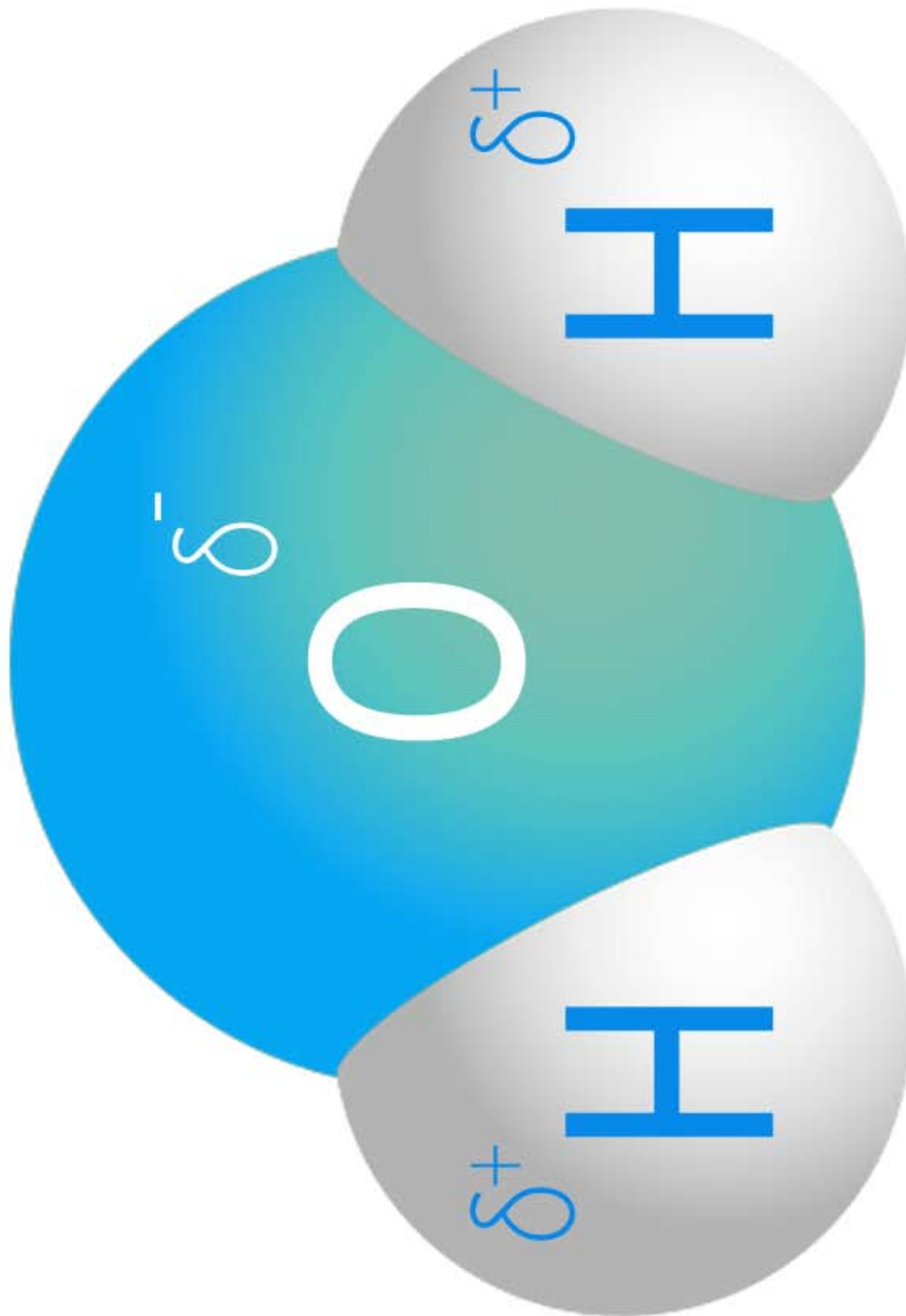




Experimentierwerkstatt Wasser

Praxismaterialien

Das Wassermolekül



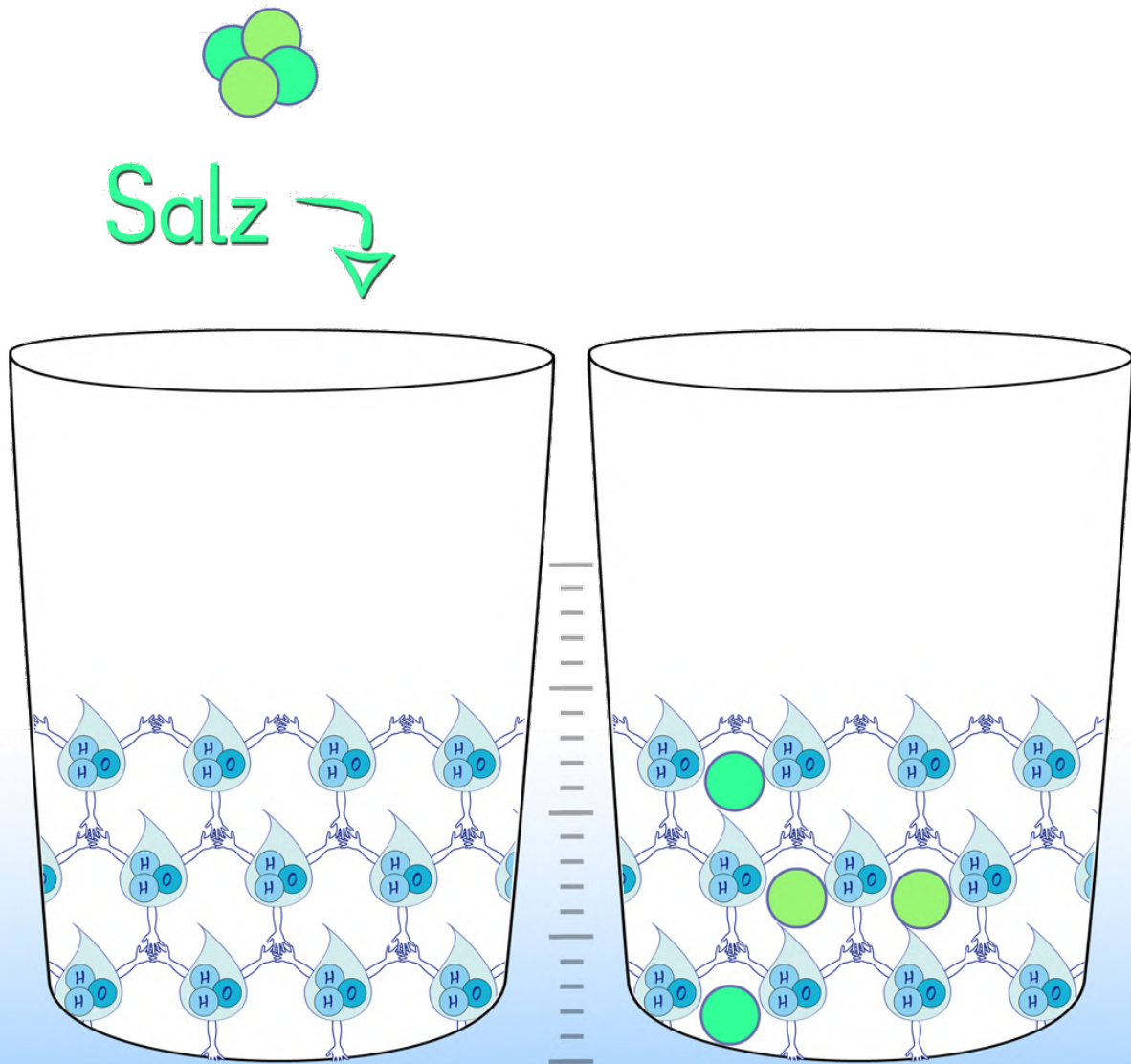
Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark | Experimentierwerkstatt Wasser

Lösen und Mischen



Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark | Experimentierwerkstatt Wasser

Lösen und Mischen



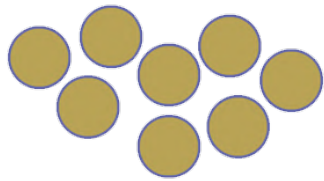
Salz löst sich in Wasser, es ist nicht mehr sichtbar. Der Wasserspiegel steigt kaum an.

Lösen und Mischen

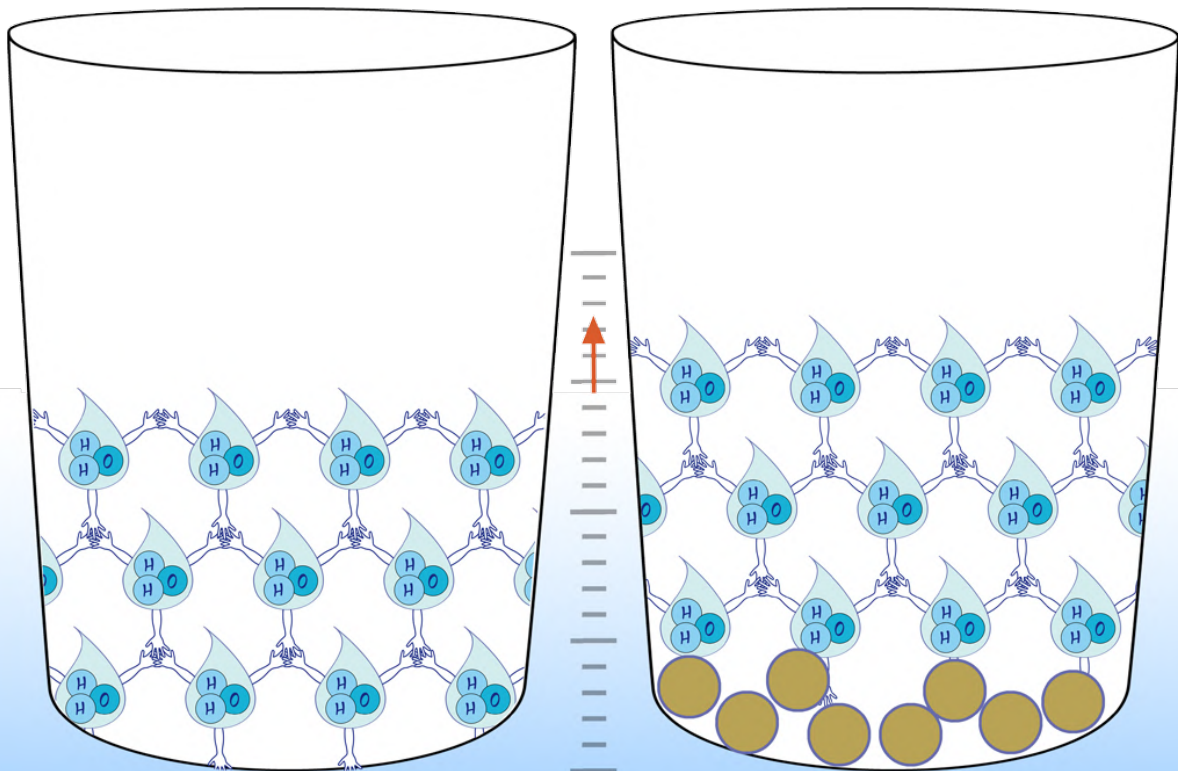


Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark | Experimentierwerkstatt Wasser

Lösen und Mischen



Sand ↘



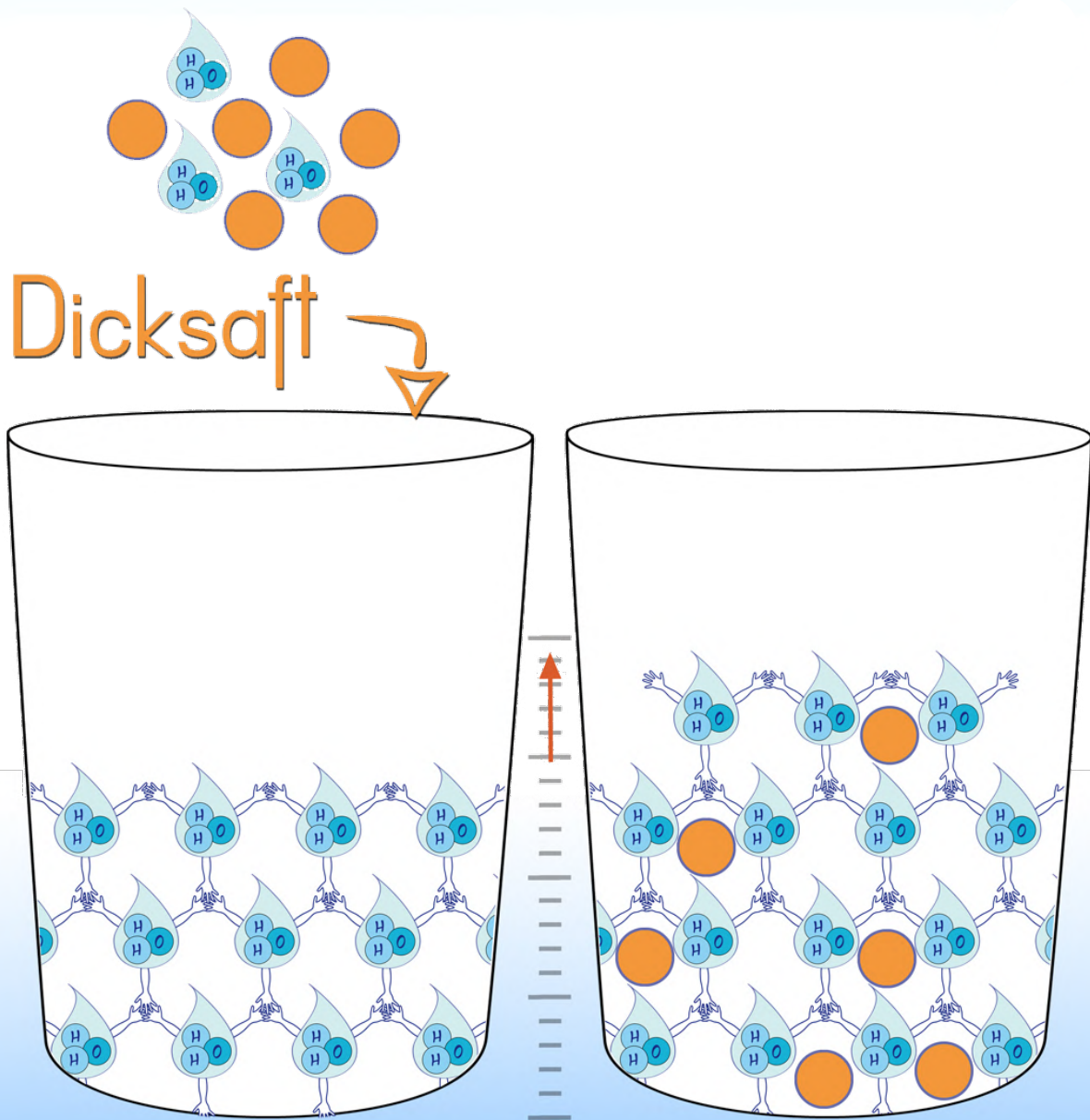
Sand sinkt auf den Boden des Glases ab.
Der Wasserspiegel steigt an.

Lösen und Mischen



Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark | Experimentierwerkstatt Wasser

Lösen und Mischen



Dicksaft verdünnt sich mit Wasser.
Eine Verfärbung ist sichtbar, der Wasserspiegel steigt an.

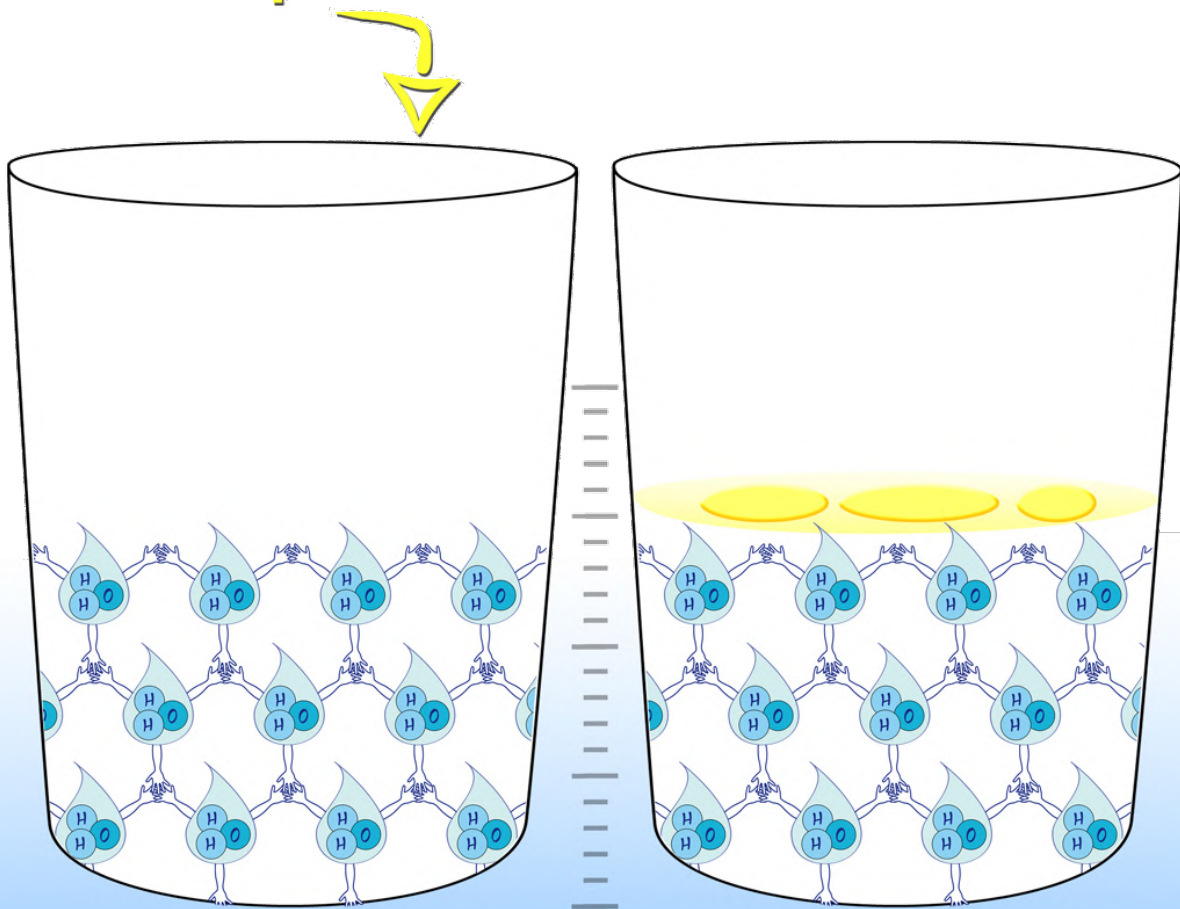
Lösen und Mischen



Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark | Experimentierwerkstatt Wasser

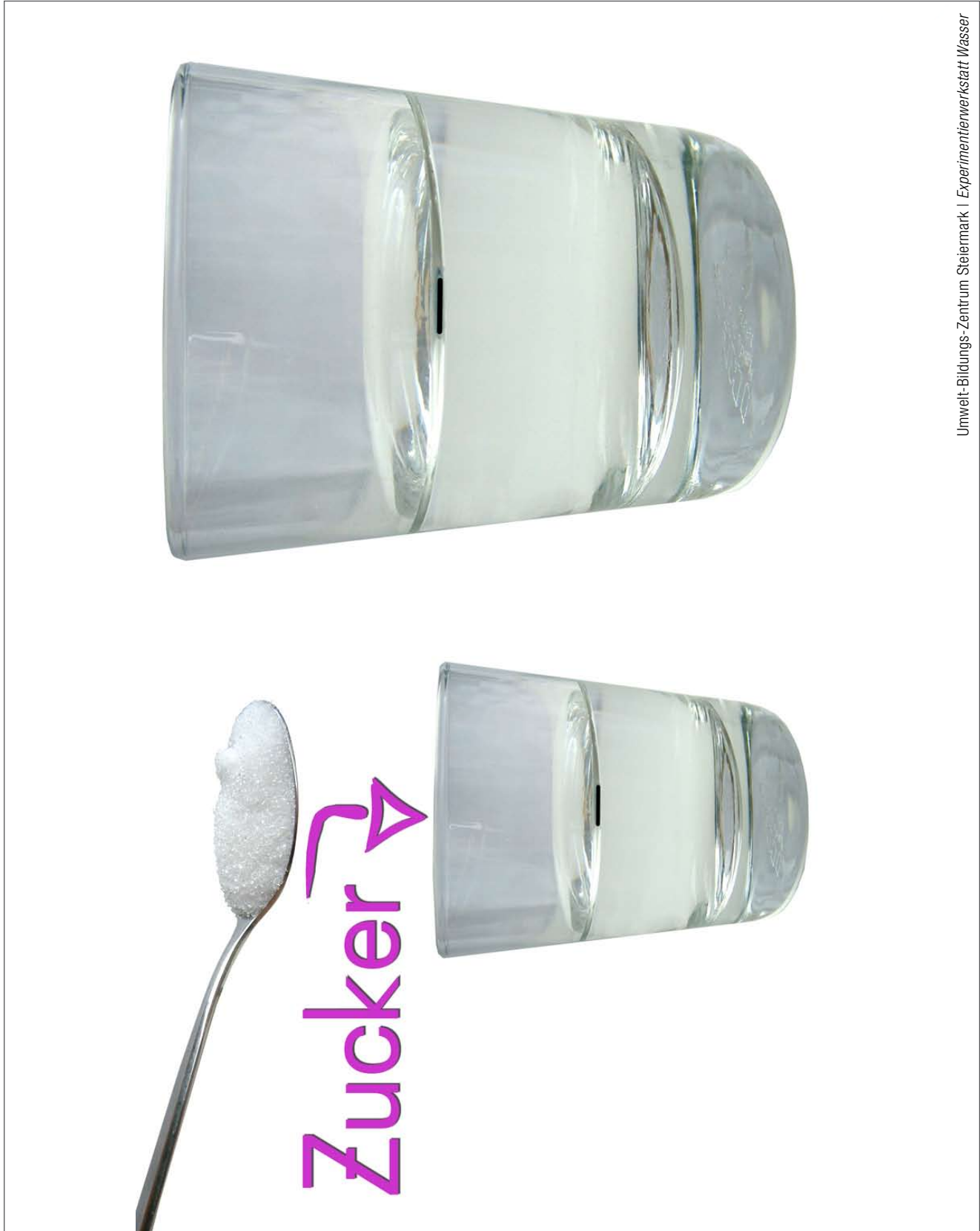
Lösen und Mischen

 Speiseöl



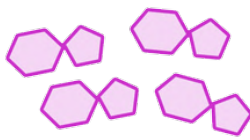
Öl ist nicht mit Wasser mischbar. Der Wasserspiegel steigt nicht an, aber es bildet sich eine zusätzliche Schicht aus Öl auf dem Wasser.

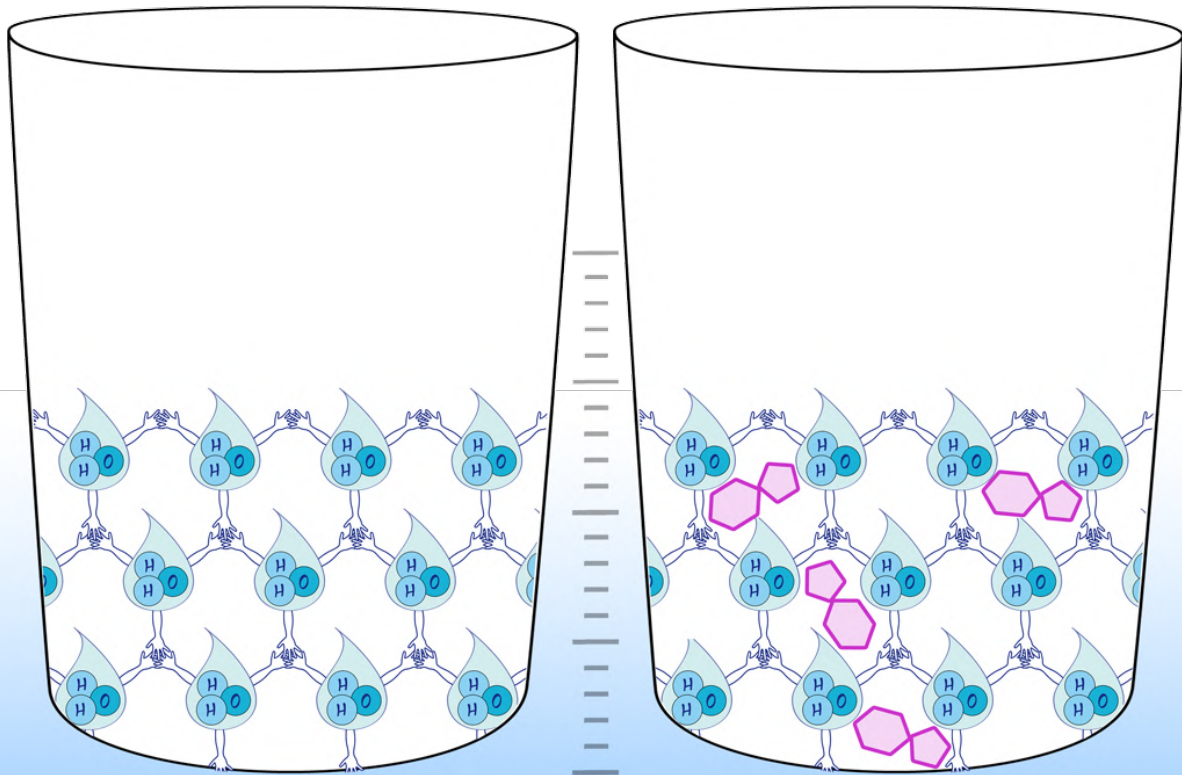
Lösen und Mischen



Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark | Experimentierwerkstatt Wasser

Lösen und Mischen


Zucker ↴



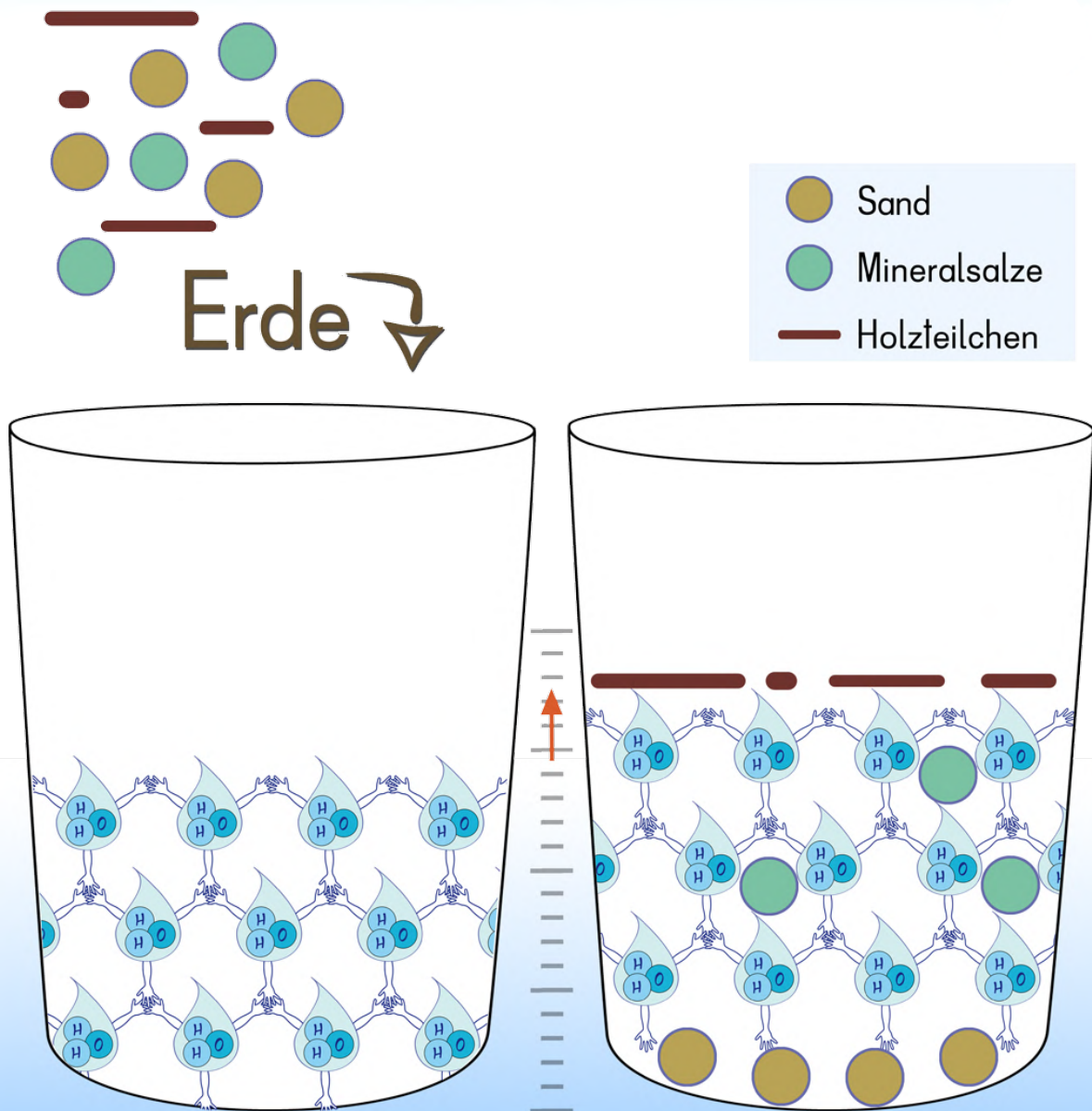
Zucker löst sich in Wasser, er ist nicht mehr sichtbar. Der Wasserspiegel steigt kaum an.

Lösen und Mischen



Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark | Experimentierwerkstatt Wasser

Lösen und Mischen



Die Erde mischt sich mit Wasser und löst sich im Wasser, weil sie aus unterschiedlichen Stoffen besteht. Diese sind überall im Glas zu sehen. Der Wasserspiegel steigt an.

Lösen und Mischen

Wasser und Salz

Salz löst sich in Wasser auf, es ist nicht mehr sichtbar.
Der Wasserspiegel steigt kaum sichtbar an.

„Die Wasserteilchen verhalten sich wie kleine Magnete und ziehen die Salzteilchen in die Lücken zwischen sich. Sie scheinen daher zu verschwinden. Das funktioniert, weil sich die kleinsten Salzteile auch verhalten wie kleine Magnete. Wichtig ist, dass dabei kaum mehr Platz im Glas verbraucht wird. Der Wasserspiegel steigt daher fast nicht an! Was steigt, ist die Dichte: Es werden mehr Teilchen in der gleichen Menge Flüssigkeit, die enger zusammenrücken und immer noch fast gleich viel Platz brauchen.“

Wasser und Sand

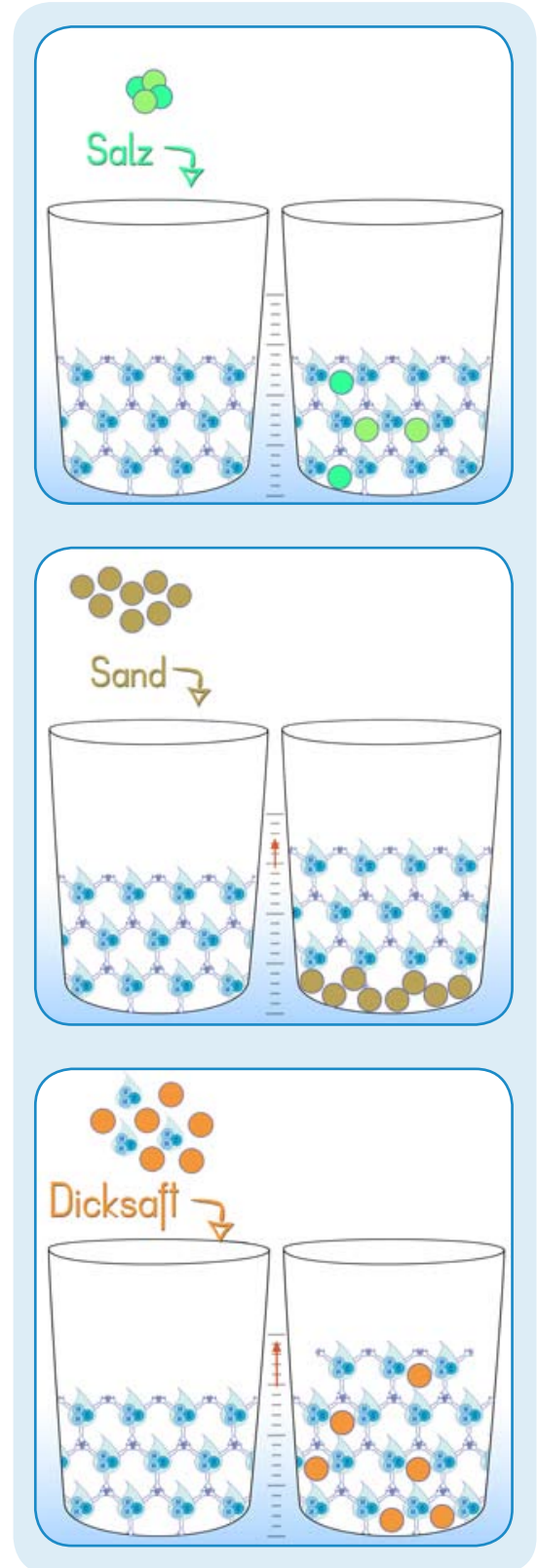
Sand sinkt auf den Boden des Glases ab. Er bleibt sichtbar.
Der Wasserspiegel steigt.

„Sand löst sich nicht in Wasser, weil er nicht von den Wasserteilchen angezogen werden kann. Er braucht zusätzlichen Platz im Wasserglas. Daher steigt der Wasserspiegel im Glas an. Die Sandteilchen bestehen aus ganz fein zermahlenem Stein. Stein ist schwerer als Wasser, genauer gesagt hat er eine höhere Dichte, daher sinkt er zu Boden.“

Wasser und Dicksaft

Der Dicksaft verdünnt sich im Wasser. Eine Verfärbung ist sichtbar.
Der Wasserspiegel steigt.

„Purer Dicksaft ist bereits eine Lösung aus Zuckerteilchen und Wasserteilchen. Er mischt sich mit Wasser und wird dadurch weniger konzentriert, d. h. sehr süßer Dicksaft schmeckt dann weniger süß. Diesen Vorgang nennt man daher auch „wässern“. Dicksaft ist eine farbige Lösung, die durch das Vermischen mit Wasser heller wird. Weil man mit dem Dicksaft zusätzliche Wasserteilchen ins Glas bringt, steigt der Wasserspiegel an.“



Wasser und Speiseöl

Das Öl ist nicht mit Wasser mischbar.

Der Wasserspiegel steigt nicht an, aber es bildet sich eine zusätzliche Schicht aus Öl auf dem Wasser.

„Öl ist auch eine Flüssigkeit, die aber aus ganz anderen Teilchen besteht als Wasser. Wasserteilchen verhalten sich wie kleine Magnete, Ölteilchen aber nicht. Daher stoßen sie sich sehr kräftig ab, was bedeutet, dass sie sich weder mischen noch ineinander lösen lassen, egal wie kräftig man rührt oder schüttelt. Da Öl leichter ist, genauer gesagt eine geringere Dichte hat als Wasser, setzt es sich immer wieder auf dem Wasser in einer eigenen Schicht ab. Das Öl verdrängt daher auch kein Wasser und der Wasserspiegel steigt nicht an.“

Wasser und Zucker

Zucker löst sich in Wasser auf, er ist nicht mehr sichtbar.

Der Wasserspiegel steigt kaum sichtbar an.

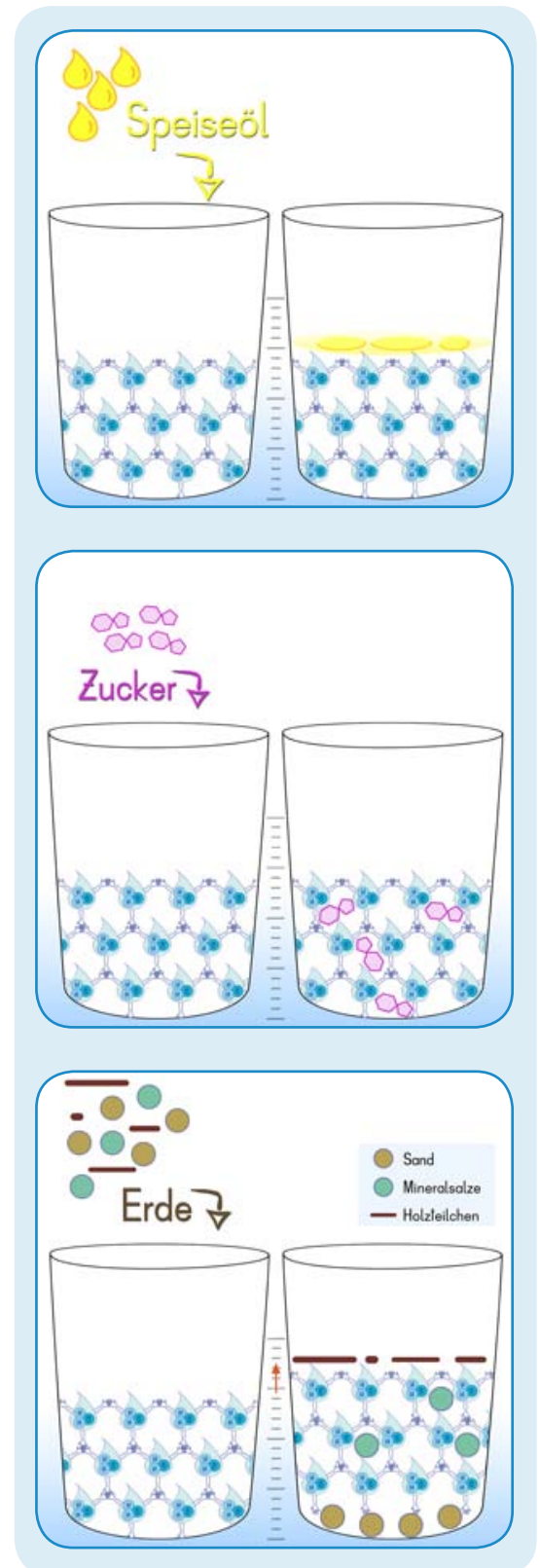
„Die Wasserteilchen verhalten sich wie kleine Magnete und ziehen die Zuckerteilchen in die Lücken zwischen sich. Sie scheinen daher zu verschwinden. Das funktioniert, weil sich die kleinsten Zuckerteile auch verhalten wie kleine Magnete. Wichtig ist, dass dabei kaum mehr Platz im Glas verbraucht wird. Der Wasserspiegel steigt daher fast nicht an! Was steigt, ist die Dichte: Es werden mehr Teilchen in der gleichen Menge Flüssigkeit, die enger zusammenrücken und immer noch fast gleich viel Platz brauchen.“

Wasser und Erde

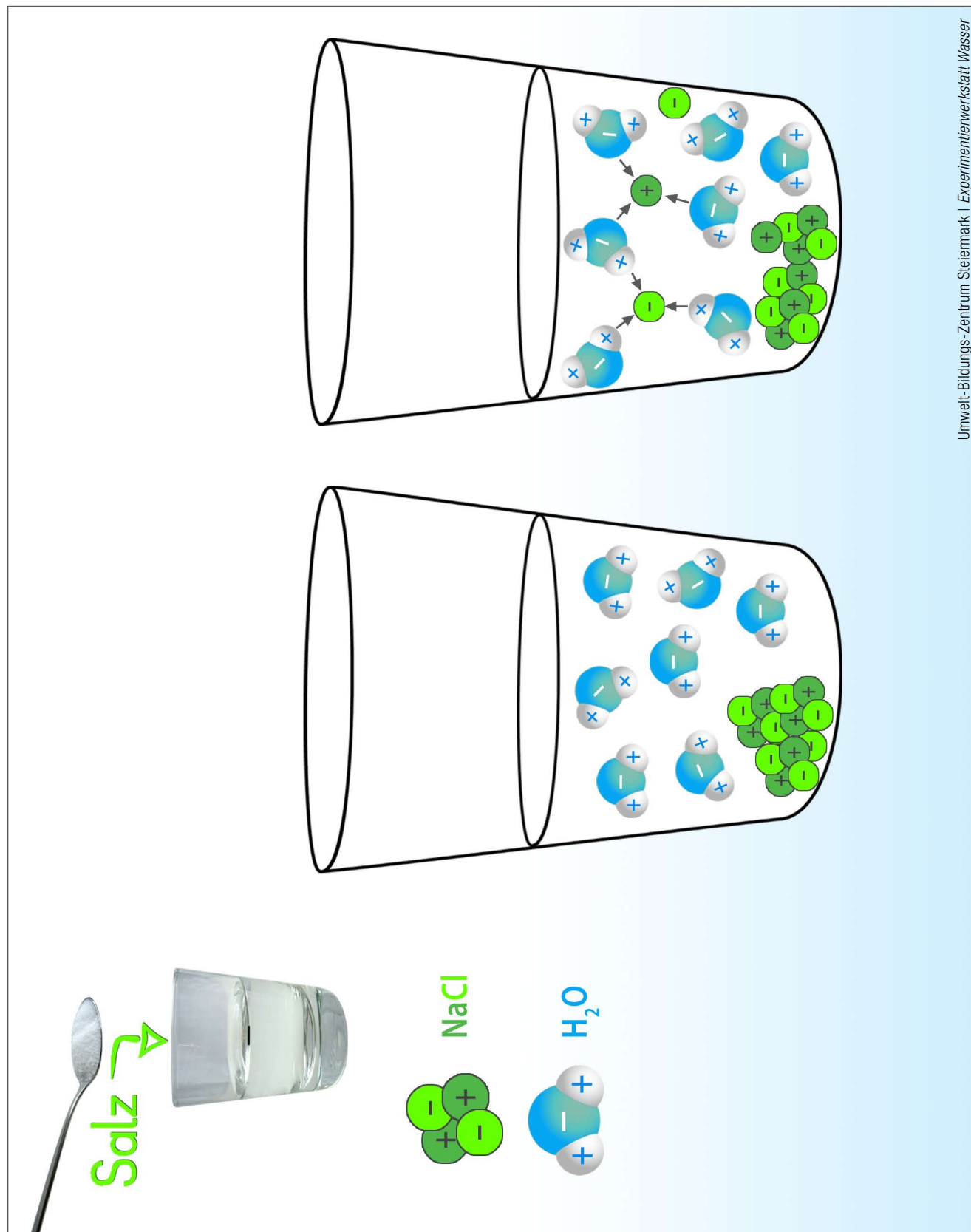
Die Erde mischt sich mit Wasser und löst sich im Wasser, weil sie aus unterschiedlichen Stoffen besteht. Sie ist überall im Glas zu sehen.

Der Wasserspiegel steigt an.

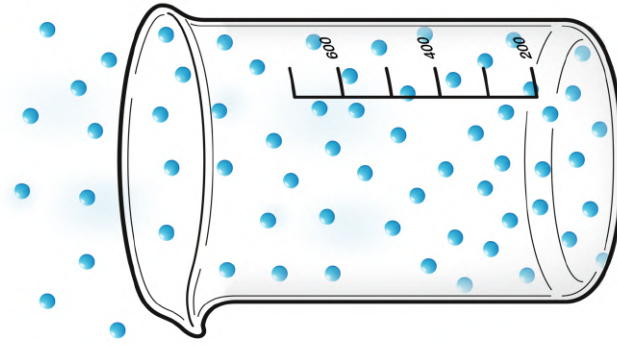
„Erde ist eine Mischung aus einer Menge unterschiedlicher Stoffe. Manche davon lösen sich in Wasser auf, die sogenannten „Mineralsalze“, manche Teilchen sind kleinste Holzteilchen, schwimmen deswegen auf der Wasseroberfläche oder schweben im Wasser und manche Teilchen sind aus Stein, wie Sand, und sinken daher zu Boden. Die nicht löslichen Anteile der Erde verbrauchen also auch Platz und der Wasserspiegel steigt an.“



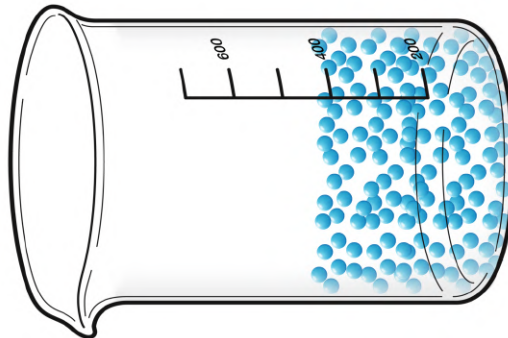
Wasser als Lösungsmittel



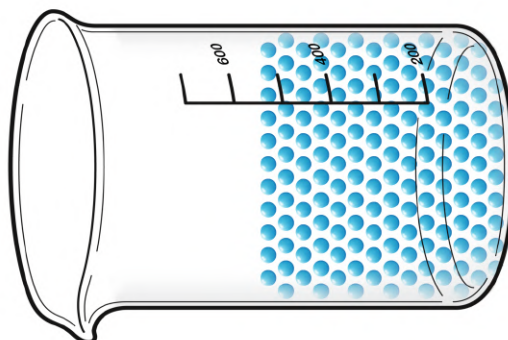
Aggregatzustände von Wasser



gasförmig

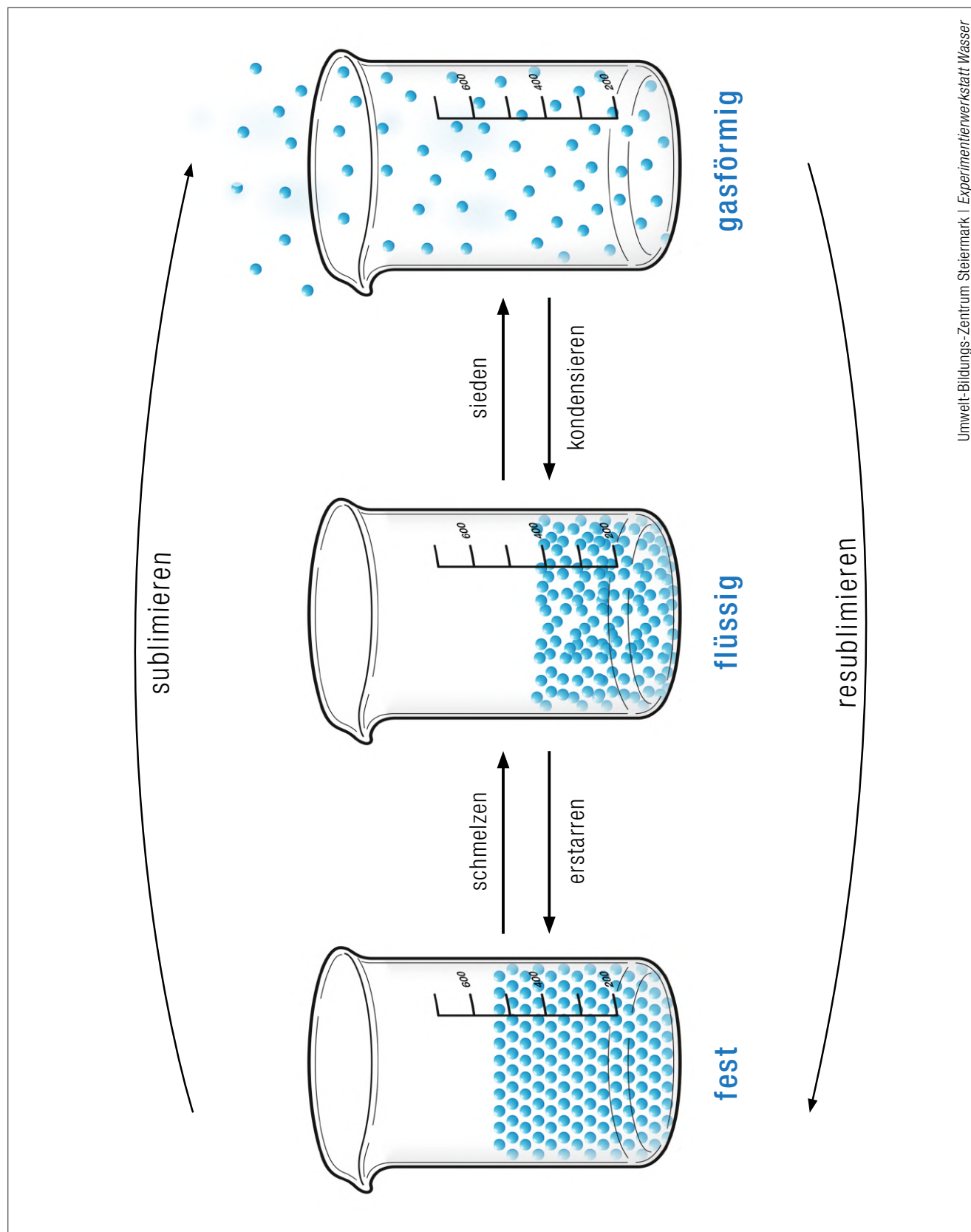


flüssig



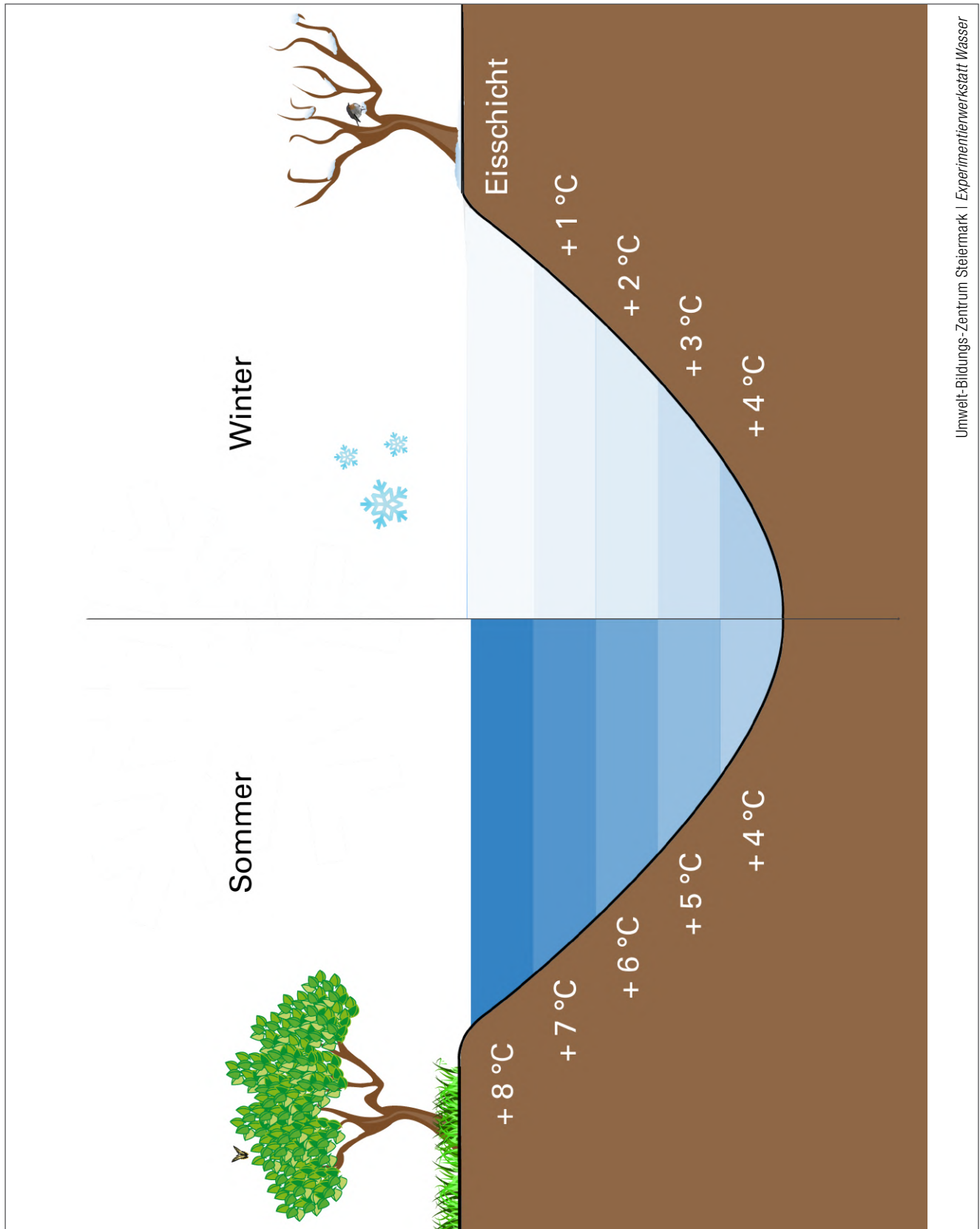
fest

Aggregatzustände von Wasser mit Übergängen



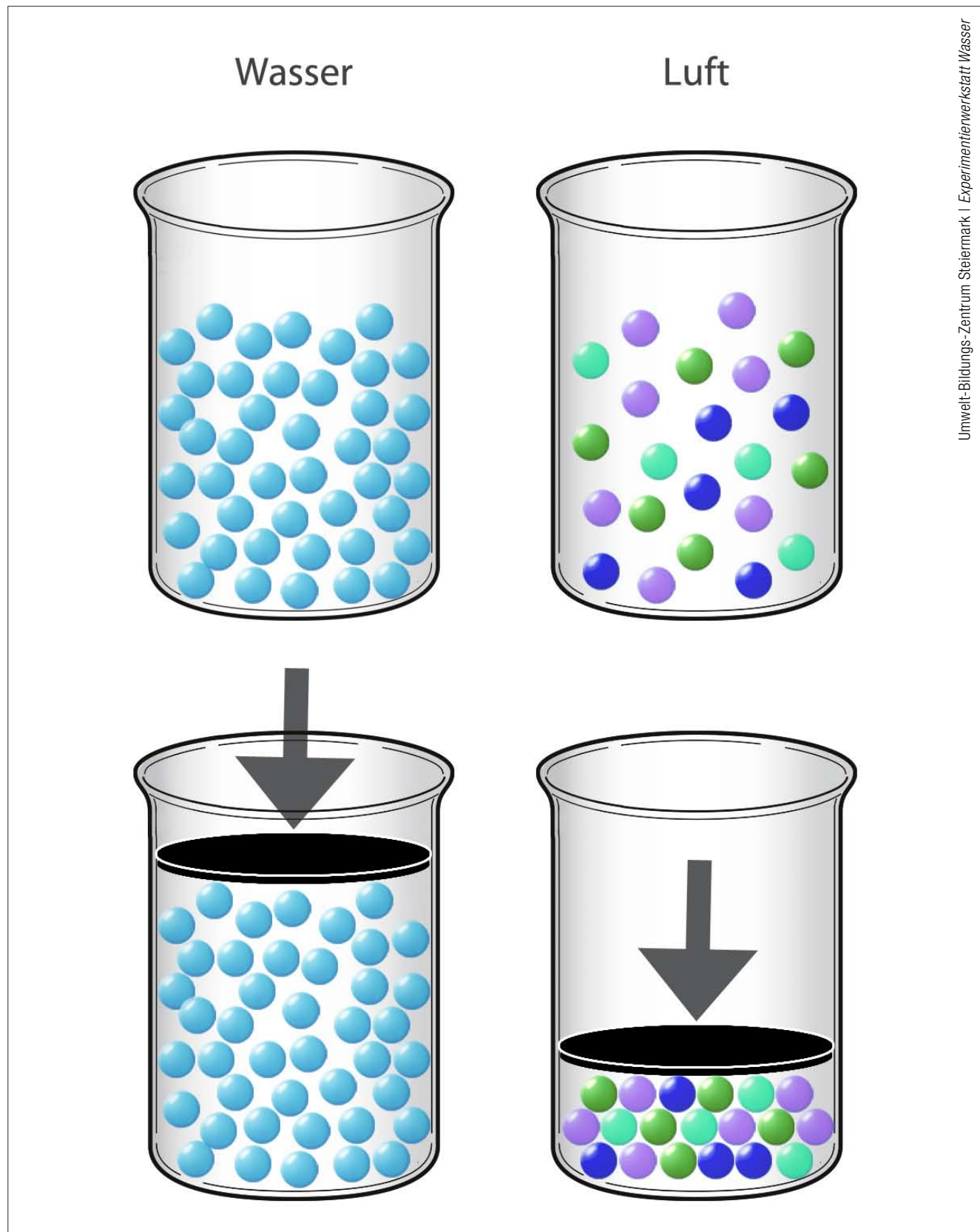
Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark | Experimentierwerkstatt Wasser

Jahreszeitenbedingte Zonierung im See

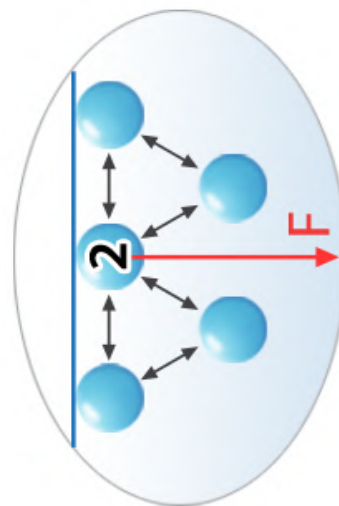
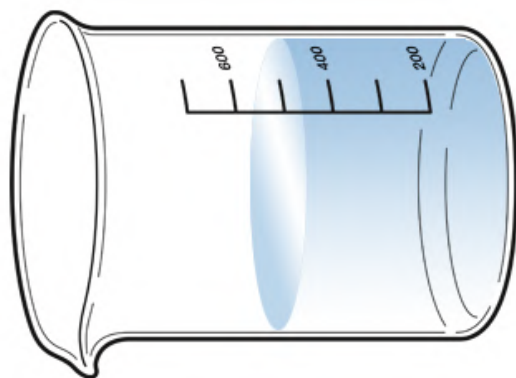


Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark | Experimentierwerkstatt Wasser

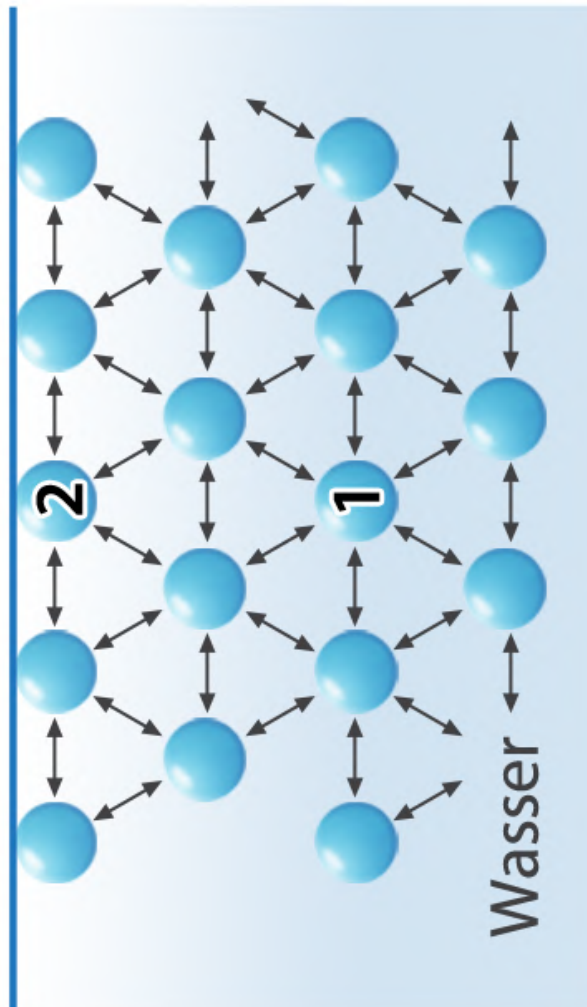
Wasser ist nicht kompressibel



Oberflächenspannung



Luft

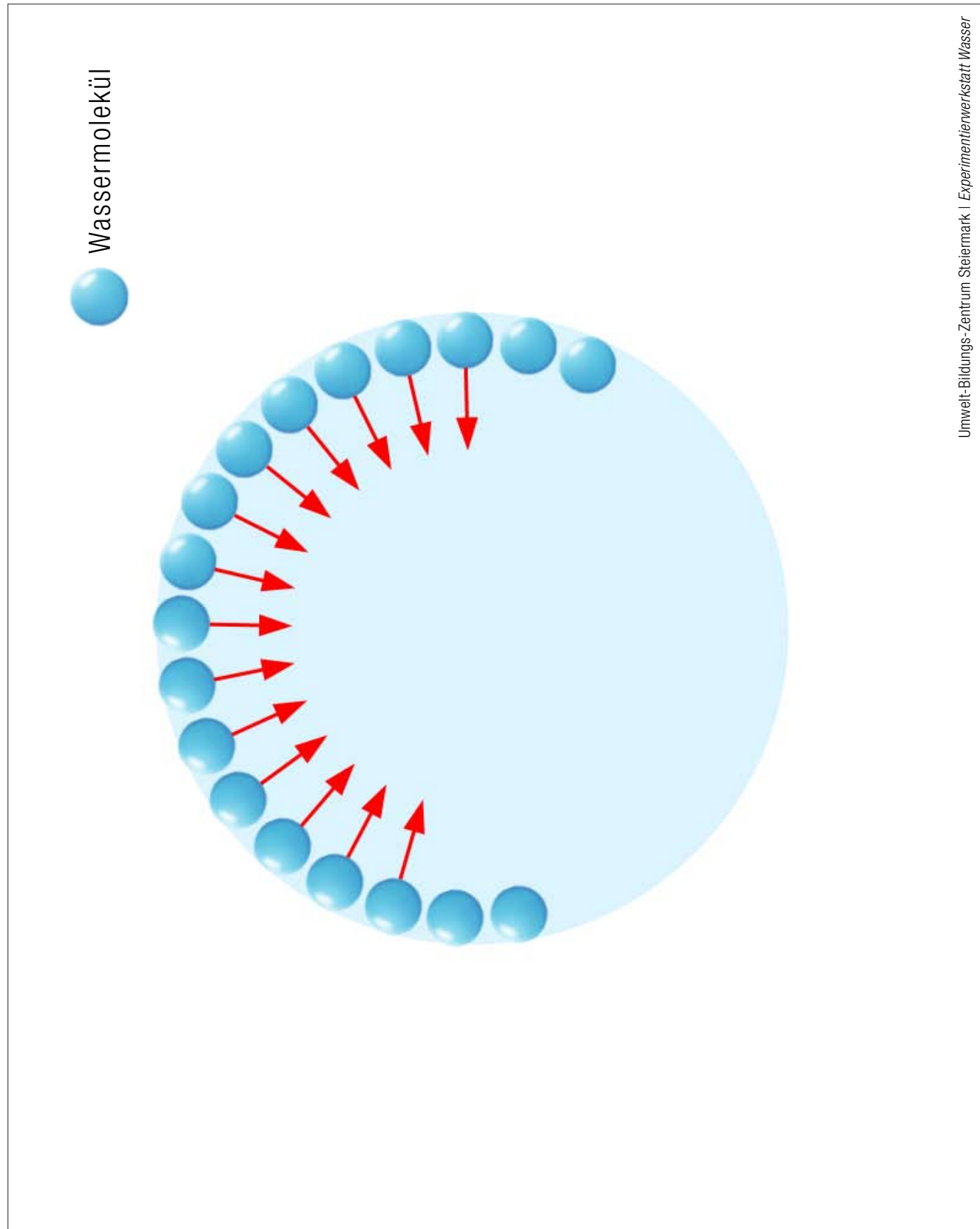


Wasser

1 ... Kräfte zwischen den Molekülen
gleichen sich aus.

2 ... Kräfte zwischen den Molekülen
gleichen sich nicht aus. Die Kraft (F)
wirkt nach innen.

Kräfte in einem Wassertropfen



Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark | Experimentierwerkstatt Wasser

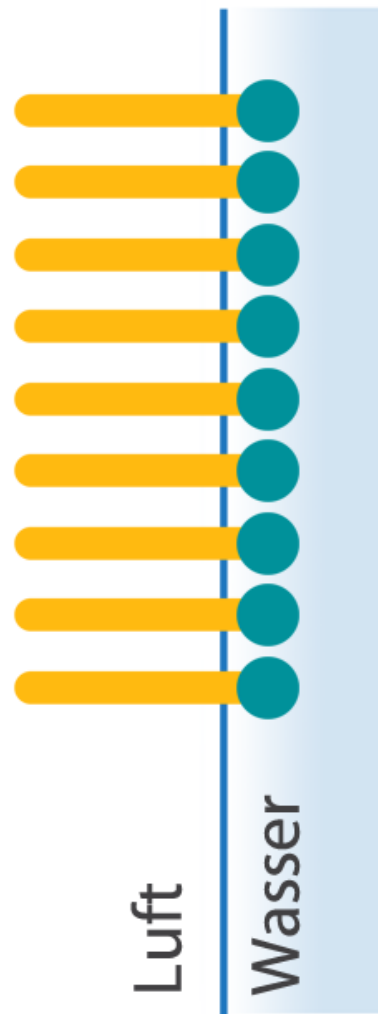
Das Tensidmolekül

Tensidmolekül

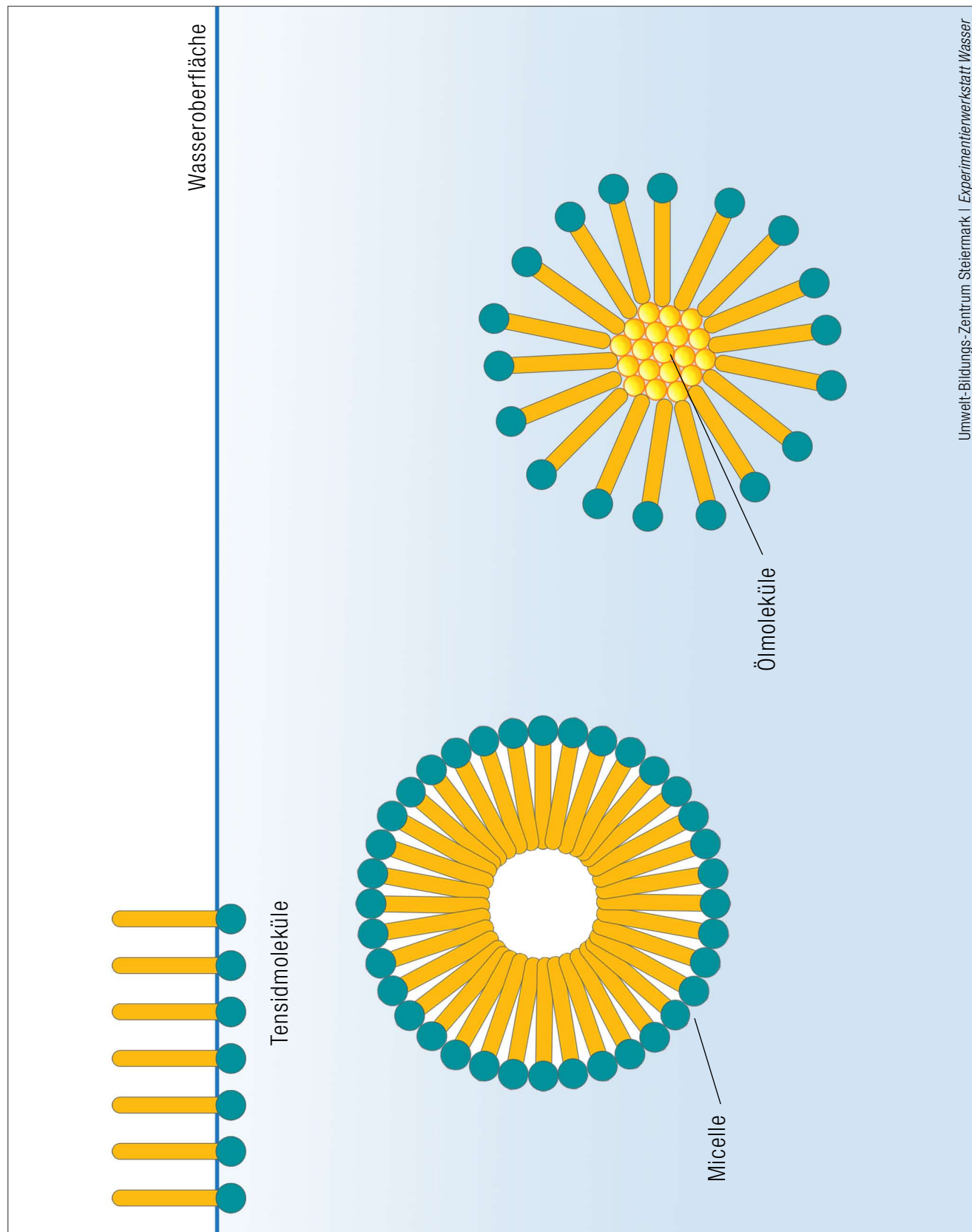


hydrophob

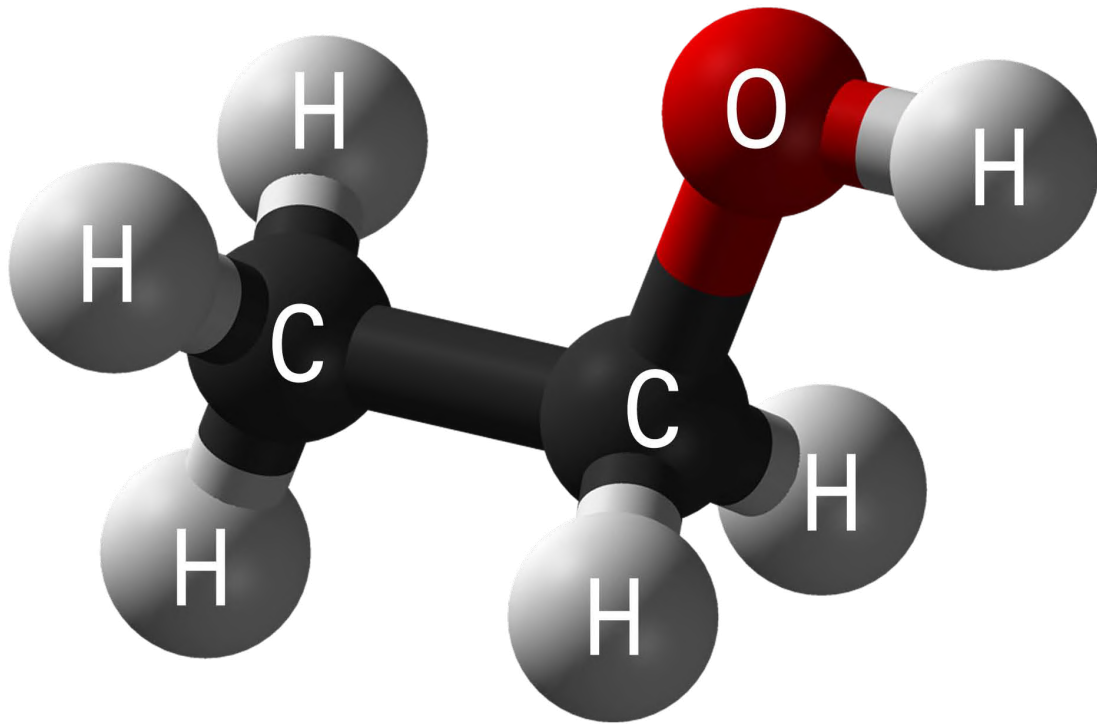
hydrophil



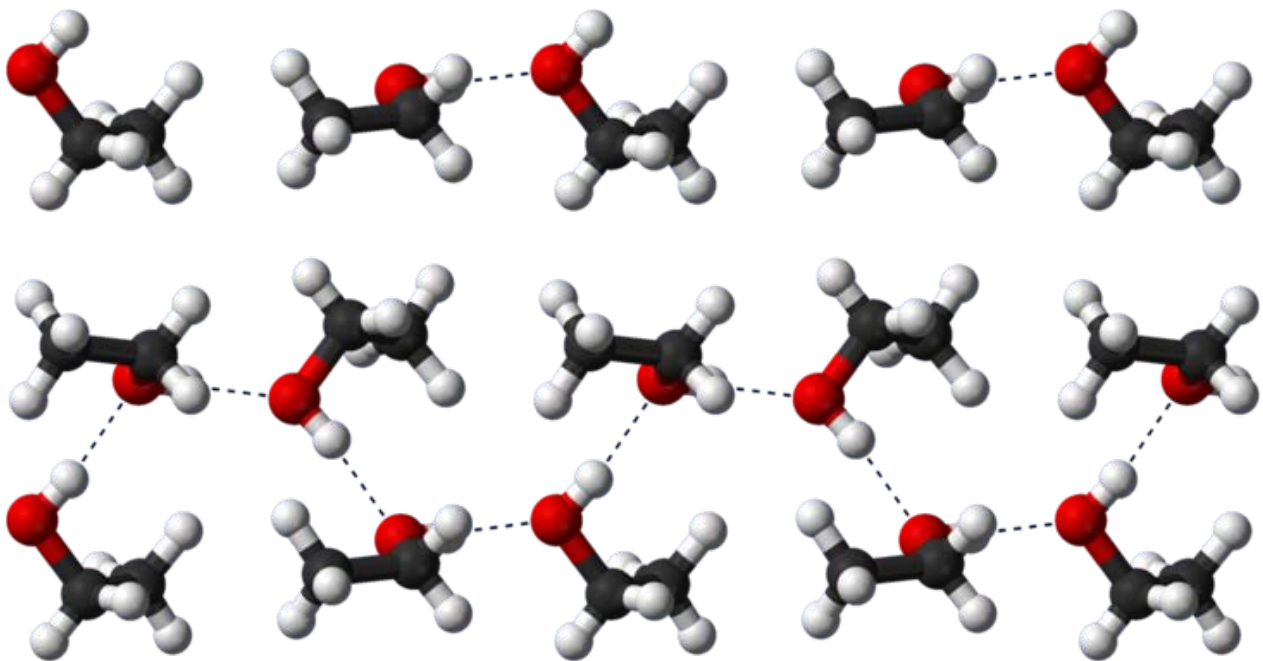
Wasser-Öl-Tensid - Der Waschvorgang



Das Alkoholmolekül und seine Wechselwirkungen



Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark | Experimentierwerkstatt Wasser



Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark | Experimentierwerkstatt Wasser