



# die WASSER- WERKSTATT

Wasser als Lösungsmittel

### Inhalt:

Die Mehrheit der Organismen auf unserer Erde lebt in Gewässern. Und alle – egal, ob Mensch, Tier oder Pflanze – sind abhängig vom Wasser. Die meisten Lebewesen bestehen sogar zu einem erheblichen Teil aus Wasser. Man geht davon aus, dass auch das Leben auf unserer Erde vor mehreren Milliarden Jahren im Wasser entstanden ist.

Wasser nimmt auch deshalb eine so wesentliche Rolle in unserer Welt ein, weil es ein exzellentes Lösungsmittel ist. Sehr viele Stoffe lösen sich in Wasser und können sich nur in einer wässrigen Lösung zu jenen organischen Molekülen verbinden, die das Leben ausmachen. Wasser ist Lösungsmittel und zugleich auch Transportmittel für die in ihm gelösten Stoffe wie Nährstoffe, Gase oder Abfallstoffe. Der Lösungskraft von Wasser begegnen wir täglich in unserem Alltag: Wir genießen heißen Tee im Winter und sehen die Verwitterungserscheinungen an Gebäuden.

### Lernziele:

- Die Begriffe Lösungsmittel/ Lösung und Diffusion verstehen
- Die Entstehung von weichem und hartem Wasser sowie die jeweiligen spezifischen Eigenschaften besprechen
- Die Ursachen und Auswirkungen von „saurem“ Regen kennen lernen

### Ideensammlung/ Diskussion:

- Wo begegnen wir im Alltag dem physikalischen Prozess der Diffusion?
- Welchen Härtegrad hat das eigene Trinkwasser?
- Wo sieht man in der unmittelbaren Umgebung die Folgen von „saurem“ Regen?

### WasserWerkstatt:

Arbeitsblatt 1: Lösungsmittel und Lösungen

Arbeitsblatt 2: Hartes und weiches Wasser

Arbeitsblatt 3: Saurer Regen

Arbeitsblatt 4: Leben im Wasser

Werkstatt: Diffusion



**Aktion:** Lassen Sie die SchülerInnen bei ihrem lokalen Wasserwerk/ Gemeinde die Wasserhärte ihres Leitungswassers recherchieren. Zum Vergleich sollen auch die Härtegrade von zwei, drei Orten in der Umgebung herausgefunden werden. Dann sollen sich die SchülerInnen Gedanken machen, welche Auswirkungen der Härtegrad des Wassers hat bzw. wie es zu den regionalen Unterschieden kommen kann.

## A1: LÖSUNGSMITTEL UND LÖSUNGEN

Wenn wir umgangssprachlich von „reinem“ Wasser sprechen, meinen wir meist Wasser in Trinkqualität. Tatsächlich kommt aber so etwas wie „reines“ Wasser – also Wasser, das ausschließlich aus  $H_2O$ -Molekülen besteht – in der Natur eigentlich nicht vor. Wasser ist immer mit gelösten Stoffen versetzt. So gibt es in unserem Trinkwasser wertvolle Mineralien wie Spuren von Kalzium und Magnesium. Das liegt daran, dass Wasser ein so ausgezeichnetes Lösungsmittel ist. In ihm lösen sich weitaus mehr Stoffe als in jeder anderen Flüssigkeit.

### Lösungsmittel und Lösungen

Unter Lösungsmittel versteht man einen Stoff, der andere Stoffe lösen oder verdünnen kann, ohne dass es dabei zwischen gelöstem und lösendem Stoff zu einer chemischen Reaktion kommt. Von einer Lösung spricht man, wenn eine gleichmäßige Vermischung von zwei oder mehreren Stoffen vorliegt und die gelösten Stoffe nicht durch Filtration abtrennbar sind. Die unterschiedlichen Stoffe in einer Lösung kann man rein optisch nicht als verschiedene Stoffe erkennen. Oft helfen uns aber andere Sinne, wie beispielsweise Geruchs- oder Geschmackssinn, eine Lösung zu erkennen.

Im Meerwasser sind beispielsweise neben verschiedenen Salzen auch Kohlendioxid, Sauerstoff und verschiedene atmosphärische Gase gelöst. Diese Stoffe beeinflussen die chemischen und physikalischen Eigenschaften der wässrigen Lösung sehr. So friert Meerwasser erst bei  $-1,8^\circ\text{C}$ , da die gelösten Salze den Gefrierpunkt senken. Auch die Dichte des Wassers wird durch das Salz erhöht – daher kann man im sehr salzhaltigen Toten Meer (Salzgehalt 28 Prozent) viel leichter auf dem Wasser treiben als im süßwasserhaltigen Neusiedlersee (Salzgehalt 0,2 Prozent).



Badende im Toten Meer

Heute sind 97 Prozent des Weltwasservorkommens Salzwasser. Das war aber nicht immer so: Alles Wasser war anfangs Süßwasser. Vor Milliarden von Jahren füllte sich das erste Meer mit Regenwasser (Süßwasser), das aus von Vulkanen ausgestoßenem Wasserdampf kondensierte. Intensive Regenfälle wuschen Mineralsalze aus dem Gestein ins Meer und erst so wurde das Wasser salzig.

### Diffusion

Gibt man einen Tropfen Tinte in ein Glas Wasser, so verteilt sich die Tinte allmählich von selbst im gesamten Wasser. Warum vermischen sich die verschiedenen Stoffe so gleichmäßig? Die Ursache liegt in einem physikalischen Prozess, den man Diffusion nennt: Ein Stoff breitet sich in einem anderen aus. Durch die Wärme einer Flüssigkeit oder eines Gases stoßen die Teilchen verschiedener Stoffe aneinander, ändern dabei ihre Geschwindigkeit und Richtung und die Teilchen vermischen sich. Wesentlich ist, dass die einzelnen Teilchen sich von Bereichen hoher Konzentration in Bereiche geringer Konzentration bewegen und somit ein Gleichgewicht zwischen den Stoffen herstellen. Je höher die Temperatur des Lösungsmittels, desto schneller diffundiert der Stoff. Das kann man am Beispiel der Tinte sehen, aber auch im Alltag: Zucker löst sich in heißem Wasser viel schneller auf als in kaltem.



**Aufgabe:** Suche Beispiele aus dem Alltag, wo man Diffusion beobachten kann.

## A2: HARTES UND WEICHES WASSER

Jeder kennt das: Auf dem Duschkopf oder im Wasserkocher bildet sich nach einiger Zeit eine harte, weiße Kruste, die man nur schwer entfernen kann. Diese Kruste besteht aus Kalk und weist auf mehr oder weniger hartes Wasser hin. Was heißt das?

### Gesamthärte

Wenn man von der Wasserhärte spricht, meint man die Konzentration von gelösten Kalzium- und Magnesiumsalzen im Wasser. Die Maßeinheit ist üblicherweise der Grad deutscher Härte (°dH).

### Wasserhärte wird wie folgt eingeteilt:

- Weich: 0 – 10 dH°
- Mittel: 10 – 16 dH°
- Hart: über 16 dH°

### So kommt der Kalk ins Wasser

Regenwasser, das vom Himmel fällt, beinhaltet keinen Kalk. Es nimmt aber am Weg von der Wolke zum Boden Kohlendioxid aus der Luft auf. Da Wasser so ein hervorragendes Lösungsmittel ist, löst sich das Kohlendioxid und es entsteht Kohlensäure. Trifft das kohlenstoffhaltige Wasser nun auf der Erde auf Kalk oder Dolomit oder sickert durch kalkhaltigen Boden, dann reagiert die Kohlensäure mit diesem Gestein und es entstehen Kalzium- und Magnesiumsalze. Beim Erhitzen oder Verdunsten dieses Wasser entsteht unlösliches Kalziumkarbonat, besser bekannt als Kalk. Kohlensäurehaltiges Regenwasser, das über unlösliche Gesteine wie Granit oder Sandstein fließt, bewirkt keine Bildung von Kalzium- und Magnesiumsalzen. Da unser Trinkwasser aber aus unterschiedlichen Gebieten und Bodenschichten kommt, besitzt unser Wasser immer eine gewisse Menge an gelösten Salzen. Und das ist auch gut so, denn Magnesium und Kalzium gehören zu den für den Menschen überlebenswichtigen Mineralien.



Kalksinterterrassen in Pamukkale, Türkei

### Härtegrad unseres Trinkwassers

Der Härtegrad des Wassers beeinflusst auch dessen Geschmack: Härteres Wasser ist geschmackvoller als weiches, das lässt sich beispielsweise beim Aroma von Kaffee oder Tee bemerken. Beim Wäschewaschen hingegen muss die Dosierung des Waschmittels bei härterem Wasser höher ausfallen als bei mittlerem oder weichem Wasser.

Für die Trinkwasserversorgung spielt der Härtegrad eine wesentliche Rolle. Auch wenn der Name es nicht vermuten lässt, ist weiches Wasser wesentlich aggressiver als hartes, da in ihm die Kohlensäure als freie Kohlensäure gelöst bleibt. Diese greift wiederum die metallischen Rohre an, durch die unser Trinkwasser bis zu uns nach Hause fließt. Daher ist eine gewisse Härte nötig, um die moderne Trinkwasserversorgung aufrecht zu erhalten.



**Aufgabe:** Recherchiere, welche Härtegrade von Wasser sich für die unterschiedlichen Nutzungsformen am besten eignen: Trinken, Duschen, Wäsche waschen, Blumen gießen, Geschirr spülen etc.

### A3: SAURER REGEN

Regenwasser nimmt eine gewisse Menge an Kohlendioxid auf, wenn es vom Himmel fällt. Erreicht es den Boden, ist das Wasser aufgrund der so entstehenden Kohlensäure leicht sauer: Es besitzt einen pH-Wert von 5,5. Fließt das Wasser anschließend durch alkalischen, kalkhaltigen Boden, dann wird es schwach alkalisch, also basisch. Das bedeutet also: Hartes Wasser ist schwach alkalisch, weiches Wasser hingegen leicht sauer.

Als sauren Regen bezeichnet man Niederschläge, deren pH-Wert niedriger ist als 5,5. Zwar gibt es auch natürliche Ursachen für sauren Regen, wie beispielsweise die Nähe von Vulkanen. Die Hauptursache für sauren Regen ist jedoch die von Menschen verursachte Luftverschmutzung. Einerseits steigt durch das Verbrennen fossiler Brennstoffe wie Kohle und Öl der natürliche Kohlendioxidgehalt der Luft stark an, während gleichzeitig der natürliche pH-Wert des Niederschlags durch die verstärkte Bildung von Kohlensäure sinkt. Andererseits gelangt das durch die Verbrennung von Kohle und Öl entstehende Schwefeldioxid in die Luft, wo es vom Regenwasser aufgenommen wird. Im Wasser löst es sich dann zu Schwefelsäure.

Bei Menschen wirkt diese Säure stark reizend und ätzend auf Haut und Schleimhäute. Aber auch für die Pflanzen- und Tierwelt ist sie extrem schädlich. Ein zusätzliches Problem besteht darin, dass saurer Regen „wandert“: Das heißt, die Schadstoffemissionen in der Luft können durch den Wind weite Strecken zurücklegen und auch in Gegenden sauren Regen auslösen, in denen die Luftverschmutzung weniger stark ist.



Durch sauren Regen geschädigter Wald.

#### Auswirkungen von saurem Regen

**Auf Pflanzen:** Saurer Regen führt zu saurem Boden und stört so seine natürliche Zusammensetzung. Es werden nicht nur wichtige Nährstoffe ausgewaschen, sondern auch giftige Schwermetallionen freigesetzt. Diese beschädigen die Feinwurzeln der Bäume und erschweren somit die Wasser- und Nährstoffaufnahme. Dadurch werden die Pflanzen geschwächt und wesentlich anfälliger für Krankheiten oder natürliche Belastungen (Dürre, Stürme, Bodenfrost etc.).

**Auf Gewässer und Tiere:** Auch das biologische Gleichgewicht von Gewässern und aller darin lebenden Organismen wird vom sauren Regen beeinflusst. Sinkt der pH-Wert des Regens beträchtlich unter den natürlichen Wert von 5,5, wird Aluminium aus den Böden gewaschen. Für Fische, Kröten, Frösche und andere Amphibien wirkt das Aluminium wie Zellgift und hindert die Tiere in ihrer Entwicklung oder tötet sie sogar. Der Kreislauf setzt sich danach an Land fort: Vögel fressen die mit Aluminium verseuchten Fische, Frösche, usw. Das Aluminium bewirkt, dass die Eier der Vögel zu dünne Schalen haben, als dass die Jungen überleben könnten.

**Auf Gebäude:** Sand- und Kalkstein werden besonders schnell von saurem Regen zersetzt, denn der saure Niederschlag löst die im Gestein enthaltenen Mineralien. Verwitterungserscheinungen sind zwar bei allen im Freien stehenden Gebäuden bis zu einem gewissen Grad normal, doch der saure Regen beschleunigt den Prozess durch die erhöhte Konzentration von Kohlen- und Schwefelsäure enorm.



**Aufgabe:** Recherchiere, in welchen Regionen der Erde saurer Regen ein Problem ist. Wie sieht die Situation in Österreich aus?

#### **A4: VIELFÄLTIGES LEBEN IM WASSER**

Da flüssiges Wasser ein ausgezeichnetes Lösungsmittel ist, bietet es den idealen Lebensraum für den Großteil der Lebewesen auf unserem Planeten. Seine Fähigkeit, Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid zu lösen, ermöglicht überhaupt erst das Leben unter Wasser: Alle Wassertiere brauchen den Sauerstoff und alle Unterwasserpflanzen benötigen Kohlendioxid für die Fotosynthese. Da flüssiges Wasser so reich an Nährstoffen ist, müssen sich viele Tiere überhaupt nicht bewegen, um Nahrung aufzunehmen. Anders als am Land brauchen sie nicht auf anstrengende Jagd zu gehen, sondern können quasi warten, bis die passende Mahlzeit vorbeitreibt oder -schwimmt.

Das Wasser in unseren Bächen, Flüssen, Teichen, Seen und Meeren ist reich an gelösten Nährstoffen und Gasen. Während die kalten, klaren Gebirgsseen eher nährstoffarm sind und daher vergleichsweise wenigen Organismen als Zuhause dienen, sind die Seen im Tiefland trüber, wärmer, nährstoffreicher und von den verschiedensten Lebewesen bevölkert. Einen Spezialfall stellen Hochmoore dar: Ihr Wasser ist sauer und sehr sauerstoffarm. Hier können nur sehr wenige Mikroben überleben. Das Klima in Hochmooren hat konservierende Wirkung, wie die gut erhaltenen menschlichen Überreste aus nordeuropäischen Mooren zeigen, z.B. der Tollund-Mann aus dem 4. Jahrhundert v. Chr.

##### **Sauerstoffgehalt**

Auch für die Bewohner der Unterwasserwelt ist Sauerstoff überlebenswichtig. Während die meisten Tiere über Kiemen atmen, nehmen Korallen und Quallen Sauerstoff über ihre sehr dünne Haut auf. Gewässer reagieren sehr empfindlich auf Veränderungen des Sauerstoffgehalts, bereits leichte Temperaturwechsel können weitgehende Auswirkungen auf Tier- und Pflanzenwelt haben.

Wir Menschen beeinflussen mit unseren Handlungen und unserem Lebensstil den Sauerstoffgehalt von Wasser: So benötigen Ölfraffinerien und Kraftwerke kaltes Wasser als Kühlmittel. Das erwärmte Wasser wird zurück in die Flüsse geleitet und sorgt dort für einen Temperaturanstieg. Mit steigender Wassertemperatur nimmt der Sauerstoffgehalt ab und Fische sterben.

Ein weiteres großes Problem stellen Düngemittel oder Abwässer dar, die in Flüsse oder Meere geleitet werden, denn sie verstärken massiv das Wachstum von Algen. Algen sind grundsätzlich normal und nützlich in Gewässern. Gerät ihr Wachstum jedoch außer Kontrolle, kommt es zu erheblichen Problemen für das Ökosystem: Denn der Abbau von abgestorbenen Algen benötigt viel Sauerstoff, der den Tieren des Gewässers entzogen wird. Resultat ist auch hier, dass Fische und andere Organismen ersticken.



Das sensible  
Ökosystem Korallenriff



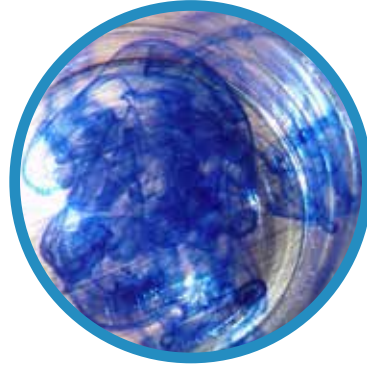
**Aufgabe:** Wähle einen Fluss oder See in deiner Nähe und recherchiere, welche Pflanzen und Tiere für dieses Gewässer typisch sind. Gibt es eine große Artenvielfalt oder vielleicht sogar Tiere/ Pflanzen, die nur in dieser Region vorkommen?

### **WasserWerkstatt: Diffusion**

So funktioniert Diffusion bei verschiedenen Flüssigkeiten

#### **Das brauchst du:**

- Ein Glas mit heißem Wasser
- Ein Glas mit kaltem Wasser
- Tinte



#### **Das machst du:**

Fülle eines der Gläser mit heißem Wasser, das andere Glas mit kaltem Wasser.

Achte darauf, dass in beiden Gläsern gleich viel Wasser ist. Lass nun in jedes der beiden Gläser zwei bis drei Tropfen Tinte fallen.

#### **Überlege und mach dir Notizen:**

Was kannst du beobachten?

Unterscheiden sich die Vorgänge in den beiden Gläsern und wenn ja, wie?

**ANTWORTEN:**

In beiden Gläsern vermischt sich das Wasser mit der Tinte und nimmt eine gleichmäßige Färbung an.  
Der Prozess der Diffusion wird so gut veranschaulicht.

Der Unterschied zwischen den beiden Gläsern besteht darin, dass sich das heiße Wasser wesentlich schneller mit der Tinte vermischt als das kalte.

**Warum ist das so?**

Die Moleküle, aus denen das Wasser besteht, bewegen sich hin und her, stoßen sich gegenseitig ab und ziehen sich wieder an. Je mehr Energie diese Teilchen besitzen, desto schneller bewegen sie sich. Durch Hitze wird den Molekülen Energie zugeführt, das heißt, im heißen Wasser bewegen sie sich schneller als im kalten. Dadurch vermischt sich auch die Tinte schneller mit dem Wasser.