



### Voraussetzungen

- Zielstufe: Zyklus 2 und 3
- Die Schülerinnen und Schüler können nach Anleitung eigenständig Experimente durchführen.

### Lernziele

- Die Schülerinnen und Schüler können zum Auflösen verschiedener Stoffe in Wasser Vermutungen anstellen.
- Die Schülerinnen und Schüler können Beobachtungen bei einem Experiment protokollieren, sortieren und gruppieren.
- Die Schülerinnen und Schüler können aus einem Experiment Schlüsse ziehen.



### Lehrplanbezug

- NMG 3.3, NT 2.1
- DAHs: beobachten, **vermuten**, **laborieren**, untersuchen, **dokumentieren**, ordnen, beurteilen



### Hintergrundinformationen

Da es sich beim Weiher um ein äusserst sensibles Ökosystem handelt, sind eine Reihe von Verhaltensregeln und Umgangsformen einzuhalten. Die wichtigsten Punkte sind im Blatt *Hinweise zu Planung, Sicherheit und Naturschutz* zusammengefasst.

#### **Löslichkeit**

Die Löslichkeit eines Stoffes beschreibt, wie viel eines reinen Stoffes in einem Lösungsmittel aufgelöst werden kann. **Die Löslichkeit hängt vom Stoff, dem Lösungsmittel und der Temperatur ab.** Beispielsweise können bei Zimmertemperatur 200 g Zucker in 100 ml Wasser gelöst werden, bei 100 °C lösen sich sogar 400 g Zucker in 100 ml Wasser. Die meisten Stoffe sind bei höherer Temperatur besser löslich in Wasser als bei tieferer Temperatur. Für Gase, wie Sauerstoff oder Kohlendioxid verhält es sich umgekehrt: Je tiefer die Wassertemperatur, umso mehr eines Gases bleibt im Wasser gelöst. Besonders in Fließgewässern führt das zu unterschiedlichen Zonen, wo auch z.B. Fische mit unterschiedlichen Ansprüchen an den Sauerstoffgehalt leben.

Grundsätzlich gilt „**Ähnliches löst sich in Ähnlichem**“. Wasser, das wissen wir aus unserem Alltag, ist ein gutes und vielfältig einsetzbares Lösungsmittel. Viele Stoffe lassen sich in Wasser auflösen, denn Wasser ist ein kleines, polares Molekül. Somit löst es andere, ebenfalls polare Stoffe gut auf. Zudem bilden Wassermoleküle untereinander und zwischen anderen

Molekülen Wasserstoffbrücken. Wassermoleküle vermögen mit diesen Eigenschaften Teilchen anderer Stoffe gut an sich binden, diese Stoffe bezeichnet man als wasserlöslich („hydrophil“).

Grössere Moleküle, wie Fette, Öle oder andere organische Kohlenwasserstoffe (wie Benzin etc.) lösen sich schlecht oder gar nicht in Wasser auf. Sie enthalten grosse, wasserabstossende („hydrophobe“) Molekülteile und kleine oder gar keine Molekülteile mit wasserlöslichen („hydrophilen“) Eigenschaften. Je nachdem, welcher Anteil in einem Molekül überwiegt, lösen sich Stoffe besser oder schlechter in Wasser. Die Stoffe im Auftrag B2 sind im Innern sehr unterschiedlich aufgebaut:

**Zucker:** Ein organisches Molekül, es bildet Wasserstoffbrücken mit dem Wassermolekül, ist darum **gut wasserlöslich**.

**Salz:** Ist ein Kristall aus positiv geladenen Natrium- und negativ geladenen Chlor-Ionen, welcher im Wasser zerfällt: Die Ionen werden aus dem Kristall herausgebrochen und von Wassermolekülen umgeben („hydratisiert“). **Salz ist darum gut wasserlöslich.**

*Achtung: In der Chemie werden Stoffe, die aus Ionen aufgebaut sind manchmal allgemein als „Salze“ bezeichnet. Ganz korrekt müsste man hier also von „Kochsalz“ sprechen.*

**Erde:** Erde ist ein kompliziertes Gemisch aus grossen organischen Molekülen und verschiedenen Ionen. Die Zusammensetzung kann sehr unterschiedlich sein, darum ist die Löslichkeit in Wasser schwierig zu beschreiben. **Ein Teil der Erde wird sich in Wasser auflösen und das Wasser bräunlich einfärben, ein Rest wird unlöslich bleiben** und – zumindest nach einiger Zeit – sich wieder am Boden des Gefässes absetzen.

**Öl:** Diese langgestreckten organischen Moleküle haben grosse, wasserunlösliche („hydrophobe“) Anteile, darum sind Öle **nicht wasserlöslich**.

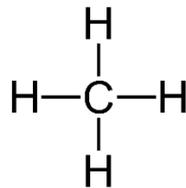
**Essig:** Ist ein Gemisch aus Essigsäure und Wasser. Gibt man Essig in Wasser, verdünnt man die Essigsäure zusätzlich, somit ist Essig **gut wasserlöslich**.

**Tinte:** Ist meist eine Lösung aus blauem Farbstoff und Wasser. Tinte verhält sich somit ähnlich wie Essig, ist also ebenfalls **gut wasserlöslich**.

### Wann ist ein Stoff polar?

Hat es in einem Molekül unterschiedliche Atome, so ziehen diese die Elektronen unterschiedlich stark an ihre Atomkerne. Man sagt, die Elektronegativität verschiedener Atome ist unterschiedlich. Somit sind die Elektronen im Wassermolekül (in  $H_2O$ ) nicht gleichmässig verteilt: Das Sauerstoff-Atom (O-Atom) zieht die Elektronen stärker zu sich hin als die Wasserstoff-Atome (H-Atome). O-Atome sind elektronegativer – über das ganze Molekül gesehen gibt es also Orte wo sich mehr Elektronen, also mehr Negativladung befinden. Das Molekül ist – ähnlich wie ein Magnet – als Ganzes geladen, also polar. Es ist ein „Dipol-Molekül“.

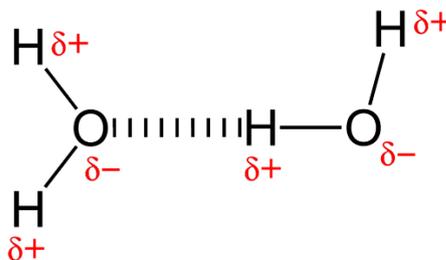
Dipole innerhalb eines Moleküls können sich, je nach Molekülgeometrie, auch aufheben. So zum Beispiel bei Methan ( $CH_4$ ): Das C-Atom, umgeben von den vier H-Atomen, zieht etwas stärker an den Elektronen. Wegen der Geometrie des Moleküls heben sich die Kräfte aber gegenseitig auf: Es ist, als ob vier Menschen, die genau in einem Kreuz angeordnet sind, Seilziehen spielen würden. Methan ist als Ganzes Molekül unpolare.



*Methan ( $CH_4$ ) ein unpolares Molekül, weil sich die Unterschiede in der Elektronen-Anziehung wegen der Molekül-Geometrie aufheben. Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Methan>*

### Was sind Wasserstoffbrücken?

Zwischen stark elektronegativen Atomen im einen Molekül und Wasserstoff-Atomen im benachbarten Molekül können starke Anziehungskräfte wirken und somit zur Löslichkeit beitragen. Man beobachtet dies vor allem bei Sauerstoff-, Stickstoff- und Fluor-Atomen, welche mit Wasserstoff-Atomen Wasserstoffbrücken bilden. Wasser enthält sowohl Sauerstoff, wie auch Wasserstoff-Atome. Somit gibt es pro Wasser-Molekül sogar drei Möglichkeiten für Wasserstoff-Brücken mit Nachbarn (das können weitere Wassermoleküle, aber natürlich auch andere Moleküle sein)!



*Zwei Wassermoleküle ( $H_2O$ ), welche sich zwischen dem O- und dem H-Atom über eine Wasserstoffbrücke (gestrichelt gezeichnet) anziehen. Die rot eingezeichneten Ladungen zeigen, dass Elektronen stärker vom O-Atom ( $\delta^-$ ) und schwächer vom H-Atom ( $\delta^+$ ) angezogen werden. Somit ist Wasser ein polares Molekül. Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Wasser>*



### **Tipps**

- Löslichkeit von Feststoffen kann auch auf Gase erweitert werden: Gase lösen sich unterschiedlich in Wasser, zum Beispiel bei Sprudelwasser, Sauerstoff im Wasser für Fische, etc.
- Im Anschluss an die Experimente eine Diskussionsrunde: Was könnte im Weiher alles gelöst sein? Wie würden die Unterwasserpflanzen atmen, wenn kein Sauerstoff im Wasser gelöst wird?



### **Bezug zum Alltag der Schülerinnen und Schüler**

Die Schülerinnen und Schüler begegnen Wassermischungen auch im Alltag. Sei es beim Kochen in der Küche (Salzwasser für Pasta, Essig und Öl mischen für Salatsauce etc.), beim Malen mit Wasserfarben, mit dem Schaum in der Badewanne oder beim Waschen der Hände. Diese Erfahrungen aus dem Alltag lassen sich im Experiment erweitern. Die Schülerinnen und Schüler lernen, dass sich manchmal Stoffe im Wasser befinden, ohne dass man diese sieht.