

# WASSER

Das kostbare Nass



## Das wichtigste Lebensmittel

**Wasser:** Es fällt als Regen vom Himmel, rauscht im Meer, plätschert in Bächen, gluckert im Heizkörper und fliesst aus dem Wasserhahn. Wir trinken es, waschen uns damit, giessen Blumen, kochen und putzen. Wasser ist hier in der Schweiz so selbstverständlich verfügbar, dass wir uns kaum Gedanken darüber machen.

Dabei könnten wir ohne Wasser gar nicht leben. Das sind keine leeren Worte: Um gesund zu bleiben, müssen Menschen etwa zwei Liter pro Tag trinken – sonst sind sie nach fünf bis sieben Tagen tot. Manche Tiere und Pflanzen sind bessere Überlebenskünstler: Die **Oryxantilopen** in der brütend heissen Namibwüste begnügen sich





mit der Feuchtigkeit in Gräsern, Zweigen und Früchten. Namibische **Schwarzkäfer** fangen die Wassertröpfchen auf, die in Nebelschwaden von der Atlantikküste in die Wüste wehen. Dank der Luftfeuchtigkeit überleben auch viele Wüstenpflanzen. Andere, wie **Kakteen**, speichern das rare Regenwasser in ihrem Innern – und schützen sich mit ihren Stacheln vor durstigen Tieren.

Wasser ist vielseitig: Es ist der Grundbaustein vieler Organismen und zahlreiche biologische Vorgänge laufen nur dank Wasser ab. Es ist Lösungsmittel, Energieträger, Lebensraum unzähliger Lebewesen und wird vielerorts als Quelle des Lebens verehrt. Ohne Wasser könnten keine Lebensmittel angebaut werden – die Landwirtschaft ist mit rund 70 Prozent des weltweiten Süßwasserverbrauchs mit Abstand der grösste Wasserkonsument.

Wasser ist auf der Erde ungleich verteilt. In manchen Regionen ist es im Überfluss vorhanden, andere leiden unter anhaltender Trockenheit. Mehr als eine Milliarde Menschen haben keinen Zugang zu sauberem Wasser. Das führt zu Konflikten, die durch Bevölkerungswachstum, Wasserverschmutzung und Klimawandel weiter verschärft werden.



## Ein öffentliches Gut

Wem gehört das Wasser? Die internationale Vereinigung «Blue Community» findet, dass es keine Privatsache sein darf und niemand damit Geschäfte machen sollte. Deshalb verlangt sie, dass das Recht auf Wasser als Menschenrecht anerkannt wird. Sie verpflichtet sich, nachhaltig mit Wasser umzugehen, und unterstützt andere Länder dabei, eine Trinkwasserversorgung aufzubauen. Verschiedene Schweizer Gemeinden, Städte und Institutionen machen bei der «Blue Community» mit, darunter die Stadt Bern. Dort wird bei allen öffentlichen Anlässen nur noch Hahnenwasser serviert – kein Flaschenwasser.



[www.bluecommunity.ch/wer-ist-eine-blue-community](http://www.bluecommunity.ch/wer-ist-eine-blue-community)

## Glück gehabt!

Die Erde ist der einzige Planet in unserem Sonnensystem, auf dessen Oberfläche es **flüssiges Wasser** gibt. Und nur hier kommt Wasser von Natur aus in allen drei Aggregatzuständen vor: im festen Zustand als **Eis**, im flüssigen Zustand als Wasser und im gasförmigen Zustand als **Wasserdampf**. Das verdanken wir dem Zufall: Wäre die Erde nur etwas näher an der Sonne, so würde alles Wasser verdampfen und kein Leben wäre möglich. Wäre sie weiter weg, würde sie zur Eiswüste.



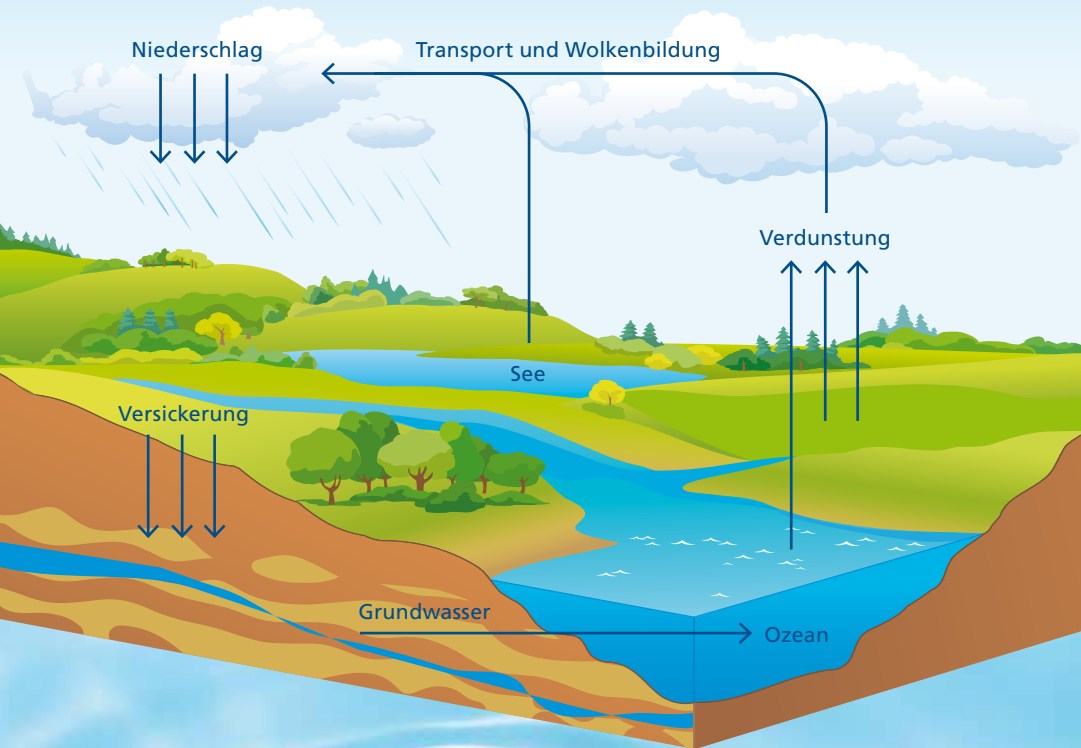
Rund 70% der Erdoberfläche sind von Wasser bedeckt



Ein Drittel des Süßwassers steckt im Eis und im Schnee der Hochgebirge und der Pole



Wasserdampf ist gasförmiges Wasser und unsichtbar wie Luft



## Round and round and round: Der Wasserkreislauf

Das Wasser auf der Erde befindet sich in einem ewigen Kreislauf. Sein Motor ist die Sonne: Ihre Energie heizt das Meerwasser auf, bis es verdunstet, d.h. vom flüssigen in den gasförmigen Zustand übergeht. Der Wasserdampf steigt hinauf in kühlere Luftschichten, wo er zu Tröpfchen kondensiert.

Eine Wolke besteht aus vielen solchen Wassertropfen. Wird sie zu schwer, fallen die Wasserteilchen als Regen, Hagel oder Schnee zurück zur Erde, versickern im Boden oder fließen über Flüsse und Seen zurück ins Meer. Dort beginnt der Kreislauf von vorn. Auch das Abwasser von Haushalten, Industrie und Landwirtschaft gelangt über Kanalisation und Kläranlagen zurück in den natürlichen Kreislauf.

Ohne diesen ständigen Austausch zwischen dem Meer, der Atmosphäre und dem Land wären die knappen Süßwasserreserven der Erde längst verbraucht. Denn bei der Verdunstung bleibt das Salz zurück und aus dem Meerwasser wird süßes Regenwasser. So wird übrigens auch das Meersalz gewonnen: In den seichten Becken der Salzgärten an der Küste verdunstet das Meerwasser, bis nur noch eine salzige Kruste übrig ist. Wichtig ist der Wasserkreislauf auch für die Klimaregulation: Er transportiert Feuchtigkeit bis in die trockensten Gebiete und leitet Wärmeenergie aus den Tropen in kühlere Klimazonen.

## Der Wasserhaushalt gerät durcheinander

Ob als Eis, Regen oder Wasserdampf: Die Menge des Wassers im Wasserkreislauf bleibt immer gleich – kein Tropfen geht verloren. Daran ändert auch die Erd-

Experten gehen aber davon aus, dass sich der Kreislauf verstärkt: Das bedeutet mehr Verdunstung und mehr Regen, aber nicht überall. In gewissen Regionen wird es öfter regnen, in anderen nehmen Dürren und Hitzeperioden zu. Wetterextreme

nehmen zu, die Niederschlagsmuster, auf die sich die Menschen bisher verlassen konnten, geraten durcheinander. In der Schweiz führen die milderen Winter dazu, dass eher Regen als Schnee fällt und die Gletscher schon im Frühling schmelzen. Dafür fehlt im immer

heisseren Sommer das Schmelzwasser gerade dann, wenn die Felder es besonders nötig hätten – die Bauern müssen deshalb gezielter und sparsamer bewässern und auf robustere Pflanzensorten umstellen. Auch der Pegel der Stauseen sinkt, sodass im Sommer weniger Strom produziert wird. Zudem werden Seen und Flüsse wärmer – darunter leiden Fische und andere Wasserlebewesen. Und wenn der Regen doch fällt,

sind die Niederschläge oft heftig, weil warme Luft mehr Feuchtigkeit speichert. Das kann zu Hochwasser und Überschwemmungen führen und in den Bergen kommt es ohne das stabilisierende Eis zu mehr Hangrutschungen und Bergstürzen.

**Weil die Erderwärmung den Wasserkreislauf verstärkt, nehmen Wetterextreme zu.**



# Wasser bewegt

Menschen nutzen die Kraft des fließenden Wassers seit Jahrtausenden, um sie in mechanische Energie zu verwandeln – anders gesagt: Um die kinetische Energie des Wassers für sich zu nutzen. Am Anfang steht das **Wasserrad**. Es nahm den Menschen mühselige Arbeit ab, schöpfte Wasser für die Felder, drehte die Mahlsteine der Kornmühlen, trieb die Sägen der Sägewerke, die Hämmer der Schmieden, Pumpen und andere Arbeitsmaschinen an. Ende des 18. Jahrhunderts gab es in Europa über eine halbe Million Wassermühlen. 1842 wurden die meisten dieser gemächlich drehenden Räder mit der Erfindung der schnellen **Wasserturbine** arbeitslos. Und bald bekam die Turbine den perfekten Partner: den elektrodynamischen Generator von **Werner von Siemens**. Wie ein Velodynamo wandelt diese Dynamomaschine kinetische Energie in

Strom um. Damit konnte die Kraft des Wassers auch über weite Distanzen transportiert werden. Überall wurden nun Wasserkraftwerke gebaut: Das allererste aus dem Jahr 1880 versorgte in England ein ganzes Landgut mit Strom – eine Sensation.

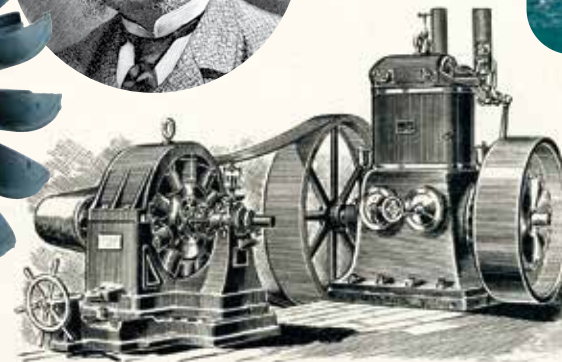
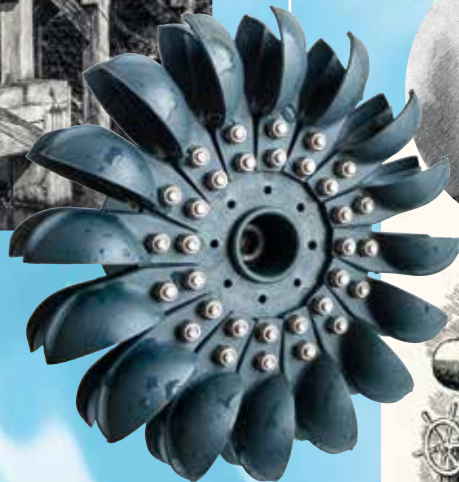
Die Schweiz produziert mehr als die Hälfte des Stroms mit Wasserkraft. Die Maschinen sind moderner geworden, das Prinzip bleibt dasselbe: Aus der kinetischen Energie des Wassers wird die mechanische Energie der Turbine und diese wiederum wird mithilfe eines Generators in elektrische Energie umgewandelt. In der Schweiz gibt es drei Arten von Wasserkraftwerken: **Laufwasserkraftwerke** stehen an Flüssen neben einem Stauwehr und nutzen die Energie, die entsteht, wenn grosse Wassermassen vom höhergeleg-

## Seit Jahrtausenden nutzen die Menschen die Kraft des fließenden Wassers.

nen Damm in die tiefergelegenen Turbinen stürzen. **Speicherkraftwerke** stehen im Tal unter einer grossen Staumauer. Hier ist das Gefälle zwischen Stausee und Kraftwerk viel grösser. Entsprechend höher ist auch die Kraft, mit der das Wasser durch grosse Rohre oder Stollen in die Tiefe donnert und unten die Turbinen antreibt. Im Gegensatz zum Flusskraftwerk, das nie stillsteht, produzieren Speicherkraftwerke nur dann Energie, wenn sie gebraucht wird. Pumpspeicherkraftwerke gehen noch einen Schritt weiter: Sie können

überschüssigen Strom im Netz dazu brauchen, Wasser von einem tiefergelegenen Staubecken in ein höheres hinaufzupumpen. Strom wird so wieder in potenzielle Energie umgewandelt und der Stausee zum Energiespeicher: Das hochgepumpte Wasser wird solange im Staubecken geparkt, bis wieder Strom gebraucht wird.

Für zwei weitere Kraftwerktypen fehlt uns das Meer: **Gezeitenkraftwerke** nutzen die Kraft von Ebbe und Flut, Wellenkraftwerke die Macht der Wellen. Es gibt bisher nur wenige davon, weil ihr Bau und Unterhalt teuer sind. Aber viele sehen im Meer eine der nachhaltigen Energiequellen der Zukunft.



# Wassermänner und -frauen erzählen

entscheiden, ob ein neues Produkt zugelassen werden soll, oder ob Abwasser noch besser gereinigt werden müssen.

Natürlich ist eine Zelle noch nicht ein ganzer Fisch. Bei unserem neusten Projekt geht es deshalb darum, Zellkulturen von verschiedenen Organen auch mithilfe von Computermodellen zu einem ganzen «künstlichen Fisch» zusammenzufügen. Damit wollen wir die Auswirkung von Chemikalien ganz ohne Tierversuche noch besser, schneller und genauer analysieren können.

Auch in der Natur gibt es giftige Stoffe, zum Beispiel die Toxine der Blaualgen, derentwegen man auch diesen Sommer in manchen Seen nicht baden durfte. Die allermeisten umweltschädlichen Stoffe sind jedoch menschengemacht. Und zwar sind es längst nicht nur die Landwirtschaft oder die Industrie, die viel Chemie einsetzen, sondern auch die privaten Haushalte: Das geht vom

**«Fische sind sehr gute Indikatoren dafür, ob Wasser sauber ist oder nicht.»**

Duschgel über Wasch- und Putzmittel und die Sonnencreme beim Baden bis zum Pestizid im Garten. Über die Kanalisation oder durch Versickern im Boden gelangen diese Stoffe am Ende zurück ins Wasser und belasten Tiere, Umwelt und Menschen.

## Der Informatiker

Trinkwasser sprudelt nicht von selbst aus dem Hahn. Weil es als Lebensmittel strengen Anforderungen genügen muss, wird es zuerst aufbereitet. In der Region Lugano sind dafür die Aziende Industriali di Lugano (AIL) zuständig. Mehr als ein Drittel des Trinkwassers in Lugano und Umgebung stammt aus dem Grundwasser. Dazu kommt Quellwasser aus über hundert Quellen (rund 23%), die hauptsächlich an den Hängen des Monte Tamaro entspringen. Und schliesslich wird auch aus dem Luganersee Wasser gepumpt (28%). Zusammen ergibt das ein dichtes

**«Weil Trinkwasser als Lebensmittel gilt, muss es strenge Anforderungen erfüllen.»**

halten und die ganze Anlage möglichst reibungslos zu betreiben und zu warten, sind die Luganer Stadtwerke auf genaue Leitungskataster angewiesen: Das sind Pläne, auf denen alle ober- und unterirdischen Wasserinfrastrukturen eingezeichnet sind.

Früher wurden sie von Hand erstellt und nachgeführt und waren deshalb nicht immer exakt: Wenn die Techniker einer Panne wegen ausrückten, fanden sie die gewünschte Leitung also nicht immer auf Anhieb. Heute sind Geoinformationssysteme (GIS) zum unverzichtbaren Werkzeug im Wassermanagement geworden. Ein GIS erlaubt es, das gesamte Wasserverteilungsnetz in digitaler Form lückenlos abzubilden und zu vernetzen und zu jedem Objekt – Wasserleitung, Reservoir, Wasseraufbereitungsanlage – zahlreiche Informationen zu speichern: zum Beispiel das Alter einer Leitung, ihr genauer geografischer Verlauf, die Anzahl der angeschlossenen Kunden usw.



Kristin Schirmer, Biologin und Leiterin der Eawag-Abteilung Umwelttoxikologie

## Die Toxikologin

Als Umwelttoxikologin befasse ich mich damit, wie die Umwelt auf Tiere und Pflanzen im Wasser wirkt und wie Chemikalien sie beeinflussen. Gerade Fische sind sehr gute Indikatoren dafür, ob das Wasser sauber ist oder nicht. Wir entwickeln Methoden, mit denen wir dafür keine lebendigen Fische mehr benötigen, sondern unsterbliche Fischzellen, die wir im Labor züchten. An diesen Zellen können wir untersuchen, wie schädlich bestimmte Stoffe für den Fischorganismus sind: Wir sehen zum Beispiel, ob ein Fisch weniger wächst oder sogar sterben könnte. Solche Einsichten helfen dabei zu

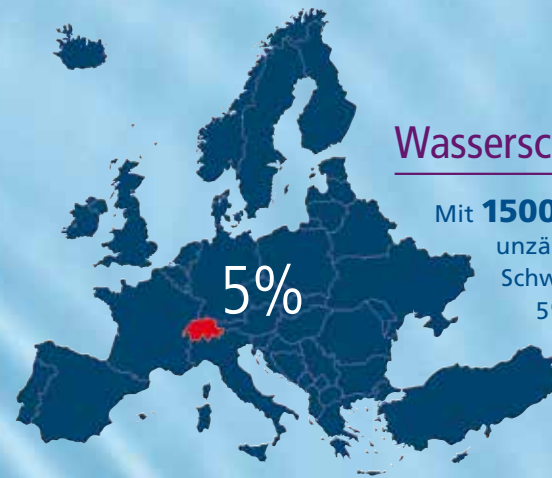


Herwig Griesenhofer, ETH-Informatiker und bis vor Kurzem Gruppenleiter Netzdokumentation, AIL



## Der blaue Planet

Rund **70 %** der Erdoberfläche sind von Wasser bedeckt, das sind insgesamt **1'42 Milliarden Kubikkilometer** oder **1,4 Trilliarden Liter**. Kein Wunder, dass die Erde vom Weltraum aus gesehen blau schimmert.



## Wasserschloss

Mit **1500 Seen, 890 km<sup>2</sup> Gletscher**, unzähligen Flüssen und Bächen gilt die Schweiz als «Wasserschloss» Europas. Etwa **5%** der Süsswasserreserven des europäischen Kontinents befinden sich hier.

## Tüchtig versalzen

**96,5%** des Wassers auf Erden ist **Salzwasser**. Das ist viel, wenn man bedenkt, dass Salzwasser für Menschen, Pflanzen und die allermeisten Tiere ungeniessbar ist.



## Lange Leitung

Das Trinkwassernetz in der Schweiz umfasst insgesamt **81'500 Kilometer**. Man könnte damit also gut zweimal die Erde umrunden.



## Verstecktes Wasser



[bit.ly/virt\\_water](http://bit.ly/virt_water)

Wasser-Fuss-Abdruck berechnen auf [weltfriedensdienst.de](http://weltfriedensdienst.de)

## Dreh den Hahn zu!

Rund **294 Liter**, oder eine grosse **Bade- wanne voll Wasser**, verbrauchen wir pro Kopf und Tag in der Schweiz zum Trinken, Duschen, WC-Spülen, Kochen, Wäschewaschen oder Blumengiessen.



## Eis und Schnee

**Ein Drittel** des Süsswassers auf der Erde steckt **im Eis und im Schnee** der Hochgebirge und der Pole. Der Rest ist im Grundwasser, in Seen und Flüssen, als Wasserdampf in der Atmosphäre – und in allen Pflanzen und Lebewesen zu finden: **Ein Mensch besteht zu zwei Dritteln aus Wasser**, eine Gurke zu 97%.

1/3



## Verstecktes Wasser

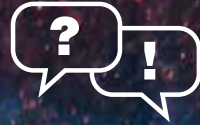
Der Wasserverbrauch steigt auf **4000 Liter pro Kopf**, rechnet man auch das Wasser hinzu, das nötig ist, um Lebensmittel und Alltagsgegenstände zu produzieren: **10 Liter** für ein Blatt Papier, **184 Liter** für ein Kilo Tomaten, **11'000 Liter** für eine Jeans...





# berufsberatung.ch

Graziella Dal Maso,  
Berufs-, Studien- und  
Laufbahnberatung St. Gallen



Liebe Frau Dal Maso

Fragen rund um das Wasser interessieren mich. Welche Studien kämen da in Frage?

Liebe Salome

Da kannst du aus dem Vollen schöpfen. Es gibt eine Vielzahl an Studienrichtungen, in denen das Wasser eine zentrale Rolle spielt. In der Hydrologie geht es um die Qualität von Gewässern, Umweltfolgen der Gewässernutzung oder Renaturierung... Auch in den Umweltingenieur- oder Bauingenieurwissenschaften gibt es vielzählige Wasser-Themen: Wasser als Energieträger, Wasserversorgung, Hochwasserschutz, Leitungsbau, Abwasserreinigung u.a. Das Wasser spielt auch in den Erdwissenschaften und in der Geografie eine wichtige Rolle: Glaziologie, Grundwasser, Wasser als Ressource, Limnologie etc. Die Limnologie befasst sich mit der Ökologie von Binnengewässern, ist aber nicht als eigenständiges Fach studierbar. Wasser ist auch ein Lebensmittel, d.h. auch Lebensmittelwissenschaften oder Lebensmitteltechnologie beschäftigen sich mit der Wasserverarbeitung oder der Wasserqualität. Auch die Biologie, Chemie oder Physik hat Anknüpfungspunkte (Biodiversität, Toxikologie, Hydrogeologie, Geothermie).

Einigen dieser Studienrichtungen ist gemeinsam, dass man sowohl drinnen

wie auch draussen arbeitet, um zum Beispiel Messungen vorzunehmen, ein Fischsterben zu untersuchen oder auf einer Baustelle Kontrollen durchzuführen. Besondere Ereignisse wie Hochwasser können auch Sondereinsätze verlangen. Das heisst, du solltest «wasserfest», interdisziplinär interessiert und flexibel sein.

Wenn dich auch soziale Fragen mit Bezug zum Wasser interessieren (Verteilung der Ressource Wasser, Zugang zu Wasser), kannst du auch noch weitere Fächer in die Auswahl einbeziehen. Aber auch in vielen der erwähnten Richtungen kannst du dich mit solchen Fragen befassen. Immer nützlich für den Berufseinstieg sind Praktika oder freiwillige Engagements schon während des Studiums.

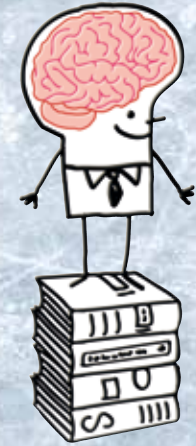
Überlege dir, welche Fragen dich im Zusammenhang mit Wasser am meisten beschäftigen. Frage dich, bei welchen Problemen du zu Lösungen beitragen möchtest. Wenn dir die Entscheidung Mühe macht, kann dich eine Studienberatung dabei unterstützen.

## Wunderstoff H<sub>2</sub>O

Wasser setzt sich aus winzigen Bauteilchen zusammen: aus einem Sauerstoffatom (O) und zwei Wasserstoffatomen (H). Zusammen bilden sie ein Wassermolekül. Dessen chemische Formel ist H<sub>2</sub>O. Das Wassermolekül sieht ein bisschen aus wie ein runder Kopf mit zwei Ohren, die in einem Winkel von 104 Grad zueinanderstehen. Stark vereinfacht kann man sagen: Dieser Anordnung verdankt das Wasser seine besonderen Eigenschaften. Sie macht das Wassermolekül zu einem sogenannten Dipol mit einem leicht positiv und einem leicht negativ geladenen Ende. Weil sich negative und positive Ladungen anziehen, halten die Wassermoleküle zusammen – stärker als die Teilchen in chemisch ähnlichen Stoffen. Um sie auseinanderzubringen ist also mehr Energie nötig. Das erklärt, warum Wasser einen hohen Schmelz- und Siedepunkt hat: Eis schmilzt erst bei 0°C und Wasser verdampft bei 100 °C.



Eine weitere Besonderheit des Wassers ist seine Dichteanomalie: «Normale» Stoffe werden beim Abkühlen immer dichter, ihre kleinsten Teilchen rücken umso näher zusammen, je kälter es wird. Beim Wasser stimmt das nur bis 4°C. Darunter dehnt es sich wieder aus. Deshalb hat Eis ein grösseres Volumen und ist leichter als Wasser. Und deshalb zerplatzen im Tiefkühler vergessene Wasserflaschen.



### Impressum

SATW Technoscope 04/22 | Dezember 2022 | [www.satw.ch/technoscope](http://www.satw.ch/technoscope)  
Konzept und Redaktion: Ester Elices | Redaktionelle Mitarbeit: Christine D'Anna-Huber |  
Grafik: Andy Braun | Bilder: Adobe Stock | Titelbild: Adobe Stock | Übersetzung: Ars Linguae |  
Lektorat: Belinda Weidmann | Druck: Egger AG

### Gratisabonnement und Nachbestellungen

SATW | St. Annagasse 18 | CH-8001 Zürich | [technoscope@satw.ch](mailto:technoscope@satw.ch) | Tel +41 44 226 50 11  
Technoscope 1/23 erscheint im April 2023 zum Thema «Wearables»

**satw** it's all about  
technology

Hast du Fragen oder Anregungen  
an das Technoscope-Team?  
Dann schreibe uns! [technoscope@satw.ch](mailto:technoscope@satw.ch)