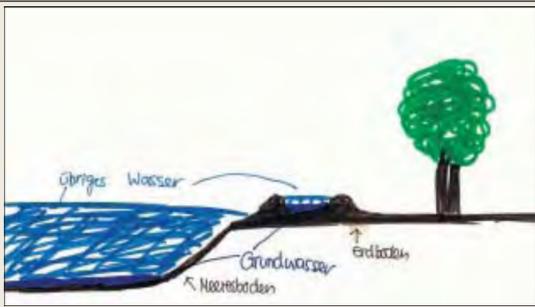
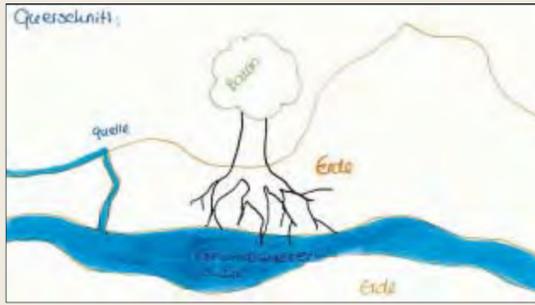


Naives Weltwissen
Wie Schüler der 8. Klasse das Grundwasser sehen



Vorstellung von Grundwasser als dem Wasser am Grunde eines Sees oder Meeres.



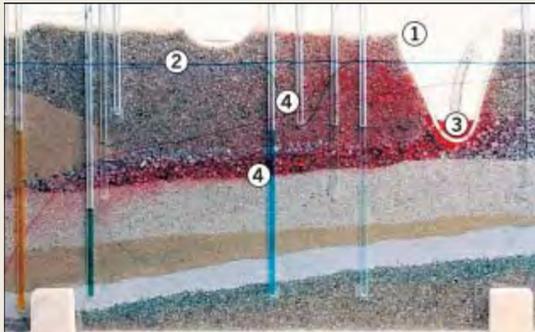
Vorstellung einer unterirdischen Wasserader, die die Erde durchzieht.

Grundwasser ist eine lebensnotwendige Ressource der Menschheit, die in vielen Teilen der Welt bedroht ist. Das Thema Grundwasser wird jedoch im Geografieunterricht meist nur am Rande berührt. Gleichzeitig haben Schüler und Schülerinnen wie auch viele Erwachsene eine Vielzahl von Vorstellungen zum Grundwasservorkommen, die in den meisten Fällen nichts mit der (geologisch-geografischen) Realität zu tun haben.

Vorstellung von Grundwasser als Teil des Wasserkreislaufes, als Wasserschicht auf dem Grunde von Gewässern oder als Wasser in lockerem Gestein. Keine dieser Vorstellungen entspricht auch nur annähernd der Wirklichkeit.

Alltagsvorstellungen sind subjektiv plausibel und halten sich deshalb sehr hartnäckig. Nur wenn sie thematisiert und mit der korrekten Information verglichen werden, können Schüler ihre Vorstellungen nachhaltig ändern. Die beste Lernwirkung haben Modelle, die sinnliche Erfahrungen ermöglichen und mit denen Schüler selbst experimentieren können, wie z. B. das hier gezeigte Grundwassermodell (unten). (kmr.)

Aus über 100 Schülerzeichnungen (oben) hat Sibylle Reinfried 6 grundlegende Modellvorstellungen gruppiert: Zum einen die Vorstellung von Grundwasser in Höhlen, in Grundwasserseen und in Wasseradern, zum anderen die



Das Modell zum Thema Grundwasservorkommen besteht aus einer Plastikwanne mit verschiedenen, mehr oder weniger durchlässigen Boden- und Gesteinsschichten. Der eingefüllte Wasserstand zeigt sich im See oder Fluss (1), er entspricht dem Grundwasserspiegel (2). Auch die Ausbreitung von Verschmutzung (3, rot) und ihre Auswirkungen auf Probebohrungen und Brunnen (4) lassen sich anschaulich zeigen.

Von Wasseradern, Höhlen und Eisklumpen

Gegen Alltagsvorstellungen zur Umwelt in den Köpfen der Schüler hat die wissenschaftlich richtige Sicht wenig Chancen. Wenn Geografieunterricht erfolgreich sein will, muss er die naiven Vorstellungen im Bereich Umwelt kennen und thematisieren. Von Kathrin Meier-Rust

«Wir sehen nur das, was wir bereits kennen. Das heisst: Wir nehmen nur wahr, was unseren Alltagsvorstellungen entspricht.» Sibylle Reinfried weiss, wovon sie spricht. Die Professorin für Geografie und ihre Didaktik an der Pädagogischen Hochschule Zentralschweiz in Luzern untersucht seit Jahren die Alltagsvorstellungen von Schülern in der Geografie im Bereich Umwelt und Gesellschaft und den Einfluss, den diese Vorstellungen auf das Lernen haben. Denn die Bilder und Ideen, auf die sie bei Kindern und Jugendlichen stösst, sind oft lustig, sie sind phantasievoll, manchmal grotesk und oft geradezu herzig – also eigentlich rundum liebenswert. Nur eines sind sie fast nie: nach wissenschaftlichen Kriterien richtig.

Etwa zum Thema Grundwasser: Als Sibylle Reinfried Achtklässler ihre Vorstellungen zum Grundwasser zeichnen liess, entstanden lauter Bilder, auf denen unterirdische Seen und Flüsse zu sehen waren. Auch das Wasser auf dem Grund eines Sees wurde als Grundwasser interpretiert oder Höhlensysteme voller Wasser – Reinfried unterscheidet inzwischen sechs verschiedene Typen von Alltagsvorstellungen zum Grundwasser. Häufig verbreitet ist das Bild von unterirdischen Wasseradern, in geradezu verblüffender Weise stimmt es mit jener Vorstellung überein, die schon im antiken Griechenland und dann von vielen grossen Denkern bis ins 17. Jahrhundert vertreten wurde: Wie Adern den menschlichen Körper mit Blut versorgen, so nähren Wasseradern den Erdkörper.

Tischtücher und Eisberge
Auch zu Gletschern haben Schüler eine Vielfalt von Ideen: Gletscher sind wie Tischtücher, sie sind zugefrorene Flüsse, Eisberge auf einem Fluss oder Eisklumpen, die einen Berghang hinunterrutschen – auch dies allesamt Vorstellungen, wie sie aus den Anfängen der Gletscherforschung seit dem 16. Jahrhundert bekannt sind.

Alltagsvorstellungen, auch naive oder subjektive Theorien genannt, beruhen auf tiefverwurzelten Konzepten, die sich Kinder konstruieren, weil sie ihnen plausibel scheinen, weil sie sich nur sehr schwer verändern, das Alter etwa ist unwesentlich: Auch 19-Jährige und viele Erwachsene stellen sich Grundwasservorkommen in Wasseradern vor. Neue Informationen werden vom Menschen nicht einfach aufgenommen, schon weil die naiven Vorstellungen oft durchaus alltags-tauglich sind. «Etwas, woran man jahrelang geglaubt hat, gibt man bekanntlich nicht so schnell auf», meint Sibylle Reinfried.

Eine Vorstellungsänderung kann dagegen eintreten, wenn man erkennt, dass zwischen dem, was man bisher geglaubt hat, und der neuen Information ein Widerspruch besteht, also ein sogenannter kognitiver Konflikt entsteht.



Zugefrorener Fluss oder Eisberg – was genau ist eigentlich ein Gletscher? Aletschgletscher. (Klaus Baier/Prisma)

Selbst dann erweist sich aber die alte Vorstellung oft als weit mächtiger – die neue Information wird entweder umgedeutet oder ganz einfach ignoriert. Auch kann es vorkommen, dass alte und neue Versionen friedlich nebeneinander existieren und je nach Kontext verwendet werden.

Ein gut erforsches Beispiel ist die Vorstellung von der Erde. Wenn Kinder erfahren, dass die Welt nicht so ist, wie sie sie täglich sehen, nämlich flach, sondern eine Kugel, so entwickeln sie zunächst die Vorstellung der Hohlkugel: ähnlich einem Goldfischglas, in dessen Mitte die flache Erdscheibe schwebt. Erst etwa im Alter von 12 Jahren, mit dem Verständnis der Gravitation und unterstützt von Bildern der Erde im All, kann sich die richtige Vor-

stellung von der Erdkugel durchsetzen. Zahllose Studien haben gezeigt, dass das blosse Präsentieren der wissenschaftlich richtigen Sicht – durch den Lehrer, an der Wandtafel, in Schulbüchern, mit Hilfe von Skizzen, grafischen Darstellungen oder Bildern – Alltagsvorstellungen kaum verändert.

Besser stehen die Chancen deshalb, wenn die falsche Vorstellung in den Lernprozess einbezogen und ein kognitiver Konflikt gezielt provoziert wird: «Alltagsvorstellungen sollten im Unterricht bewusst gemacht und diskutiert werden – ohne sie übrigens abzuwerten, denn es handelt sich um Weltbilder der Lernenden und nicht um Fehler», erklärt Reinfried. Erst danach wird das richtige Wissen präsentiert und mit den Schülervorstellungen verglichen. In der Physik hat sich diese Erkenntnis schon lange etabliert – im Fach Geografie hat die Umweltthematik nun ebenfalls die entsprechende

Forschung ausgelöst. Wie in der Physik hat sich auch hier gezeigt, dass sich Alltagsvorstellungen vor allem dann nachhaltig verändern lassen, wenn die neuen Informationen über physische Modelle oder Experimente sinnlich erfahrbar gemacht werden.

Sibylle Reinfried entwickelt Lernumgebungen, die im Unterricht benutzt werden können. Zur Veränderung der naiven Vorstellungen über Grundwasser kommt ein Grundwassermodell zum Einsatz, eine durchsichtige Wanne mit Sand und Kies-schichten, welche die wirkliche geologische Situation darstellt und an welcher sich auch die Grundwasser-verschmutzung demonstrieren lässt. Blosses Anschauen des Modells genügt jedoch nicht: Noch besser wird der Lernerfolg, wenn sich jeder Schüler mit durchsichtigem Plastikbecher, Sand und Steinchen ein eigenes Grundwassermodell konstruiert und damit experimentiert.

Resistenz beim Treibhaus
Besonders anspruchsvoll wird die Sache beim Treibhauseffekt, einem wissenschaftlich komplexen, sehr abstrakten und nicht sinnlich erfahrbaren Phänomen. Wie entsprechende Umfragen zeigen, bringt weit über die Hälfte der Erwachsenen den Treibhauseffekt mit dem Ozonloch in Verbindung. Dasselbe tun die Schüler – die häufigste Alltagsvorstellung lautet hier: Sonnenstrahlen kommen durch ein Loch in der Atmosphäre auf die Erde, werden reflektiert und können nicht mehr hinaus, weil sie nun an der Unterseite der Ozonschicht zurückprallen. Hergeleitet aus dem Wissen, dass die Sonne wärmt und dass durch ein Loch etwas hereinkommen kann, ist diese Vorstellung sehr plausibel und entsprechend resistent. Dass das Gas Kohlendioxid der Hauptgrund für die Klimaerwärmung ist, kann man sich dagegen nur schwer vorstellen. Auch bei dieser Alltagsvorstellung verwendet Sibylle Reinfried ein Modell, an dem sich der komplexe Sachverhalt wissenschaftlich richtig anschauen lässt – seine Wirkung wird demnächst in verschiedenen Klassen getestet werden.

Müssen denn alle Menschen die ganze Komplexität der Umwelt- und Klimaproblematik verstehen? Natürlich könne man umweltgerechtes Verhalten auch durch Sanktionen und Abgaben erzwingen, meint Reinfried. «Unsere pädagogische Aufgabe ist es aber, die Einsicht zu fördern, die zusammen mit Vorschriften dann das Verhalten lenkt, wie etwa bei der Abfallentsorgung.» Einsicht wiederum beruht auf dem richtigen Verstehen der Zusammenhänge.

Alltagsvorstellungen von Kindern und auch Erwachsenen gleichen den Vorstellungen, die sich Menschen in früheren Zeiten zum Naturgeschehen machten, oft sehr stark. (kmr.)



Der weltweite CO₂-Ausstoss trägt zur Klimaerwärmung bei. Braunkohlekraftwerk in Deutschland.

Auch die Schlausten tappen in die Falle

Wie eine diese Woche im Wissenschaftsmagazin «Science» veröffentlichte Studie vorführt, tappen auch die ganz Schlaunen in die Fallen falscher mentaler Konzepte. John Sterman vom Massachusetts Institute of Technology (MIT) war irritiert von der Tatsache, dass die breite Öffentlichkeit in den meisten westlichen Ländern die menschengemachte Klimaerwärmung zwar als ernstes Problem anerkennt, gleichzeitig aber die Meinung vorherrscht, abwarten sei die beste Strategie. Diese Kombination (ernstes Problem plus abwarten) ist in diesem Falle jedoch unsinnig, weil es sich beim Treibhauseffekt um die Problematik einer langfristigen Akkumulation handelt: Um das Problem also, dass eine Badewanne, in die konstant mehr Wasser hineinfließt als heraus, mit Sicherheit irgendwann überlaufen wird und deshalb blosses Abwarten keine Lösung des Problems darstellt: Wenn mehr CO₂ in die Atmosphäre emittiert wird, als die Natur absorbiert, dann steigt der CO₂-Gehalt in der Atmosphäre trotz stabilisierten Emissionen.

Um besser zu verstehen, wie diese unlogische Haltung zustande kommt, legte Sterman 212 Masterstudierenden des MIT zunächst die Klimaproblematik dar und verlangte dann die korrekte Weiterführung einer prognostischen Kurve. 84 Prozent dieser wissenschaftlich-mathematisch «Hochgebildeten» zeichneten Kurven, die deshalb falsch waren, weil sie dem Prinzip der Akkumulation nicht Rechnung trugen.

Obwohl im Alltag durchaus präsent – siehe Badewanne –, scheine das Konzept der langfristigen Akkumulation zu jenen mentalen Konzepten zu gehören, die Menschen besonders schwerfallen. Mehr Aufklärung sei deshalb sicherlich wünschenswert, genüge in diesem Falle jedoch nicht: «Wir brauchen neue Methoden, um die intuitiven Denkfähigkeiten der Menschen zu entwickeln.» (kmr.)

Frühere Naturvorstellungen

Die Zeichnung zum Aufbau der Erde (links) stammt vom Jesuitenpater Athanasius Kircher (1602–1680), der darin die Vorstellungen der Vorsokratiker und des Aristoteles aufnimmt und weiterentwickelt.



Kircher stellt sich einen unterirdischen Kreislauf des Wassers vor. Dieses zirkuliert in Hohlräumen und Adern in der Erde und wird zum Teil durch das Feuer im Zentrum der Erde erhitzt. Das Wasser steigt an die Erdoberfläche auf und kondensiert in den Quellen an der Erdoberfläche, von wo es in die Flüsse und ins Meer fliesst.

Alltagsvorstellungen von Kindern und auch Erwachsenen gleichen den Vorstellungen, die sich Menschen in früheren Zeiten zum Naturgeschehen machten, oft sehr stark. (kmr.)

Einfach halbieren

Surfen Sie jetzt mobil ab **CHF 5.–/Mt.** statt CHF 10.–/Mt. Abogebühr*.

Einfach richtungsweisend

Nokia 6210 Navigator
Monate 24 Sunrise zero CHF **1.–**
exkl. SIM-Karte CHF 40.–, ohne Abo CHF 498.–
– 3,2-Megapixel-Kamera
– GPS inkl. NOKIA-Maps
– Quadband, Bluetooth, HSDPA
Informieren Sie sich in Ihrem Sunrise center oder unter www.sunrise.ch

Einfach vollkommen

Nokia 6600 slide
Monate 24 Sunrise zero CHF **1.–**
exkl. SIM-Karte CHF 40.–, ohne Abo CHF 498.–
– 3,2-Megapixel-Kamera
– 8-fach Digital-Zoom, Bluetooth, FM-Radio
– Quadband, EDGE, UMTS
Informieren Sie sich in Ihrem Sunrise center oder unter www.sunrise.ch

Einfach mittanzen

Sony Ericsson W760i
Monate 24 Sunrise zero CHF **1.–**
exkl. SIM-Karte CHF 40.–, ohne Abo CHF 448.–
– 3,2-Megapixel-Kamera
– A-GPS-Navigation
– Quadband, Bluetooth, HSDPA
Informieren Sie sich in Ihrem Sunrise center oder unter www.sunrise.ch

Einfach mitsingen

Sony Ericsson W595
Monate 12 Sunrise zero CHF **69.–**
exkl. SIM-Karte CHF 40.–, ohne Abo CHF 398.–
– Walkman Handy
– 3,2-Megapixel-Kamera, Bluetooth, FM-Radio
– Quadband, EDGE, HSDPA
Informieren Sie sich in Ihrem Sunrise center oder unter www.sunrise.ch

Einfach beschenken

Jetzt mit jedem Prepaid-Angebot **Sunrise go CHF 10.– Guthaben erhalten.** Ganze 12 Monate lang.

*Angebot mit monatlicher Abogebühr von CHF 5.– statt CHF 10.– gültig für bestehende und neue Kunden mit Sunrise Internet- (Sunrise ADSL und Sunrise click&call) oder Mobilabonnement, die bis zum 24. Januar 2009 TBKE AWAY basic für die Vertragsdauer von 12 oder 24 Monaten bestellen. Zusätzlich CHF 3.50 pro Internetnutzungstag. Alle Tarife gelten innerhalb der Schweiz. Fair usage: Bei Überschreitung einer Datenmenge von 10 GB pro Monat wird die Bandbreite reduziert. Keine kommerzielle Nutzung oder Wiederverkauf. Weitere Infos: www.sunrise.ch/takeaway. **Angebot gültig bei Kauf von Sunrise go mit Handy oder SIM-Karte vom 27. Oktober 2008 bis 24. Januar 2009 und Aktivierung der Sunrise go. Angebot entspricht 12 Monate lang CHF 10.– gratis Guthaben zum 1. eines jeden Kalendermonats. Guthaben verwendbar für Anrufe und SMS innerhalb der Schweiz, exkl. Mehrwertdienste. Ungenutztes Guthaben verfällt zum Ende des Kalendermonats. Übrige Mobilnutzung wird gemäss den gültigen Tarifen (www.sunrise.ch) verrechnet. Handyangebote: Sunrise zero CHF 25.– Abogebühr/Monat inkl. CHF 25.– Guthaben/Monat. Auf das in der Abogebühr enthaltene Guthaben werden Gespräche im In- und Ausland, SMS, MMS, mobiles Internet angerechnet. Nicht angerechnet werden Verbindungen zu Spezialnummern (084x, 090x, 180x) und Mehrwertdienste. FanWalk-Lautsprecher nur solange Vorrat. Weitere Infos unter www.sunrise.ch