

# Alltagsvorstellungen – und wie man sie verändern kann

## Das Beispiel Grundwasser

**„Naive“ Alltagsvorstellungen bilden die Grundlage für das Verstehen von neuem Wissen. Sie lassen sich nicht einfach durch wissenschaftliche Vorstellungen ersetzen, sondern müssen in das fachliche Lernen einbezogen werden. Der Beitrag stellt eine Unterrichtsstrategie vor, die es Schülern ermöglicht, sich ihrer subjektiven Vorstellungen bewusst zu werden und diese schrittweise zu modifizieren.**

### Zur Theorie der Alltagsvorstellungen

#### Grundwasser in der Erdkruste: Ein Beispiel für Alltagsvorstellungen von Schülerinnen und Schülern

Das Thema Grundwasser wird heute im Geographieunterricht meist nur am Rande erwähnt. Dies, obwohl Grundwasser eine unserer lebensnotwendigsten Ressourcen ist. Befragt man Lernende nach ihren Vorstellungen über Grundwasser und dessen Vorkommen im Untergrund, dann werden häufig unterirdische, große, offene Hohlräume, wie Seen, Höhlen oder Wasseradern, genannt. Die Zeichnungen in Abbildung 1 stammen von Schülerinnen und Schülern einer 8. Gymnasialklasse und zeigen deren Vorstellungen von Grundwasservorkommen in der Natur. Die Schüler hatten bis zum Zeitpunkt des Zeichnens das Thema Grundwasser im Unterricht noch nicht behandelt. Die Zeichnungen stehen stellvertretend für sechs grundlegende Modellvorstellungen, die die Autorin aus über einhundert Schüler- und Studentenzeichnungen bis jetzt gruppieren konnte (Reinfried 2005, 2006). Es handelt sich um

- ▶ das Modell von Grundwasser in Höhlen
- ▶ das Modell Grundwassersee
- ▶ das Modell Wasserader
- ▶ das Modell vom Grundwasser als Teil des Wasserkreislaufs
- ▶ das Modell von Grundwasser als Wasserschicht am Grunde von Gewässern
- ▶ das Modell des Grundwassers in porösen und permeablen (Locker-)Gesteinen.

#### Was sind Alltagsvorstellungen?

Als Lehrerin, als Lehrer ist man vielleicht dazu geneigt, die meisten der in den Zeichnungen offenbarten vorunterrichtlichen Vorstellungen als Aberglaube oder gar Unsinn abzutun. Aus der Vorstellungsforschung weiß man jedoch, dass Lernende Ideen in den Unterricht mitbringen, die nicht mit den von der Wissenschaft akzeptierten Vorstellungen übereinstimmen. Sie sind vielmehr durch vorausgehende, sehr persönliche Sinneserfahrungen, Schulbücher und Lehrmaterial, Erklärungen von Eltern, Geschwistern und Lehrern, die Massenmedien, die Alltagssprache und die Kultur beeinflusst und geprägt.

Der wichtigste Faktor, der das Lernen beeinflusst, ist das, was der Lernende schon weiß! Deshalb nimmt er im Unterricht nur das auf, was ihm seine Vorstellung erlaubt. Oftmals gibt er seine Laienvorstellungen trotz Unterricht nicht oder nur schwer auf, vor allem wenn diese plausibel sind und sich für ihn als nützlich erweisen. Das Verständnis von wissenschaftlichen Konzepten kann deshalb nur beeinflusst werden, wenn man die tiefe Verankerung und Beharrlichkeit des Vorwissens von Lernenden versteht. Die Diagnose von Schülervorstellungen ist daher ein erster, wichtiger Schritt im Prozess der Veränderung von Vorstellungen durch Unterricht. Mit Diagnose ist hier jedoch nicht gemeint, dass der Lehrer zu Beginn der Stunde das Vorwissen der Schüler in Form eines Brainstormings abholt und die Begriffe an die Tafel schreibt. Es geht vielmehr darum zu verstehen, dass jeder Mensch Alltagsvorstellungen hat, die seine ganz persönlichen Denkwelten repräsentieren. Um diese wissenschaftlichen Vorstellungen anzunähern, gilt es, ihre innere Struktur zu entziffern und aus der Perspektive dessen, der sie konstruiert hat, nachzuvollziehen.

Um zu verstehen, wie solche Alltagsvorstellungen in unserem Denken repräsentiert sind, greift die Kognitionspsychologie auf so genannte multiple Repräsentationen und mentale Modelle zurück. Subjektive Theorien können als multiple Repräsentationen eines Wissensgegenstands aufgefasst werden (Schuler 2005, 100ff.). Gemeint ist damit, dass Wissen sowohl bildhaft (analog), motorisch-handelnd (handlungsmäßig) als auch symbolisch-verbal (aussageartig) während des Lernens verarbeitet (d. h. kodiert) wird. Unter aussageartigen Repräsentationen versteht man Propositionen und kogniti-

---

**Zielgruppe** ab Klasse 6

**Arbeitsblatt 1** einen Versuch zum Grundwasser durchführen; S. 43

---

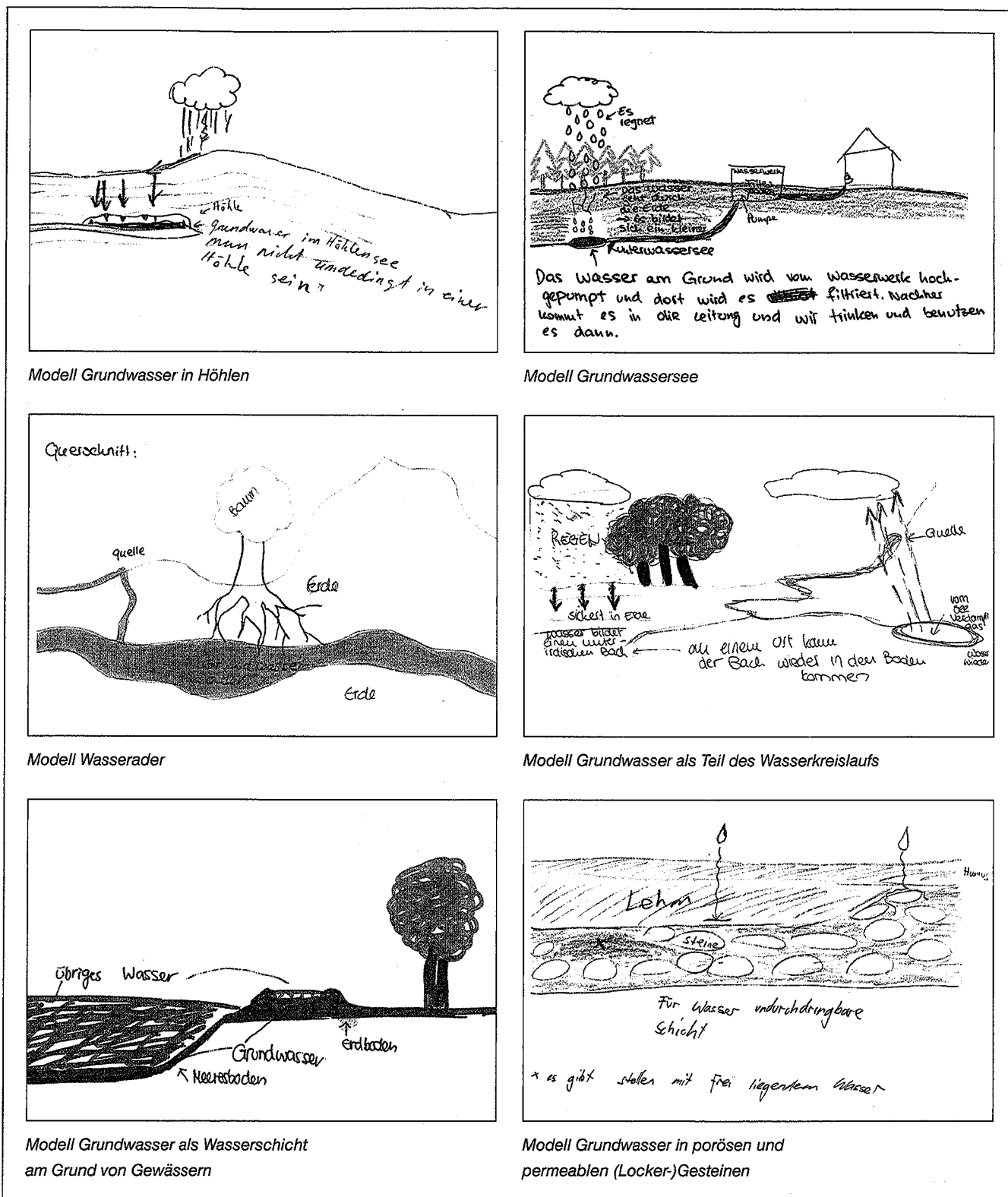


Abb. 1: Alltagsvorstellungen 14-jähriger Schülerinnen und Schüler von natürlichen Grundwasservorkommen

ve Schemata. Propositionen bezeichnen die kleinsten Informationseinheiten, die sprachlich zu einem Bedeutungsnetz verknüpft werden. Beispiel: Regen versickert in der Erde. Die Proposition besteht aus der Relation „versickert“ und zwei Begrif-

fen, hier Regen und Erde. Schemata beziehen sich auf größere Wissenseinheiten, wie beispielsweise Sachwissen über den Wasserkreislauf. Kognitive Schemata sind komplexe Netzwerke, die hierarchisch organisiert sind.

Ein mentales Modell ist ein subjektives, anschauliches, mentales (d. h. inneres) Vorstellungsbild von Ausschnitten der Realität. Es hat Ähnlichkeiten zu einem realen Objekt oder einem begrenzten Realitätsbereich bezüglich dessen Struktur und Funk-

tion. Mentale Modelle integrieren sprachliches, bildhaftes und handlungsbezogenes Wissen, wobei die ganzheitlich-analoge Form der Repräsentation im Vordergrund steht. Die „inneren Bilder“ sind jedoch nicht im Sinne von photographischen Abbildungen zu verstehen, sondern sind immer interpretierte Informationen. Ein Beispiel wäre ein Art innerer Stadtplan, verbunden mit der Vorstellung von Gebäuden und Plätzen für einen bestimmten Weg (z. B. zur eigenen Wohnung) oder eine modellhafte Vorstellung vom Aufbau der Erde und der Funktionsweise der äußeren Schichten in Bezug auf die Plattentektonik. Mentale Modelle haben funktionalen Charakter; d. h. sie erlauben die innere Simulation äußerer Vorgänge und ermöglichen so die Bewältigung von Aufgaben und Problemen. In der Regel ist es das Alltagswissen, das nicht sehr differenziert und eher prototypisch (d. h. durch ein repräsentatives Beispiel) in Form mentaler Modelle organisiert ist, während Expertenwissen meist in komplexen Netzwerken strukturiert ist (Edelmann 2000, 160f.).

Beim Wissenserwerb interagieren subjektive Theorien und mentale Modelle ständig miteinander. Aus propositionalen Repräsentationen werden mentale Modelle konstruiert, indem im Gedächtnis das jeweils benötigte begriffliche Wissen aktiviert wird, das in der Form von kognitiven Schemata gespeichert ist. Umgekehrt werden an einem mentalen Modell ständig neue Informationen und Zusammenhänge als eigene, kreative Schlussfolgerungen abgelesen, die den propositionalen Repräsentationen wieder hinzugefügt werden (Schnotz 1996, 24ff.).

### **Wie entstehen Alltagsvorstellungen?**

Das dem Menschen angeborene Neugierverhalten sorgt dafür, dass Kinder schon ab der frühen Kindheit ihre Umgebung beobachten und manipulierend erforschen. Dabei konstruieren sie sich ihr „Weltwissen“ bzw. entwickeln so genannte subjektive Theorien. Subjektive Theorien sind konsistente Denkgebäude, die auf körperlichen, sozialen und umweltbezogenen Alltagserfahrungen beruhen und die die Handlungen eines Individuums leiten und/oder rechtfertigen. Sie betreffen un-

sere gesamte Umweltwahrnehmung und sind häufig nicht mit dem in der Schule vermittelten Wissen kompatibel. Die Aussage „Die Wolken bleiben an den Bergen hängen und regnen sich aus“ ist ein Beispiel für eine subjektive Theorie. Sie stellt einen kausalen Zusammenhang zwischen zwei unabhängig voneinander feststellbaren Sachverhalten her, der jedoch vom Individuum nicht wissenschaftlich überprüft ist bzw. nicht überprüft werden kann. Da subjektive Theorien in der Regel unbewusst oder unterbewusst entstehen, können sie auf bewusstem Wege nur schwer verändert werden. Sie zählen zum Kernbestand unseres Weltwissens, auf den wir nicht ohne weiteres modifizierend zugreifen und ihn verändern können.

Schüler bringen ihre subjektiven Theorien in den Unterricht mit und verknüpfen diese mit dem neu gelernten Fachwissen. Dadurch entstehen neue Konstrukte, die vom Lehrer so nie beabsichtigt waren. Subjektive Theorien können sogar neben wissenschaftlichen Konzepten weiter bestehen, ohne dass dies vom Individuum als Widerspruch empfunden wird. Da das naive Wissen in vielen alltäglichen Situationen hilfreich ist, ist die Erwartung unrealistisch, Lernende würden ihr Alltagswissen im Unterricht ohne weiteres durch wissenschaftliches Wissen ersetzen. Die konstruktivistische Didaktik geht davon aus, dass Wissen nicht einfach auf einen passiven Empfänger übertragen werden kann, sondern vielmehr das Ergebnis einer konstruktiven Aktivität ist. Gemäß dieser Theorie muss alles Wissen individuell und sozial (z. B. durch Interaktion) konstruiert und auf dem bereits vorhandenen Wissen und der Erfahrung des Lernalters aufgebaut werden. Deshalb ist es für Lehrerinnen und Lehrer von großer Bedeutung, etwas über die verbreiteten naiven Vorstellungen ihrer Schüler zu wissen und dieses Wissen bei der Planung von Unterricht einzubeziehen.

Was bedeutet dies nun für die eingangs erwähnten Modellvorstellungen über Grundwasser? Sich eine Vorstellung von Grundwasser zu machen ist schwierig, da man Grundwasser in der Regel weder sehen noch ertasten, also nicht wirklich durch Anschauung erfahren kann. Bei der Suche nach Vorbildern für die Idee von Grundwasser in offenen Hohlräumen wird man dagegen in Geographie-Schulbüchern fün-

dig. In Schemata, die den Wasserkreislauf darstellen, wird die Grundwasserströmung meist als ein vom Festland zum Meer gerichteter Pfeil oder als offener Hohlraum gezeichnet, wobei keine Informationen über den Grundwasserspeicher selbst vermittelt werden. Karstphänomene sind ebenfalls Gegenstand von Schulbüchern, so dass für die Vorstellung von Grundwasserseen und Grundwasserhöhlen Vorbilder gefunden werden können. Es handelt sich hier also um Analogien.

Zu einem ähnlichen Schluss kommt man bei der Suche nach Erklärungen für die Vorstellung von Wasseradern. Grundwasser fließt fast überall flächig im Untergrund: im Porenraum von Sanden und Kiesen sowie in Festgesteinen, wenn diese schmale, flächig verteilte Fugen, Spalten oder einen zusammenhängenden Porenraum aufweisen (Abb. 1 im zugehörigen Beitrag auf der DVD). Nur selten und auch nur in Karstgebieten erfolgt der Grundwasserfluss in großen Spalten oder überfluteten Höhlensystemen, die als lineare Strukturen der Vorstellung von „Wasseradern“ ansatzweise entsprechen könnten. Die weit verbreitete Vorstellung von „Wasseradern“ stimmt mit geologischen Erkenntnissen nicht überein. Sie deckt sich jedoch auffallend mit einer in früheren Zeiten verbreiteten, populären Vorstellung über den geologischen Aufbau des Untergrunds, die darauf beruht, dass man lokal vorkommende Strukturen analog in den gesamten Untergrund der Erde projiziert.

Neben der Tendenz, sich die Welt mittels Analogien zu ähnlichen Gegenständen oder Gegebenheiten zu erklären, gibt es auch so genannte anthropomorphe Erklärungsversuche. Dabei werden die menschliche Gestalt, Teile des menschlichen Körpers oder menschliche Verhaltensweisen auf nichtmenschliche Dinge übertragen. Eine Ader ist somit etwas, das einen Körper bahnen- oder röhrenartig durchzieht und in der sich eine wertvolle, häufig lebensnotwendige Substanz befindet. Die Vorstellung, dass der Erdkörper dem menschlichen Körper gleicht, geht auf Pythagoras (ca. 580 bis ca. 500 v. Chr.) zurück. Nach der im antiken Griechenland verbreiteten Theorie durchziehen die Wässer, die sich in der Tiefe stetig neu bilden, den Leib der Erde in Adern und beleben und nähren ihn. In Anlehnung an diese Ideen vergli-

## Der modellbildende Ansatz zur Veränderung von Alltagsvorstellungen

4-Phasen-Strategie zum Aufbau von mentalen Modellen im gewissenschaftlichen Unterricht (Reinfried 2006)		
Phasen	Aktivität der Lehrkraft	Aktivität der Lernenden
Vorphase: Vorbereitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ findet aus der Literatur heraus, welche Vorstellungen Schüler/innen zu dem Thema, das behandelt werden soll, haben</li> <li>oder</li> <li>▶ erforscht die Vorstellungen der ganzen Klasse, z. B. mit einem Fragebogen und befragt einige Schüler/innen gezielt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ die ganze Klasse füllt einen Fragebogen aus</li> <li>▶ einzelne Schüler/innen lassen sich interviewen</li> </ul>
Phase 1: Ergünden der Alltagsvorstellungen (Aktivierung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ baut die Voraussetzungen für die nachfolgenden Phasen auf</li> <li>▶ stellt Zeit für einen motivierenden Erfahrungsaustausch zur Verfügung</li> <li>▶ ergündet und interpretiert die Alltagsvorstellungen der Schüler/innen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ zeichnen und vergleichen ihre Alltagsvorstellungen in kleinen Gruppen und systematisieren sie zu Gruppen von mentalen Modellen in der ganzen Klasse</li> </ul>
Phase 2: Prozess der Vorstellungsänderung (Klärung und Exposition)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ erklärt, wie Wissenschaftler zu Modellen kommen und wie sie diese testen</li> <li>▶ fragt Schüler/innen, welches mentale Modell die Verhältnisse im physischen Modell wohl am besten erklärt und welches am besten dazu geeignet ist, themenbezogene Probleme zu lösen</li> <li>▶ ermöglicht Austausch unter allen Schüler/innen; stellt sicher, dass alle Vorstellungen der Schüler/innen berücksichtigt werden; schlägt Aktivitäten vor, falls sinnvoll oder nötig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Schüler/innen beobachten, bedienen und „kritisieren“ das wissenschaftliche Modell</li> <li>▶ überlegen sich positive, negative und neutrale Aspekte* ihrer Alltagsvorstellung im Vergleich zur wissenschaftlichen Vorstellung</li> <li>▶ Überlegen, ob man alle in der Klasse vorkommenden Alltagsvorstellungen mit dem wissenschaftlichen Modell erklären kann</li> </ul>
Phase 3: Einsatz der wissenschaftlichen Vorstellung, um Probleme zu lösen (Rekonstruktion)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ wählt Aktivitäten aus, mit denen die wissenschaftlichen Vorstellungen angewendet werden können, um Probleme zu lösen, Voraussagen zu machen (z. B. Experimente; siehe <b>Arbeitsblatt 1</b>)</li> <li>▶ informiert die Gruppen über ihre Verpflichtung, ihre Ergebnisse vor der Klasse begründen und verteidigen zu müssen</li> <li>▶ hilft Schüler/innen, wenn es nötig ist.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ wenden in ihrer Gruppe die wissenschaftlichen Vorstellungen, um ein Problem, das für sie neu ist (z. B. mittels Experimenten), an</li> <li>▶ bereiten sich darauf vor, ihre Ergebnisse in der Klasse zu präsentieren</li> </ul>
Phase 4: Reflexion (Validierung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ermöglicht die Gruppenpräsentationen der Schüler/innen</li> <li>▶ ermuntert die Klasse, die Lösungen und Erklärungen der Präsentierenden kritisch zu evaluieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ die Gruppen berichten in der Klasse über ihre Erkenntnisse; sie benutzen einen interaktiven Ansatz, um zu zeigen, wie ihre Vorstellungen das Problem am besten lösen</li> <li>▶ beurteilen die Lösungen und Erklärungen kritisch</li> </ul>
<p>* Positiv sind die Eigenschaften, die beide – das wissenschaftliche Modell und die Alltagsvorstellung – besitzen; negativ sind solche, die nicht von beiden geteilt werden. Neutrale Eigenschaften können weder als positiv noch als negativ klassifiziert werden.</p>		

chen Leonardo da Vinci (1452–1519) und Johannes Kepler (1571–1630) das Wasser mit dem Blut einer als Organismus aufgefassten Erde. Diese Erklärungen passen gut zu der erfahrungsbasierten Theorie des Verstehens, gemäß derer unsere Sprache und unser Denken durch und durch metaphorisch strukturiert sind. Unser Verstehen wird demnach in den meisten Bereichen durch Metaphern und metaphorische Konzepte vermittelt. Direktes Verständnis kann nur dann erlangt werden, wenn unmittelbare Erfahrungen gemacht werden können. Erfahrungen werden somit zur Basis unseres Verstehens. Da mit Grundwasser in der Regel keine unmittelbaren Erfahrungen gewonnen werden können, kann kein direktes Verständnis erlangt werden, weshalb die Adervorstellung metaphorisch auf unterirdische Grundwasservorkommen projiziert wird. Die Anthropomorphisierung ist eine Möglichkeit, das am eigenen Körper Erfahrene und Verstandene metaphorisch auf andere Bereiche zu übertragen. Das so gebildete kognitive Modell kommt schließlich durch Sprache zum Ausdruck (Gropen-geißer 2003, 93 ff.).

Auch die Alltagstheorie von Grundwasser als Wasser am Grunde eines Gewässers (Abb. 1) ist semantischer Art und ist ein Beispiel für die Willkürlichkeit der Begriffsbildung. Ganz im Sinne Aebli's Theorie der Begriffsbildung (Aebli, 180, 181 ff.; 1981, 86 ff.) scheinen hier zwei bereits erkannte Elemente in dem Begriff Grundwasser zusammengezogen und in ein neues, durchaus einleuchtendes Schema gebracht zu werden. Interessanterweise wird hier das Wort „Grund“ in seiner Bedeutung als „Boden eines Gewässers“ gedeutet. Das gemeinermanische Wort „Grund“ geht auf „scheuern, zerreiben, zermahlen“ (engl. to grind) zurück und wurde ursprünglich im Sinne von „grobkörnigem Sand, Sandboden, Erde“ (eigentlich „Zerriebenes, Gemählenes“) verwendet. Meist wird daher Grundwasser auch als das Wasser im erdigen Untergrund, also z. B. im „grobkörnigen Sandboden“ beschrieben. Im heutigen Sprachgebrauch hat der Begriff jedoch viele Bedeutungen, sodass andere Deutungen des Wortes Grundwasser durchaus plausibel sind.

Im Modell von Grundwasser als Teil des Wasserkreislaufs (Abb. 1) ist das Wissen dual repräsentiert, einerseits bildhaft, an-

dererseits sprachlich. Der hier gezeichnete Wasserkreislauf weist jedoch noch viele Lücken auf, zentrale Begriffe und Regeln und die Komplexität des Systems sind weitgehend unverstanden. Die in Abb. 1 dargestellte Form des Alltagswissens besteht einerseits aus analogen Komponenten, welche möglicherweise auf selbst erlebten (z. B. Gewitter) oder sozial vermittelten Episoden beruhen (z. B. Verdunstung von Wasser). Andererseits enthält sie verschiedene Aussagen, die so genannte Propositionen, wie z. B.: „sickert (Regen, Erde)“ = Regen sickert in die Erde oder „verdampft (See, Wasser)“ = Vom See verdampft das Wasser. Die einzelnen Ereignisse sind noch nicht durch Kausalbeziehungen verknüpft. Das Wissen ist noch nicht in Form eines Prozessschemas oder komplexen Wissensnetzwerks und auch nicht in Form einem Beziehungssystem repräsentiert, das auf vernetztes Denken schließen lässt. Der Lerner weiß zwar, dass der Begriff Grundwasser ein Phänomen bezeichnet, das zu weiteren Phänomenen in gesetzmäßigem Zusammenhang steht, wie sie unter sich zusammenhängen, ist jedoch unklar.

### Wie kann man subjektive Theorien bewusst machen und verändern?

Menschen, die die oben beschriebenen Vorstellungen von Grundwasservorkommen in der Natur haben, können Vorgänge um die Grundwasserneubildung, -(über)nutzung sowie Grundwasserverschmutzung nur schwer oder nicht verstehen. Ohne korrektes Wissen ist auch einsichtiges Handeln zum Schutz des Grundwassers kaum möglich. Der Weg zum Wissen führt also über die Klärung der subjektiven Alltagsvorstellungen. Da sich bloße Wissensvermittlung nachgewiesenermaßen kaum dazu eignet, Alltagsvorstellungen dauerhaft zu verändern, stellt sich die Frage, wie denn ein Vorstellungswandel (engl. conceptual change) im Unterricht eingeleitet werden könnte.

Der hier beschriebene modellbildende Ansatz zur Veränderung von Alltagsvorstellungen (s. Tabelle S. 41) geht davon aus, dass die Wissenskonstruktion und -rekonstruktion im Klassenzimmer ähnlich wie der historische Erkenntnisprozess durch Paradigmenwechsel verläuft, und zwar in der Art diskontinuierlicher Prozesse (Kuhn 1976).

In beiden Fällen ist es notwendig, die eigenen Ideen zu klären, zu revidieren und weiterzuentwickeln, wenn neue Erkenntnisse dazukommen. Lernende müssen hierfür die Fähigkeit erwerben, die Eigenschaften, die ihr mentales Modell mit dem wissenschaftlichen Modell gemeinsam hat, bzw. durch die es sich von ihm unterscheidet, zu erkennen. Der Lerner wird in die Lage des Forschers versetzt, der eine Auffassung, Deutung oder einen Wissensbestand klären will (Taylor u. a. 2003). Wenn dies nicht nur kognitiv geschieht, sondern auch die affektive Dimension einbezogen wird (vgl. Tabelle S. 41), lassen sich subjektive Theorien signifikant stärker in Richtung auf wissenschaftlicherer Vorstellungen verändern als dies bei lehrerzentriertem Unterricht der Fall ist (Reinfried 2006).

Um Schülern die Bildung von wissenschaftsbasierten Modellen zu erleichtern, können im Unterricht physische Modelle eingesetzt werden. Solche Modelle sind jedoch Abbildungen von wissenschaftsbasierten mentalen Modellen von Wissenschaftlern und nicht verkleinerte Repräsentationen der Realität. Als Beispiel sei das Tellurium genannt, das die astronomische Realität nicht in verkleinertem Maßstab darstellt, sondern nur einen Aspekt der Realität, nämlich die Bewegung des Mondes um die Erde und deren Bewegung um die Sonne. Vor Beginn der Unterrichtseinheit werden zuerst die Alltagsvorstellungen der Schüler ergründet. Sie dürfen nicht als defizitär oder falsch hingestellt, um dann durch Unterricht vermeintlich überwunden zu werden. Vielmehr sollen sie transparent gemacht und verstanden und, soweit möglich, systematisiert werden. Durch Zeichnungen, die nicht perfekt, aber möglichst kontrastreich und groß angelegt sein sollen, werden die eigenen Vorstellungen in der 4-Phasen-Strategie zuerst einmal offenbart. Die Zeichnungen werden aufgehängt und öffentlich gemacht sowie nach bestimmten Kriterien geordnet. Am Beispiel eines Grundwassermodells (Abb. 3 + 4 auf der DVD), das die Grundwasserhältnisse in Lockersedimenten zeigt und viele mit Grundwasser in Zusammenhang stehende Prozesse zu simulieren erlaubt, vergleichen die Schüler anschließend die Eigenschaften ihrer mentalen Modelle mit denen des physischen Modells. Durch diese Gegenüberstellung wird ein kognitiver Kon-

flikt induziert (Duit 2000, 81). Da subjektive Theorien durch reine Anschauung jedoch kaum zu verändern sind, führen die Schüler in einem nachfolgenden Schritt kleinere Versuche (**Arbeitsblatt 1**) zu zweit oder zu dritt durch. So können sie eigene Erfahrungen mit Grundwasserphänomenen sammeln. In der abschließenden Evaluationsphase stellen die Schülerarbeitsgruppen ihre Ergebnisse und ihre Erkenntnisse zur Diskussion. Auf Grund des problemorientierten, kooperativen Arbeitens fühlen sich die Schüler durch das Feedback der Lerngruppen nicht kritisiert, sofern diese andere Lösungsvorschläge äußern. Ganz im Gegenteil: In dem man mit ihren Einwänden umgeht, ihre Vorschläge abwägt, sie annimmt, verwirft und sich auf gemeinsame Deutungen einigt, wird das eigene mentale Modell schrittweise wissensbasierter. Auch wenn die Lernenden nicht aus ihren Denkwelten heraustreten können, so restrukturieren sie im Laufe dieses Unterrichts ihre bestehenden Vorstellungen und erweitern deren Grenzen.

#### Literatur

- Aebli, H. (1980 u. 1981): Denken: Das Ordnen des Tuns. Band I/1980, Band II/1981. Stuttgart.
- Duit, R. (2000): Konzeptwechsel und Lernen in den Naturwissenschaften in einem mehrperspektivischen Ansatz. In: Duit, R. u. C. v. Rhöneck (Hrsg.): Ergebnisse fachdidaktischer und psychologischer Lehr-Lern-Forschung. IPN an der Universität Kiel 169/2000, S. 77–103.
- Edelmann, W. (2000): Lernpsychologie Weinheim.
- Groppengießer, H. (2003): Lebenswelten, Denkwelten, Sprechwelten. Wie man Vorstellungen der Lerner verstehen kann. Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion Bd. 4. Didaktisches Zentrum Universität Oldenburg. Oldenburg.
- Kuhn, T. (1976): Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Frankfurt/M.
- Reinfried, S. (2005): Wie kommt Grundwasser in der Natur vor? – Ein Beitrag zur Praxisforschung über physisch-geographische Alltagsvorstellungen von Studierenden. Geographie und ihre Didaktik, Vol. 33 (3), 2005, S. 133–156.
- Reinfried, S. (2006): Conceptual Change in Physical Geography and Environmental Sciences Through Mental Model Building – The Example of Groundwater. International Research in Geographical and Environmental Education, Vol. 15 (1), 2006, S. 41–61.

- Schnotz, W. (1996): Psychologische Ansätze des Wissenserwerbs und der Wissensveränderung. In: Duit, R. u. C. v. Rhöneck (Hrsg.): Lernen in den Naturwissenschaften. IPN an der Universität Kiel, Nr. 151/1996, S. 15–36.
- Schuler, S. (2005): Umweltwissen als Subjektive Theorie. Eine Untersuchung von Schülervorstellungen zum globalen Klimawandel. In: Schrenk, M. u. W. Holl-Giese (Hrsg.): Bildung für eine nachhaltige Entwicklung – Ergebnisse empirischer Untersuchungen, S. 97–112. Hamburg, 2005.
- Taylor, I., Barker, M. u. A. Jones (2003): Promoting mental model building in astronomy education. International Journal of Science Education, 25 (10), 2003, S. 1205–1225.

#### Autorin

Prof. Dr. Sibylle Reinfried, Professur für Geographie und ihre Didaktik, Schwerpunkt Physische Geographie und Umweltbildung, Pädagogische Hochschule Ludwigsburg, Reuteallee 46, D-71634 Ludwigsburg, E-Mail: reinfried@ph-ludwigsburg.de

#### Dank

Ich danke der Kantonsschule Hohe Promenade in Zürich, insbesondere Herrn Martin Müller, Geographielehrer an der Hohen Promenade, für ihre Bereitschaft, Klassen für diese Studie zur Verfügung zu stellen.

## 1 Grundwasser im Versuch verstehen

Benötigtes Material

- ▶ durchsichtige Plastikbecher und Strohhalm in ausreichender Zahl
- ▶ Lockersedimente verschiedener Korngröße (Tonpulver, Feinsand, Grobsand, Feinkies; geeignet sind Aquariumsande und -kiese und Kieselerdepulver oder Bastelton)
- ▶ Lebensmittelfarbe
- ▶ Spritzflaschen

Bearbeitet die folgenden Aufgaben zu zweit oder zu dritt und notiert eure Beobachtungen.

1. Füllt einen Plastikbecher mit Ton, Sand und Kies in einer euch sinnvoll erscheinenden Reihenfolge (Ton am Rand gut andrücken). Zeichnet eure Reihenfolge auf und begründet eure Wahl schriftlich.
2. Füllt euren Becher ungefähr bis zur Hälfte mit Wasser und beobachtet dabei, was geschieht.
3. Wie verteilt sich das Wasser zwischen den Sedimentteilchen und den Schichten? Zeichnet eure Beobachtungen mit einem Farbstift in eure Skizze ein.
4. Identifiziert die Grundwasseroberfläche in eurem Modell und zeichnet sie ebenfalls in eure Skizze mit einem Farbstift ein.
5. Überlegt, wie man beweisen kann, dass sich Grundwasser bewegt.
6. Erklärt, wie Grundwasserbewegungen und Grundwasseroberfläche miteinander verbunden sind.
7. Ein Gruppenmitglied saugt mit einem Strohhalm Wasser aus dem Modell. Beobachtet und notiert, was dabei geschieht.
8. Fügt dem Modell Farblösung mit dem Strohhalm zu, entweder von der Oberfläche her oder indem ihr sie zwischen die Schichten blast. Beschreibt, was geschieht.
9. Vergewissert euch, dass eure Skizze so beschriftet ist, dass sie selbsterklärend ist. Bereitet euch auf einen Kurzvortrag über eure Beobachtungen vor. Verwendet euer selbst konstruiertes Grundwassermodell für die Präsentation.