

Wie entsteht eine Karstlandschaft?

Schülervorstellungen von Dolinen weiterentwickeln

Aus Laiensicht sind Dolinen natürliche Senken, die sich auch gut als wilde Deponien eignen. Grundwasser bildet sich in Karstgebieten jedoch zu einem erheblichen Teil aus Niederschlagswasser, das nur einer geringen Filterwirkung unterliegt. Naive Alltagsvorstellungen über Dolinen sind somit von ganz konkreter, Trinkwasser-relevanter Brisanz. Dies rechtfertigt den Aufbau eines fundierten Verständnisses für die Sensibilität dieses besonderen Landschaftstyps.

Physisch-geographische Themen werden immer stärker aus den Curricula der Grund- und Hauptschulen verdrängt. Man argumentiert, physisch-geographische Themen lägen außerhalb der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler und seien deshalb nur schwierig zu vermitteln. Gleichzeitig fordern die Bildungspläne, die Schüler zur nachhaltigen Nutzung ihres Lebensraums und zu umweltbewussten Handeln zu erziehen. Wie aber soll eine Erziehung zu Nachhaltigkeit und Umweltbewusstsein gelingen, wenn Schüler nur wenig über die geographische Beschaffenheit ihrer Heimat und die Zusammenhänge zwischen natürlichen Vorgängen und menschlichen Eingriffen in die Natur wissen bzw. das geringe vorhandene Wissen auf naiven Alltagsvorstellungen beruht und deshalb fehlerhaft ist? Im Sinne der Bildung für nachhaltiges und umweltschonendes Verhalten ist es deshalb entscheidend, Kindern möglichst früh fundierte Kenntnisse über naturräumliche Konstellationen an die Hand zu geben und ihnen Einsichten in Mensch-Umwelt-Zusammenhänge zu vermitteln. Die Grund-

schule und die Sekundarstufe I haben als Orte der grundlegenden Bildung dafür zu sorgen, dass sich die Kinder physisch-geographische Kompetenzen gerade über ihren eigenen Lebensraum aneignen. Nur dann werden sie zur aktiven Auseinandersetzung mit Heimat und Lebenswelt in einem geographischen Kontext befähigt.

Warum das Wissen über Karstphänomene wichtig ist

Karstformen lassen sich von Rügen über den Harz bis zur Schwäbischen Alb in zahlreichen Regionen Deutschlands beobachten. Allein in Baden-Württemberg sind rund 40 % der Landesfläche verkarstet. Sie sind landschaftsprägende Elemente und werden auch von geographischen Laien wahrgenommen.

Eine wichtige Voraussetzung für die nachhaltige und umweltverträgliche Nutzung eines Lebensraums ist das physisch-geographische Wissen der Bewohner über ihre Heimat. Oft aber fehlen für das Ver-

ständnis der Funktion und der Sensibilität eines Landschaftstyps unerlässlichen Kenntnisse. Vielmehr stützen sich die Umweltwahrnehmung und das Umwelthandeln der meisten Menschen auf subjektive Theorien. Dabei fällt es schwer einzusehen, warum bestimmten Handlungsweisen, die vielleicht schon seit Generationen praktiziert werden, zu vermeiden sind (z. B. die Nutzung von Dolinen als Müllkippen). Um Handlungsänderungen herbeizuführen, ist es entscheidend, dass schon junge Menschen möglichst früh Wissen und Verständnis zu umweltsensiblen Bereichen ihres Lebensraums aufbauen. In diesem Beitrag wird aufgezeigt, wie man das Thema Karst unter Einbezug „naiver Alltagsvorstellungen“ im Unterricht behandeln kann, mit dem Ziel, umweltschädliche Eingriffe des Menschen bewusst zu machen.

Die Schülervorstellungen zum Thema Karst wurden in der dritten Klasse einer Grundschule auf der Schwäbischen Alb erhoben. Alle befragten Schüler wachsen also in einer klassischen Karstlandschaft auf. Es wurde angenommen, dass sie schon von den Zusammenhängen zwischen den Oberflächenformen in ihrer Umgebung, dem Gestein im Untergrund und der Bedeutung dieser Naturfaktoren für die Trinkwasserversorgung der Gegend gehört haben. Für die Erhebung der Schülervorstellungen wurde exemplarisch das Karstphänomen der Dolinen ausgewählt, da die Wahrnehmung von Dolinen auf der Schwäbischen Alb zu den Alltagserfahrungen der Schüler gehört. Dolinen stellen die am häufigsten verbreiteten Karstformen dar und sind in ihrer Eigenart als Leitform der Verkarstung anzusehen (Mark 2005). Zudem sind sie ökologisch betrachtet sensible Orte. Dolinen markieren an der Landoberfläche die Stellen, an denen Wasser sehr schnell in den Karstgrundwasserkörper gelangt (Pfeffer 2005). Schadstoffeinträge

Zielgruppe	ab Klasse 3
Arbeitsblatt 1	mit destilliertem Wasser, Regenwasser und Essigessenz einen Versuch zur Kalklösung durchführen und die Erkenntnisse auf die Entstehung von Karstlandschaften übertragen; das neue Wissen mit einer Concept Map festigen; S. 18–19
Materialausgabe	Ausschnitt des SWR-Films „Die Verkarstung der Schwäbischen Alb“ (s. CD-ROM)

gelangen daher insbesondere in und um Dolinen fast ungefiltert ins Grundwasser. Die Verschmutzung des Karstwassers ist aufgrund der fehlenden Filtrierung äußerst problematisch. Der Niederschlagswasserabfluss erfolgt in Karstgebieten größtenteils unterirdisch. Daraus resultiert die hohe Grundwasserneubildung im Karst, die bis zu 55 % der Jahresniederschläge beträgt. Auf der Schwäbischen Alb können allein auf einem Quadratkilometer bis zu 660 Mio. Liter Grundwasser pro Jahr gebildet werden (Köberle 2006). Diese gewaltige Menge zeigt angesichts der wachsenden Bedeutung der Ressource Grundwasser und der fehlenden Schadstofffilterung in Karstgebieten die gesellschaftliche Relevanz des Themas.

Didaktische Analyse

Bei der Erhebung wurde überraschenderweise und quasi als Nebenprodukt festge-

stellt, dass viele Erwachsene, die auf der Schwäbischen Alb leben, und diesen Lebensraum landwirtschaftlich nutzen oder dort sogar im Bildungssektor tätig sind, entweder fehlerhaftes oder gar kein Wissen über die Verkarstung ihres Heimatraums haben (Ritter 2007). Unzählige mit Hausmüll, Altautos und Bauschutt aufgefüllte Dolinen auf der Schwäbischen Alb zeugen davon, dass man die „Löcher“ in der Landschaft offenbar als geeignete natürliche Orte für Abfalldeponien betrachtet hat, ohne sich über die Auswirkungen seines Handelns Gedanken zu machen. Viele Landwirte bagatellisieren das Deponieren von Abfall in den Dolinen noch heute und sind sich auch der Dimensionen des Schadstoffeintrags durch Dünger und Pflanzenschutzmittel in das Grundwasser in Karstgebieten nicht bewusst. Vor diesem Hintergrund erhält die Frage, welche Vorstellungen Kinder über den Naturraum ihrer Heimat haben, eine besondere umweltbildnerische Bedeutung.

Bei der hier vorgestellten Erhebung fertigten die Schüler ihre Zeichnungen, auf denen sie ihre Sichtweisen von der Entstehung einer Doline zum Ausdruck brachten, nach einer Exkursion zu einem Dolinenfeld an (Abb. 1). Die Analyse der Schülervorstellungen zur Genese von Dolinen und damit im weiteren Sinne auch zur Funktion eines Karstsystems brachte zum Vorschein, dass die Schülervorstellungen stark von wissenschaftlichen Sichtweisen abweichen. Den Prozess der Verkarstung kennen Grundschüler in diesem Alter (noch) nicht. Die Korrosion (also die Kalklösung durch kohlenstoffhaltiges Niederschlagswasser) wurde als Ursache für dieses Karstphänomen deshalb auch nicht genannt. Die Erklärungen zur Entstehung von Dolinen reichen dagegen von der steinzeitlichen Mammutfalle über ausgetrocknete Seen bis hin zu Bombentrichtern oder Meteoriteinschlägen (Abb. 1). Diese z. T. abenteuerlichen Erklärungsansätze spiegeln die Vorstellungswelt der Schüler in



Abb. 1: Schülervorstellungen von Grundschulern (Alter 8–9 Jahre) zur Genese von Dolinen

Lernschritte	Aktivitäten/Methoden/Medien	Ziele des Lernens aus konstruktivistischer Sicht
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Begegnung mit Karstphänomenen ▶ Bewusstmachung der subjektiven Vorstellungen/Theorien 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Exkursion zu Dolinen ▶ Schüler fertigen eine Zeichnung von ihren Vorstellungen zur Dolinenentstehung an; die Klasse bespricht die verschiedenen Vorstellungen 	<p><i>Lernen als situativer Prozess:</i> Das Thema wird in einem relevanten und bedeutungsvollen Kontext unter Einbezug der Realität behandelt.</p> <p><i>Lernen als aktiver, selbstgesteuerter Konstruktionsprozess:</i> Eigenständigkeit und emotionale Beteiligung der Lernenden</p> <p><i>Lernen als sozialer, emotionaler Prozess:</i> interaktives Aushandeln von Ideen und Deutungen in der Lerngruppe</p> <p><i>Vorstellungsmodifikation:</i> Wenn die genannten Faktoren im Unterricht berücksichtigt werden, kann die Annahme und Anerkennung von fundiertem Wissen und wissenschaftlichen Vorstellungen erfolgen.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Gegenüberstellung der Schülertheorien mit der wissenschaftlich anerkannten Theorie der Verkarstung 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Im Plenum Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Theorien finden 	
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Einführung in die wissenschaftliche Sichtweise: Verschiedene Faktoren der Verkarstung kennenlernen; Experimente zur Verkarstung durchführen 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Voraussetzung der Verkarstung klären ▶ Möglichkeiten für einen experimentellen Nachweis für die Verkarstung suchen ▶ Experimente in Gruppen durchführen; Ergebnisse dokumentieren, präsentieren und besprechen (vgl. Arbeitsblatt 1) 	
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Anwendung der neuen Sichtweise: Transfer der Experimentergebnisse in die naturräumliche Realität; Risiken der Karstwasserverschmutzung und Bedrohung des Karstwassers erkennen; sich die im Unterricht erworbenen Wissensstrukturen bewusst machen und in einen Zusammenhang bringen 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Blockbilder einer Karstlandschaft bearbeiten (Arbeitsblatt 1); Karstformen im Film ansehen (s. CD-ROM in der Materialausgabe); Beweise der Kalklösung und -wiederausscheidung in der Natur kennenlernen ▶ Fehlende Filterung des Sickerwassers diskutieren, Folgen erkennen ▶ Anfertigen eines Begriffsnetzes (Concept Map) 	
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Rückblick auf den Lernprozess: Bisherige Vorstellung reflektieren, neue Vorstellung beurteilen; Grenzen des erfahrungsbasierten Vorgehens zu den Prozessen in der Natur ansprechen 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Vergleichen der eigenen Vorstellungen mit den erfahrungsbasierten Erkenntnisse aus Exkursionen und Experimenten und den fachwissenschaftlichen Vorstellungen 	

Tabelle 1: Aufbau einer moderat-konstruktivistischen Unterrichtseinheit zum Thema Karst

diesem Alter wider. Jede dieser Theorien ist für den einzelnen Schüler in sich stimmig und durchaus logisch erklärbar. Daher müssen die Schülervorstellungen ernst genommen werden.

Den Schülervorstellungen stehen in der Unterrichtspraxis die wissenschaftlichen Sichtweisen gegenüber. Hier gelten für die Dolinenbildung die Gesetzmäßigkeiten der Verkarstung. Diese sind im Wesentlichen auf sedimentäre und tektonische Inhomogenitäten innerhalb eines verkarstungsfähigen Gesteinskörpers (meist Karbonat- oder Sulfatgesteine) zurückzuführen. Die Inhomogenitäten bieten der Korrosion Angriffsflächen. Langfristig entsteht so eine typische Karstlandschaft mit unterirdischer Entwässerung und einem oberirdischen Formenschatz, der u. a. Dolinen aufweist.

Die Lösungsverwitterung vollzieht sich sehr langsam, meist im Untergrund. Sie ist für den Laien nicht spontan erkennbar und der Erfahrungswelt der Schüler nicht direkt zugänglich. Für Grundschüler ist deshalb der Prozess der Verkarstung nicht unmittelbar nachvollziehbar und somit nicht so einfach vermittelbar.

Konstruktivistische Ansätze führen zum Konzeptwechsel

Konstruktivistische Ansätze des Lehrens und Lernens bieten adäquate Unterrichtsstrategien, um einen Vorstellungswandel einzuleiten. Das Verständnis des moderaten Konstruktivismus liegt in der Selbstbestimmtheit des Lernens als langfristige Zielsetzung. Der Lernende soll selbst In-

terpretationen und Wissenskonstruktionen vornehmen und dabei eigene Lernwege gehen. Ob die individuellen Konstruktionen adäquat sind, wird durch die intensive Auseinandersetzung mit der Sache geprüft. Die Voraussetzungen für selbstbestimmtes Lernen müssen in der Grundschule jedoch erst geschaffen und in der Sekundarstufe weiter vertieft werden.

Der Aufbau einer systemischen Betrachtungsweise der Mensch-Umweltbeziehung, in der naturwissenschaftliche und sozio-ökonomische Konzepte aufeinander bezogen werden müssen, ist ein langwieriger Prozess, der ebenfalls früh beginnen muss. Steuerungs- und Strukturierungshilfen des Lehrers sind oft notwendig um einen konstruktiven und aktiven Aufbau von kognitiven Schemata überhaupt zu ermög-

lichen. Die Selbstbestimmtheit kann sich dadurch äußern, dass der Unterricht individuelle Lernwege ermöglicht sowie Fehler und Umwege erlaubt. Des Weiteren zeichnet sich ein moderat-konstruktivistischer Unterricht durch situatives, aktives und soziales Lernen aus (Möller 1999; Reinfried 2007).

Der Unterricht muss die Alltagsvorstellungen der Schüler zwingend mit einbeziehen, damit eine Vorstellungsänderung überhaupt stattfinden kann. Wissenschaftliche Vorstellungen können nicht einfach vom Lehrer auf die Lernenden transferiert werden. Verkarstungsvorgänge, insbesondere die Spuren der Lösungsverwitterung, können durch stufengerechtes Anleiten gelernt und durch einfache Experimente bewiesen werden. Enthält der Unterricht zudem Möglichkeiten sich auszutauschen, können die Schüler ihr neues Wissen langfristig verankern. Damit haben die Schüler die Möglichkeit, Wissen auf der Basis eigener Erfahrungen zu bilden.

Kompetenzbereiche und Ziele

Die Schülerinnen und Schüler

Fachwissen

- ▶ wissen, dass Wasser als äußere Kraft die Erdoberfläche formt,
- ▶ wissen, dass Regenwasser sauer ist und dass Säure Kalk löst,
- ▶ schaffen auf der Basis ihres Wissens den Transfer, wie Karstphänomene entstehen,
- ▶ erkennen die Ausmaße von Schadstoffeinträgen in das Karstgrundwasser.

Erkenntnisgewinnung/Methoden

- ▶ können Naturräume bewusst wahrnehmen und für sich gezielt dokumentieren, beschreiben und begrifflich erfassen,
- ▶ können experimentell arbeiten.

Beurteilung/Bewertung

- ▶ sind sich ihrer Verantwortung für die Bewahrung und Erhaltung von Natur und Umwelt bewusst

- ▶ haben im eigenen Lebensumfeld ein Bewusstsein für Nachhaltigkeit entwickelt.

Methodische Analyse

Schon mit einem Einmachglas, Essigessenz und einem Kalkstein kann Korrosion sichtbar gemacht werden. Mit Hilfe von Indikatorpapier lässt sich der Nachweis erbringen, dass Regenwasser sauer ist (vgl. **Arbeitsblatt 1**). Filtert man dieses zusätzlich durch Humus (Bodendecke), steigt dessen Säuregehalt. Kalksinter an Karstquellen beweist, dass tatsächlich Kalk in der Natur gelöst und ausgefällt wird. Ein solcher, auf Naturbeobachtungen und Experimenten aufbauender Unterricht ist schülerorientiert, zeichnet sich aber auch durch Wissenschaftsorientierung aus, ohne die Schüler zu überfordern. Die Schüler sind selbst aktiv, werden neugierig und stellen Hypothesen auf. So verstehen sie, wie



Abb. 2: Veränderte Vorstellungen von Grundschulern (8–9 Jahre) zur Genese von Dolinen nach dem Unterricht

Dolinen und Höhlen entstehen, aber auch, wie gefährdet Karstwasser ist. Das in Tabelle 1 beschriebene handlungs- und erlebnisorientierte Vorgehen, kombiniert mit Instruktionsphasen durch die Lehrkraft, erlaubt den Lernenden, ihr impliziertes Wissen zu revidieren. Der Vergleich von Abbildung 1 und Abbildung 2 verdeutlicht den großen Lernzuwachs der Kinder durch solch einen Unterricht. Obwohl die Prozesse rund um die Verkarstung recht abstrakt sind und für uns fast nicht wahrnehmbar vor sich gehen, haben die Schüler ein solides Grundlagenwissen erworben, auf dem sie in der Sekundarstufe aufbauen können.

Fazit

Physische Geographie in der Grundschule und der Sekundarstufe 1 zu unterrichten ist möglich und notwendig. Nur so können Kinder und Jugendliche fernab von naiven Alltagsvorstellungen ihre Umwelt aktiv erkunden und aufspüren. Wie die abgebildeten Kinderzeichnungen veranschaulichen,

können die naiven Alltagstheorien der Lernenden nicht übergangen werden. Vielmehr muss man sie zusammen mit wissenschaftlichen Erkenntnissen zu einem sinnvollen und spannenden Unterricht verknüpfen. Das Wissen und Verstehen der Naturgrundlagen des eigenen Lebensraums ist eine gute Basis, um sich im späteren Leben aktiv für dessen nachhaltige und umweltgerechte Nutzung einzusetzen.

Literatur

- Bauer, E. (Hrsg.) (1988): Das große Buch der Schwäbischen Alb. Stuttgart.
- Köberle, G. (2005): Umweltprobleme in Karstgebieten. Lösungsansätze, dargestellt am Beispiel der Schwäbischen Alb. In: Geographische Rundschau, Jg. 57, H. 6, S. 28–33.
- Mark, H. (2005): Karstmorphologie – eine Einführung. In: Geographische Rundschau, Jg. 57, H. 6, S. 4–10.
- Möller, K. (1999): Konstruktivistisch orientierte Lehr-Lernprozeßforschung im naturwissenschaftlichen Bereich des Sachunterrichts. In: Köhnlein, W. et al. (Hrsg.): Vielperspektivisches Denken im Sachunterricht. Bad Heilbrunn.
- Pfeffer, K.-H. (2005): Mediterraner und tropischer Karst. In: Geographische Rundschau, Jg. 57, H. 6, S. 12–18.

Reinfried, S. (2007): Alltagsvorstellungen und Lernen im Fach Geographie. Zur Bedeutung der konstruktivistischen Lehr-Lern-Theorie am Beispiel des Conceptual Change. In: Geographie und Schule. 29. Jahrgang, Heft 168, S. 19–28.

Ritter, M. (2007): Vorstellungen von Grundschulern zu Phänomenen in Karstlandschaften und ihre Auswirkungen auf den Unterricht im Fächerverbund Mensch, Natur und Kultur. Wissenschaftliche Hausarbeit zur Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grund- und Hauptschulen nach der GHPO I vom 22. 7. 2003, Pädagogische Hochschule Ludwigsburg.

Autoren

Matthias Ritter ist Lehreranerwarter an der Grundschule in Stuttgart-Uhlbach. Matthias Ritter, Hermannstr. 7, 70178 Stuttgart, E-Mail: matze_ritter@web.de

Sibylle Reinfried ist Professorin für Geographie und ihre Didaktik an der Pädagogischen Hochschule Zentralschweiz in Luzern; Prof. Dr. Sibylle Reinfried, Flühgasse 33, CH-8008 Zürich; E-Mail: sibylle.reinfried@phz.ch

Dank

Wir bedanken uns herzlich bei den Schülern, Lehrern und Eltern der Kallenbergschule Nusplingen, insbesondere bei Frau Lörch, für die Mitarbeit bei der Erhebung der Schülervorstellungen.

Wie Dolinen und Höhlen in Karstlandschaften entstehen

Aufgaben

1. Überlege, wie sich Kalkstein in der Natur auflösen könnte. Besprich die Überlegungen mit deinen Mitschülern.
2. Mit Hilfe eines Experiments kannst du herausfinden, warum Kalkgestein in der Natur aufgelöst wird. Du benötigst: 3 Glasschalen, reines (destilliertes) Wasser, Regenwasser, Essigessenz (oder Putzessig mit einem Säuregehalt von mindestens 10 %), Indikatorpapier, Kalkstein-Bruchstücke, 1 Folienstift, Papierkärtchen (10 cm x 7 cm), ein großes Stück Packpapier, Klebstoff.

Führe die einzelnen Schritte durch und halte deine Ergebnisse schriftlich fest.
Lies zunächst Information 1.

Information 1

Mit Indikatorpapier kann man bestimmte Eigenschaften von Flüssigkeiten bestimmen. Nimmt das Papier nach Kontakt mit der Flüssigkeit eine Farbe an, die auf der Skala die Nummer 1–6 hat, ist die Flüssigkeit sauer. Eine 7 bedeutet, die Flüssigkeit ist neutral. Eine 6 bedeutet, dass sie schwach sauer ist. Eine 5 oder 4 heißt, sie ist mäßig sauer, eine 3, 2 oder 1 zeigt, dass sie stark sauer ist.

Wie Dolinen und Höhlen in Karstlandschaften entstehen

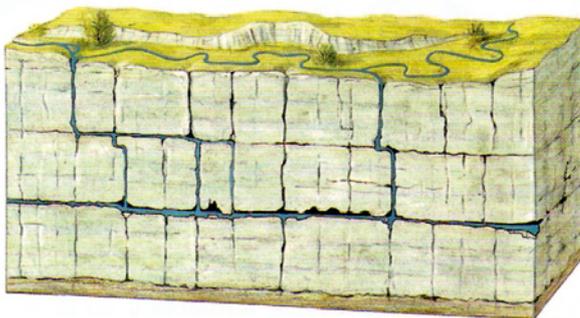
- Gib reines Wasser, Regenwasser und Essigessenz in je eine der drei Glasschalen. Beschrifte die Schalen mit dem Filzstift, damit du später noch weißt, welche Flüssigkeiten in welchem Gefäß sind. Tauche dann Indikatorpapier in die gefüllten Glasschalen und bestimme mit Hilfe der Messskala auf dem Indikatorpapier die Eigenschaften der drei Flüssigkeiten (siehe Information 1).
- Gib nun ein Stück Kalkstein in die Schalen mit reinen Wasser, dem Regenwasser und der Essigessenz und beobachte, was passiert.
- Lies Information 2.

Information 2

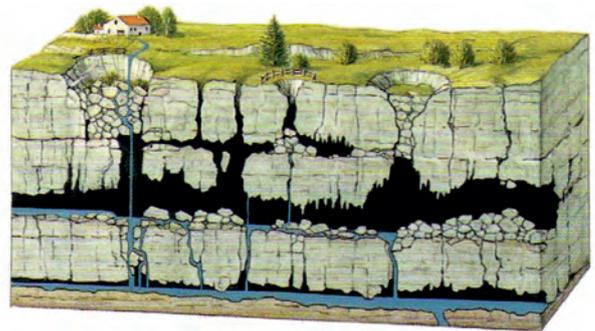
Reines Wasser ist neutral. Es greift Kalkstein nicht an. Regenwasser ist schwach sauer. In der Natur dauert es deshalb sehr lange, bis man seine Wirkung auf Kalkstein sehen kann. Deshalb nehmen wir für den Versuch Essigessenz, die viel saurer als Regenwasser ist. Mit ihr können wir im Schulzimmer wie in einem Zeitraffer beobachten, was passiert, wenn saurer Regen auf Kalkstein tröpfelt.

Übertrage dein Wissen aus dem Versuch auf eine Kalklandschaft. Auf den beiden Blockbildern siehst du einen Ausschnitt aus der Schwäbischen Alb, deren Untergrund aus Kalkstein besteht. Folgende Fragen helfen dir bei der Bearbeitung.

- ▶ Beschreibe, was du sehen kannst.
- ▶ Was geschieht im Untergrund, wenn Regenwasser versickert?
- ▶ Kann man das, was unterirdisch passiert, auch an der Erdoberfläche sehen?
- ▶ Was kann passieren, wenn schädliche oder sogar giftige Flüssigkeiten versickern?



Die Schwäbische Alb vor 15 Millionen Jahren



Die Schwäbische Alb heute

Quelle: Bauer, E. W. (1988): Höhlen-Weit ohne Sonne. Esslingen: Esslinger Verlag J. F. Schreiber, S.73.

- Bringe nun dein Wissen in einen Zusammenhang. Fertige eine Darstellung an, aus der man ablesen kann, was alles zusammenwirkt, damit eine Karstlandschaft entsteht und warum dort die Gefahr der Grundwasserverschmutzung groß ist. Arbeite mit einem Partner oder in einer Dreiergruppe.
 - Schreibt zuerst die Wörter Regenwasser, schwache Säure, Kalkstein, Zeit, Kalklösung, Dolinen, Untergrund, Höhlen, Gänge, Versickerung, schädliche Flüssigkeiten und Wasserverschmutzung auf die Papierkärtchen.
 - Legt die Kärtchen auf das Packpapier und überlegt euch, wie man sie mit Pfeilen so verbinden könnte, dass sich ein logischer Zusammenhang ergibt. Beschriftet auch die Pfeile. Ihr dürft selbst noch weitere Wörter, die dazu passen, hinzufügen.
 - Klebt die Kärtchen am Schluss fest und gebt eurer Arbeit einen Titel.
 - Bereitet euch darauf vor, euer Plakat vor der Klasse zu erläutern.