

Schulunterlagen zur Ausstellung
«BodenSchätzeWerte – Unser Umgang mit Rohstoffen»

Rohstoffe – Entstehung, Gewinnung und Verwendung

Arbeitsmaterial Schule



Stillgelegte Diamantmine in Mirny, Ostsibirien, Russland. Quelle: Shutterstock

Eine Zusammenarbeit von *focusTerra* – ETH Zürich und Schulverlag plus AG, Bern

Rohstoffe: Entstehung, Gewinnung und Verwendung

1. Die Bedeutung von Rohstoffen

Dieses Kapitel gibt dir einen Überblick über die Rohstoffe und ihre Bedeutung für die Menschen im Laufe der Zeit.

1.1 Was sind Rohstoffe?

Rohstoffe* werden aus der Luft, dem Boden oder dem Wasser gewonnen und haben einen direkten Nutzen für die Menschen. Sie lassen sich grob in biologische und mineralische Rohstoffe einteilen, und diese beiden Kategorien können weiter unterteilt werden (siehe Tabelle 1.1). Rohstoffe werden vom Menschen für zahlreiche Zwecke verwendet, beispielsweise zur Herstellung von Werkzeugen, als Nahrungsmittel, als Baumaterialien, in der Elektronik oder Medizin.

a) Was kennst du für Rohstoffe? Vervollständige nachfolgende Tabelle, indem du für jede Spalte ein paar Beispiele nennst.

Einteilung der Rohstoffe. Quelle: Schulverlag plus

Luft, Boden, Wasser				
Rohstoffe				
Biologische Rohstoffe		Mineralische Rohstoffe (Bodenschätze)		
Pflanzliche Rohstoffe	Tierische Rohstoffe	Metallische Rohstoffe	Nicht metallische Rohstoffe	Energierohstoffe

Natürliche Anhäufungen von Rohstoffen werden als Vorkommen bezeichnet. Sind die Konzentrationen gross genug, dass sich ein Abbau wirtschaftlich lohnt, werden die Vorkommen Lagerstätte genannt.

1.2 Menschen nutzen Rohstoffe

Bereits Urmenschen haben vor mehr als zwei Millionen Jahren Rohstoffe zu Werkzeugen verarbeitet. Im Laufe der Geschichte und technologischen Entwicklung waren unterschiedliche Rohstoffe von zentraler Bedeutung und prägten so jeweils die Kulturepochen.

* Notiere hinten im Glossar deine eigene Definition der in diesem Dokument unterstrichenen Wörter (siehe Anhang).

In den folgenden Texten kannst du dich über die Bedeutung der Rohstoffe für die Menschheitsgeschichte und damit über längst vergangene Zeiten informieren. Doch musst du dir zu diesen Epochen auch – wortwörtlich – ein Bild machen können. Stelle dir dazu nach dem Lesen der Texte Bildmaterial aus dem Internet oder der Bibliothek zusammen.

- a) Lies den Text 1.3 aufmerksam durch, notiere dir das Wichtigste daraus. Was verstehst du nicht genau? Was bleibt für dich unklar?
- b) Suche im Internet oder in Büchern farbige Fotos, Illustrationen und weitere Erklärungen zum Leben der Menschen in der Urzeit.

1.3 Zeitepochen

Gesteine und ihre Bestandteile, die Mineralien, haben für den Menschen schon immer eine massgebliche Rolle gespielt. In der Steinzeit fertigten Menschen ihre ersten Waffen und Werkzeuge aus geeigneten Steinmaterialien. Später lernten sie, Kupfer zu bearbeiten oder Bronze herzustellen. Schliesslich gelang ihnen die Gewinnung und die Verarbeitung von Eisen und Stahl.

Was in diesen Sätzen so knapp berichtet wird, dauerte in der Realität Tausende von Jahren und war für die Entwicklung der Menschheit wichtig und bedeutungsvoll.

Die lange Zeit der Urgeschichte lässt sich im Gebiet nördlich der Alpen gemäss den Lebensweisen der Menschen in drei Zeiträume unterteilen (siehe Tabelle 1.3):

Unterteilung der Urgeschichte. Quelle: Schulverlag plus

Altsteinzeit	450'000 v. Chr. – 10'000 v. Chr.
Jungsteinzeit	10'000 v. Chr. – 2'200 v. Chr.
Metallzeiten	2'200 v. Chr. – 450 v. Chr.

Die Altsteinzeit

In der ersten, unvorstellbar langen Zeit der Menschheitsgeschichte schoben sich immer wieder dicke Eismassen über weite Gebiete Europas. Sie erstreckten sich von Norden und von den hohen Gebirgen ins flachere Land. Nach ein paar Jahrtausenden zogen sich diese Gletscher wieder zurück und schmolzen ab. So wechselten sich «Warmzeiten» und «Kaltzeiten» mehrfach ab. Zu den Kaltzeiten war das Land kalt und rau. Nur winterharte Pflanzen konnten hier gedeihen: Moose, Flechten, Heidekraut, Polarweiden und Zwergbirken. Die Menschen lebten als Nomaden in Zelten oder Laubhütten und suchten Schutz in Höhlen. Sie jagten Tiere und sammelten Früchte, Wurzeln, Körner.

Das erste Steingerät, das sich die Menschen schufen, war der Faustkeil: ein behauener Feuerstein mit scharfen Kanten. Er wurde gleichzeitig als Waffe und als Werkzeug benutzt und war für die Menschen viele Jahrtausende lang eine wichtige Hilfe im Kampf ums Überleben.

Die Jungsteinzeit

Vor etwa 10'000 Jahren begann sich das Leben unserer Vorfahren zu ändern. Das Eis in den Ebenen taute, viele Tierarten starben aus. Andere zogen sich in die weiterhin eisbedeckten Gebiete des Nordens zurück wie zum Beispiel das Rentier, das noch heute in Schweden, Finnland und Norwegen lebt.

Die Winter waren nicht mehr so kalt, und die Sommer wurden viel wärmer. Fast überall wuchsen grosse Wälder mit dichtem Unterholz. Das freundlichere Klima sorgte dafür, dass die Menschen sesshaft wurden und sich einfache Behausungen bauten, oft in der Nähe von Gewässern. Sie züchteten Vieh und bebauten Äcker.

Die Zeit nach dem Rückzug des Eises aus dem Tiefland wird «Jüngere Steinzeit» genannt, denn noch immer war der bearbeitete Stein das wichtigste Werkzeug – das geschliffene Steinbeil wurde beinahe für alle Arbeiten gebraucht. Die Menschen in der Jungsteinzeit entdeckten die Technik des Steinbohrens, das Herstellen von Töpfen durch Brennen von Ton, das Spinnen und das Weben.

Die Metallzeiten: Bronze- und Eisenzeit

Die meisten Menschen im Gebiet der heutigen Schweiz lebten um 1500 v. Chr. vom Ackerbau und von der Viehzucht. Wie zur Jungsteinzeit bearbeiteten sie den Boden, um Getreide anzupflanzen. Auf den kleinen Äckern neben den Häusern wuchsen Linsen, Erbsen, Kohl und Rüben. Ein kleines Flachsfeld lieferte das Material, aus dem Kleider hergestellt wurden.

Viele Jahrtausende lang waren Stein, Holz und Knochen die wichtigsten Werkstoffe der Menschen. Doch nun wurden auch Kupfer, Gold und Silber verarbeitet. Diese Metalle konnten gediegen, das heisst in reiner metallischer Form, gefunden werden. Das weiche Gold und ebenso das Silber hatten keinen sinnvollen Gebrauchswert, sie wurden deshalb vor allem zu Schmuck verarbeitet. Umso begehrter war das Kupfer. Daraus liessen sich beispielsweise Äxte, Sichel, Nadeln und Töpfe herstellen. Doch gediegenes Kupfer war selten zu finden – noch wusste niemand, dass viel grössere Kupfermengen in bunten Steinen steckten: in Kupfererzen wie etwa dem strahlend grünen Malachit.

So musste die Gewinnung von Kupfer vermutlich eine Zufallsentdeckung gewesen sein, als Stücke von Kupfererz zusammen mit Holzkohle erhitzt wurden, vielleicht in einem besonders heissen Herdfeuer oder in einem Töpferofen. Das Ergebnis war überraschend: An den Erzbrocken zeigte sich rötlich glänzendes Metall – aus dem Kupfererz war durch die chemische Reaktion mit der Holzkohle metallisches Kupfer freigesetzt worden. Kupfer ist der älteste metallische Werkstoff des Menschen.

Mit dieser Entdeckung begann das Zeitalter der Metalle. Die meisten Metalle kommen praktisch nur in Gesteinen vor, denen es nicht ohne Weiteres anzusehen ist, dass ein Metall darin steckt, also beispielsweise in Erzen. Erze sind Verbindungen von Elementen. Neben einem Metall enthalten sie meistens Sauerstoff, Kohlenstoff oder Schwefel. Mit besseren Öfen wurden weitere Metalle wie Blei, Zinn, Quecksilber und später Eisen aus ihren Erzen gewonnen.

Die Technik zur Metallgewinnung war schwierig und aufwändig. Sie drängte die Menschen viel stärker als bisher dazu, sich die Arbeit zu teilen. Der Schmied war in den Dörfern der Metallzeit eine angesehene Person. Seine kunstvoll gehämmerten Geräte und Waffen waren kostbar und begehrt. Neben den Handwerkern, die Waffen, Alltagsgegenstände und Schmuck herstellten, wurden vor allem die Händler wichtig. Sie brachten die Rohstoffe – Kupfer- und Eisenerz –, die in kleinen Bergwerken abgebaut wurden, von weit her. Ebenso transportierten sie die angefertigten Waren oft in weit entfernte Gegenden.

Handelswege führten durch ganz Europa. Neben Bronze und Eisengeräten tauschten die Menschen auch Felle, Salz, Gold und Waffen. Um über das Wasser Handel treiben zu können, höhlten sie Holz nicht mehr nur zum Einbaum aus, sondern bauten grosse, seetüchtige Schiffe aus Eichenplanken. Und auch ohne die zunehmende Verbreitung von Radkarren wäre eine Ausbreitung des Handels über Land auf die Dauer nicht möglich gewesen.

- a) *Finde im Internet heraus, wie Bronze hergestellt wird. Welche Vorteile hat Bronze gegenüber Kupfer? Welche Bedeutung haben Kupfer und Bronze heute?*
- b) *Wie wird Eisen aus Eisenerz gewonnen? Welche Kenntnisse müssen die Menschen in der Eisenzeit gehabt haben, um Eisen aus Erz zu gewinnen?*

1.4 Die Geschichte der Menschheit ist auch die Geschichte der Energierohstoffe

Die Menschen nutzen Energie, um sich Zugang zu den Ressourcen ihrer Umwelt zu verschaffen, diese zu ihrem Vorteil zu nutzen und sich das Leben zu erleichtern. Aus diesem Grund entwickelten die Menschen verschiedenste Technologien, die das Bild der Erde im Lauf der Zeiten stark verändert haben. Drei Energieformen, die bei der Entwicklung der Menschheit eine entscheidende Rolle spielten, werden im Folgenden dargestellt.

Das Feuer

Seit ca. einer Million Jahren nutzen Menschen das Feuer. Während die meisten Tiere das Feuer fürchteten, erlernten die Menschen in der Altsteinzeit den Umgang damit. Wie es genau dazu kam, weiss man nicht. Eine mögliche Erklärung: Immer wieder wurden Bäume vom Blitz getroffen und begannen zu brennen. Altsteinzeitmenschen näherten sich dem brennenden Baum, vielleicht aus Neugierde oder weil ihnen kalt war, vielleicht, weil es dunkel war und der Baum leuchtete. Irgendwann nahmen sie einen brennenden Ast und brachten ihn zu ihrer Höhle. Und irgendwann musste jemand auf die Idee gekommen sein, mit dem brennenden Ast weitere Äste anzuzünden. Mit der Zeit lernten die Menschen, das Feuer lange «am Leben» zu halten, und konnten es sogar mitnehmen, wenn sie weiterzogen. Es war für sie sehr nützlich: Es wärmte und schenkte Licht. Ein brennender Ast diente als Fackel, wenn man weit in eine Höhle eindrang. Damit liessen sich gefährliche Tiere vertreiben oder auf der Jagd in eine bestimmte Richtung treiben. Ausserdem liess sich über dem Feuer ein Stück Fleisch anbraten, was besser schmeckte als dessen Verzehr im rohen, zähen Zustand. Das Feuer bot viele Möglichkeiten, das Leben angenehmer zu gestalten. Auch die Verbreitung der Menschen in Länder, in denen es im Winter kalt ist, wäre ohne das Feuer kaum denkbar gewesen.

- a) *Nach einer griechischen Sage war es Prometheus, der den Menschen – gegen den ausdrücklichen Willen des Göttervaters Zeus – das Feuer brachte. Finde heraus, wie er das anstellte und wie ihn die Götter dafür bestrafte.*

Mühlen und Räder

Ab etwa 18'000 v. Chr. (in Mitteleuropa vor rund 10'000 Jahren) begannen die Menschen, sesshaft zu werden. Sie bauten Hütten, züchteten Tiere und betrieben Ackerbau. Dazu brauchten sie Werkzeuge, und so entwickelte sich das Handwerk. Für all diese Arbeiten war Energie erforderlich. Zunächst wurde sie von Menschen in Form von Muskelkraft geliefert. Bei den Ackerbauern und Viehzüchtern kam die Kraft von Haustieren dazu. Arbeitstiere wie der Ochse mahlten das Getreide und pflügten die Äcker. Im Laufe der Zeit lernten die Menschen, den Wind zur Fortbewegung von Schiffen zu nutzen. Mit Windmühlen und Wasserrädern liess sich zudem stationär mechanische Energie erzeugen und damit beispielsweise das Getreide mahlen, Wasser aus dem Untergrund schöpfen und mechanische Hämmer zur Herstellung und Verarbeitung von Metall antreiben.

Die erste Dampfmaschine – ein Spielzeug

62 n. Chr. baute der griechische Mechaniker und Mathematiker Heron von Alexandria eine Rückstoss-Dampfmaschine. Da zu jenem Zeitpunkt niemand eine Idee hatte, wie man diese Maschine einsetzen könnte, blieb sie vorerst einfach ein lustiges Spielzeug.

Das änderte sich 1769, als James Watt (1736-1819), ein schottischer Ingenieur, nach mehrjährigen Versuchen und Misserfolgen auf Basis der Rückstoss-Dampfmaschine das Patent für «die neue Methode zur Verringerung des Dampf- und Brennstoffverbrauchs in Verbrennungsmaschinen» erhielt. Schon etwa 50 Jahre vor ihm (Thomas Newcomen, 1712) gab es dampfgetriebene Maschinen, die zum Leerpumpen von überfluteten Kohlebergwerksgängen eingesetzt wurden. Es war aber James Watt, dem es gelang, solche Maschinen leitungsfähig zu machen.

Industrialisierung

Mit der Erfindung der Dampfmaschine war es erstmals möglich, Wärmeenergie in mechanische Energie umzuformen. Dadurch konnte Energie unabhängig von Wind, Wasser, Tier- oder menschlicher Muskelkraft fast überall gleichmässig und in ausreichender Menge genutzt werden. In Verbindung mit dem Ausbau der Wasserstrassen und dem Aufkommen der Eisenbahn änderten sich auch die Voraussetzungen gewerblicher Produktion: Grössere Fabriken traten schrittweise an die Stelle von Manufakturen und ebneten den Boden für die Massenproduktion vor allem von Textilien und Stahl.

Umwelteinflüsse

Die Industrialisierung und die neue Art der Energieversorgung belastete die Umwelt zunehmend. Allerdings waren diese Folgen vorerst noch lokal oder regional beschränkt und liessen sich durch relativ einfache Massnahmen (wie zum Beispiel durch den Bau höherer Schornsteine) scheinbar beseitigen.

Zunächst blieb die Kohle der einzige fossile Energieträger von Bedeutung. Sie wurde, beginnend in England, im Untertagebau gewonnen. Bis zum Ende der 19. Jahrhunderts wurden Erdgas und Erdöl nur zu Beleuchtungszwecken, beispielsweise durch neu entwickelte Gaslampen, erwähnenswert genutzt. Mit der Entwicklung der wichtigen Verbrennungsmotoren durch Gottlieb Daimler (1885) und Rudolf Diesel (1892) trat das «schwarze Gold» seinen Siegeszug an und wurde zum weltweit wichtigsten Primärenergieträger. Im 20. Jahrhundert ging die Entwicklung durch die Entdeckung und Nutzung neuer Energieformen weiter: von Erdöl über Gas bis hin zu Elektrizität aus Kohle, Öl und Kernenergie.

b) Lasse dir von deinen Eltern und Grosseltern berichten, wie sie die Energiekrise während des 2. Weltkriegs und die erste Ölkrise in den 1970er-Jahren erlebten. Wie reagierten die Menschen, der Staat, die Wirtschaft auf diese Situation?

2. Wie Rohstoffe entstehen

Nachfolgend erfährst du, durch welche Prozesse Rohstoffe in der Erdkruste entstehen, was Gesteine über die Vergangenheit verraten und was die Schweiz mit Rohstoffen zu tun hat.

2.1 Die Erdkruste ist in Bewegung

Die Geschichte der Erde begann vor über 4,5 Milliarden Jahren mit Gas, Glut, und Fontänen flüssigen Gesteins. Im Laufe von Millionen Jahren bildeten sich der heisse Erdkern, der Erdmantel und die ersten abgekühlten Festlandblöcke in der dünnen, brüchigen Erdkruste. Sie waren die Urkontinente unserer Erde, umgeben von Ozeanen und einer Atmosphäre noch fast ohne Sauerstoff. In den Ozeanen entwickelten sich Mikroorganismen (Cyanobakterien/Blualgen), die Sauerstoff produzierten und damit die Entstehung von Pflanzen und Tieren erst ermöglichten.

Die Erde kommt nicht zur Ruhe. Tief im Inneren der Erde wirken ungeheure Kräfte, die das Gesteins-



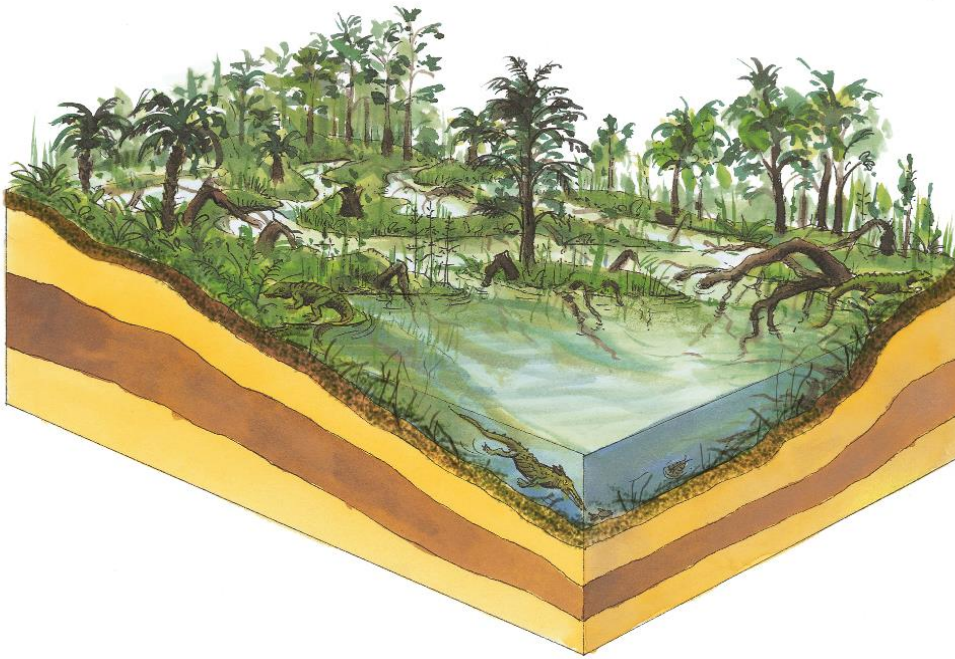
Magma-Ozean, Erdkrustenteile. Quelle: Schulverlag plus

material zwingen, sich zu wölben und aufzufalten. Es entstehen Inseln, Gebirgsketten, neue Küstengebiete und Hochflächen. Erdbeben und Vulkantätigkeiten sind sichtbarer Ausdruck von Bewegungen im Erdinnern. Die heutige Gestalt der Erdoberfläche ist das Resultat des Zusammenspiels dieser inneren Kräfte, aber auch der Einwirkungen aus dem Weltall – der stetigen Sonneneinstrahlung, dem Wirken von Wasser und Wind seit Millionen von Jahren.

2.2 Das Klima auf der Erde verändert sich

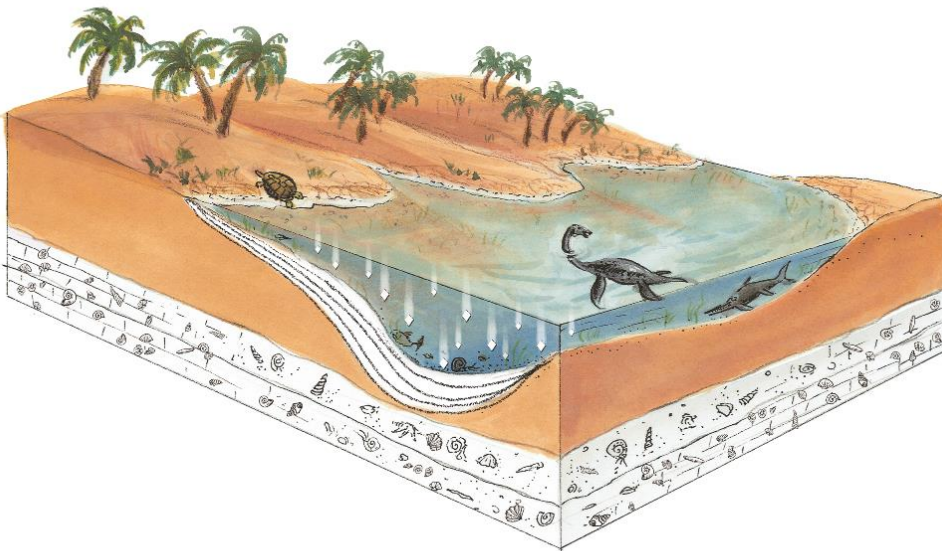
Im Verlauf der Erdgeschichte veränderte sich das Klima auf den einzelnen Kontinenten mehrmals. Kaltzeiten wechselten sich ab mit Warmzeiten, Wüstenregionen wurden zu feuchtheissen Tropenwaldgebieten. Nach Ansicht von Naturwissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern sind diese Veränderungen unter anderem auf die stetige Wanderung ganzer Erdplatten zurückzuführen.

- a) *Schau dir die nachfolgenden drei Bilder sorgfältig an, und notiere deine Feststellungen. Wie könnten die Lebensbedingungen für Pflanzen und Tiere in den verschiedenen Zeiten gewesen sein?*
- b) *Versuche zu erklären, wie Kohle, Salz und Kies entstanden sind. In welcher Zeit hättest du gerne gelebt? Wann lieber nicht? Bitte begründe.*
- c) *Kennst du neben den wissenschaftlichen Erklärungsversuchen noch andere Ansichten darüber, wie sich die Erdoberfläche geformt und sich das Leben darauf entwickelt haben könnte?*



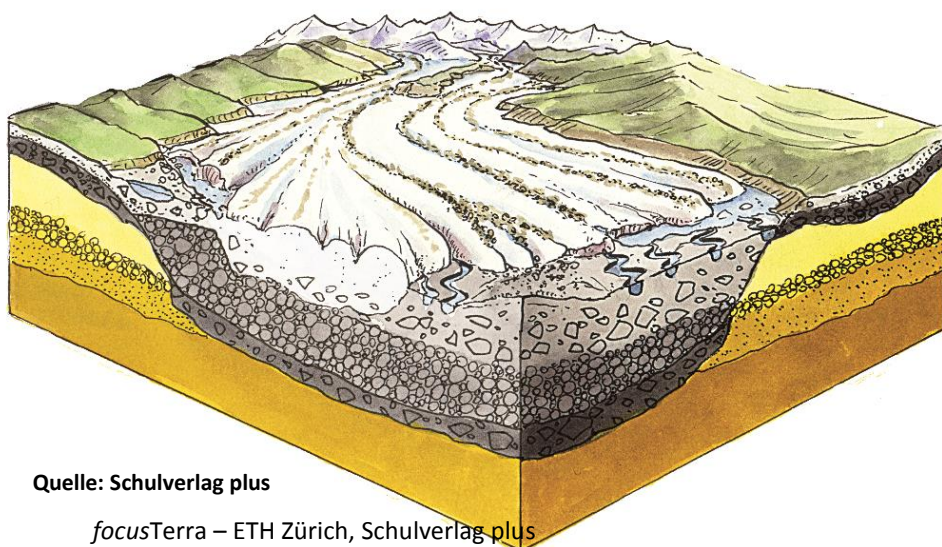
**Vor 300 Millionen Jahren:
Kohlezeit**

Im Gebiet des heutigen Mittel-
landes entstanden Kohleflöze.



**Vor 240 Millionen Jahren:
Salzzeit**

Im Gebiet des heutigen
Schweizer Mittellandes und des
Juras lagerten sich Salzschich-
ten ab.



**Vor 20'000 Jahren:
Eiszeit – Kieszeit**

Im Laufe der letzten 2,7 Millio-
nen Jahre gab es im heutigen
Europa verschiedene Eiszeiten.
Zurück blieben im Mittelland
jeweils Flussläufe, Seen, Morä-
nen, Kies und Sand.

Quelle: Schulverlag plus

focusTerra – ETH Zürich, Schulverlag plus

2.3 Wie Rohstoffe entstehen – das Klima hilft mit

- a) Lies die folgenden Texte zu den drei Bildern. Was erfährst du aus den Texten, was in den Bildern nicht zu erkennen ist?
- b) Suche mithilfe des Atlas nach Gebieten, in denen heute ähnliche klimatische Verhältnisse bestehen wie in den drei Beispielen.
- c) Notiere dir einen möglichen Ort oder eine Region, wo heutzutage Salzablagerungen entstehen, und begründe deine Auswahl.
- d) Suche im Atlas weitere Gebiete, wo heute Kohle und Salz abgebaut werden. Erstelle dazu eine Tabelle.

Bild 1: Vor 300 Millionen Jahren – Kohlezeit

Vor rund 300 Millionen Jahren herrschte im Gebiet des heutigen Mitteleuropas ein feuchtes, warmes Klima, das üppige Sumpfwälder hervorbrachte. Abgestorbene Bäume und Pflanzen versanken im Wasser und wurden laufend von Schlamm zugedeckt. Ohne Sauerstoff konnten sie nicht verwesen. Der Meeresspiegel hob und senkte sich mehrmals. Flache, sumpfige Küstengebiete wurden wiederholt überflutet und mit Sedimenten zugedeckt. Im Laufe langer Zeit wandelten sich die Pflanzenreste durch zunehmenden Druck und bei steigenden Temperaturen zu Braunkohle um. In grosser Tiefe, bei noch höherem Druck und noch höheren Temperaturen, wurde daraus Steinkohle. So entstanden die Kohlegebiete im heutigen Deutschland, in Frankreich und in Polen. Auf dem Gebiet der heutigen Schweiz gab es damals Vulkane in einer Steinwüste mit roten Sandsteinen und nur ganz vereinzelt Sumpfwälder. Abbauwürdige Kohlelagerstätten konnten sich hier deshalb kaum entwickeln.

Bild 2: Vor 240 Millionen Jahren – Salzzeit

In Mitteleuropa herrschte zu jener Zeit ein Wüstenklima: Es war sehr trocken und heiss. Auf dem Gebiet des heutigen Mittellandes befand sich die Uferzone eines flachen, salzigen Meeres. Weil die Flüsse nur wenig Wasser herbeiführten und auch die Verbindung zum offenen Meer eingeschränkt war, verdunstete sehr viel Wasser in den küstennahen Meeresbecken. Dabei wurde das Wasser immer salzhaltiger, bis Mineralien zu kristallisieren begannen. Gips, Steinsalz und Kalisalze blieben als Ablagerung zurück. Da diese Becken durch das Heben und Senken der Erdoberfläche wiederholt von Meerwasser überflutet wurden, entstanden mächtige, geschichtete Salzablagerungen. Später lagerten sich darauf undurchlässige, tonreiche Schichten ab. So waren die Salzlager vor der Auflösung durch Wasser geschützt und können heute abgebaut werden.

Bild 3: Vor 20 000 Jahren – Eiszeit, Kieszeit

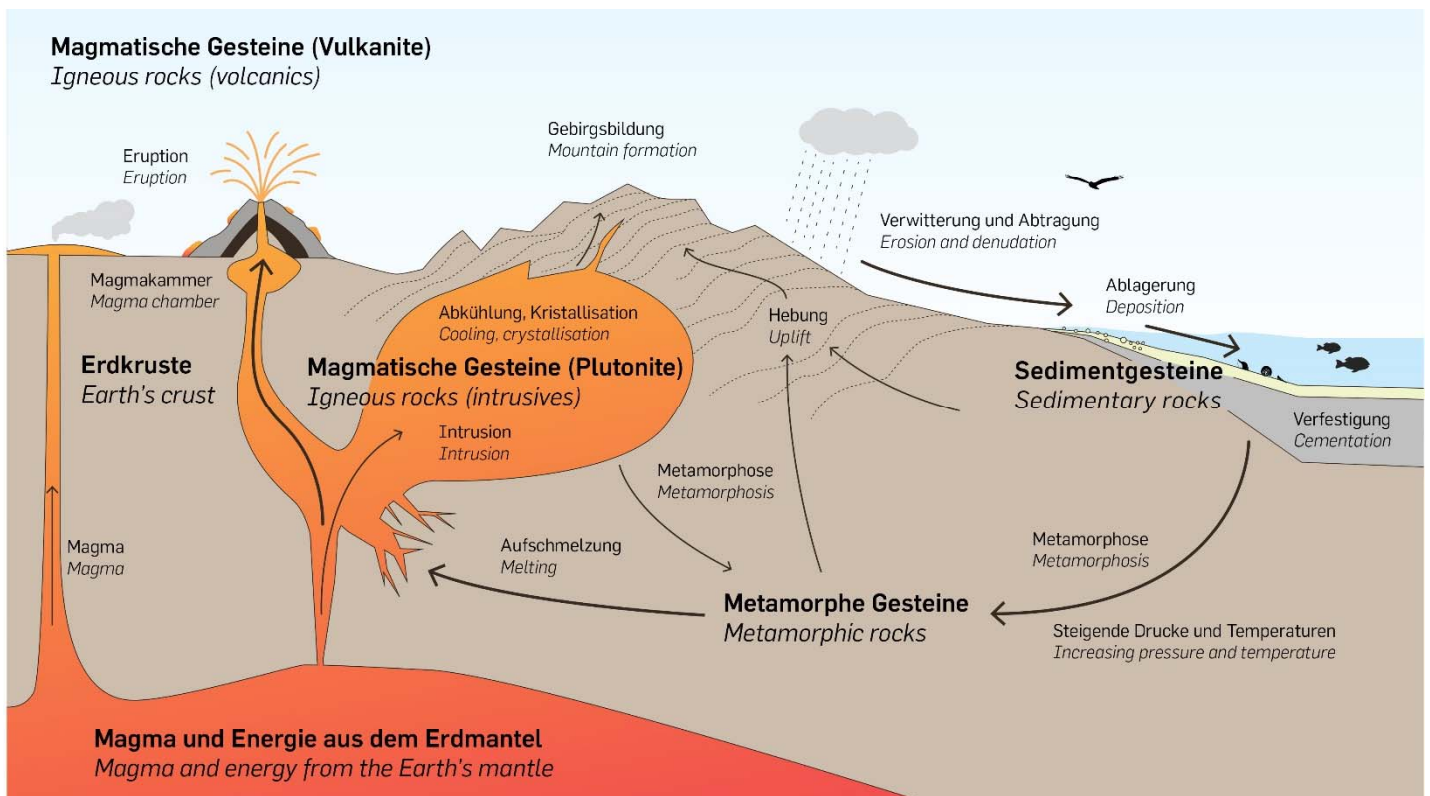
Während der letzten 2,7 Millionen Jahre wechselte in Europa das Klima mehrmals. Auf polare Verhältnisse mit riesigen Gletschern folgten subtropische Zeiten mit üppiger Vegetation.

Vor 20'000 Jahren lag der grösste Teil der heutigen Schweiz wiederum unter einem dicken Eispanser. Die Gletscher transportierten Gesteinsmaterial und deponierten es als Moränen und Findlinge. Die Schmelzwasserflüsse führten Geschiebe mit. Es entstanden Hügel und Höhenzüge mit Kies-, Sand-, Lehm- und Tonvorkommen. Diese Ablagerungen werden heute häufig als Baumaterialien genutzt.

Die mächtigen Kiesablagerungen enthalten viel Grundwasser und filtern unser Trinkwasser.

2.4 Gesteine – Zeugen geologischer Vorgänge

Die Erdkruste besteht aus vielen verschiedenen Gesteinen. Granite und Gneise beispielsweise blieben seit Urzeiten unverändert; die ältesten Gesteine sind vier Milliarden Jahre alt. Andere werden ständig neu gebildet oder umgewandelt. Gesteinsbildungen sind sehr langsame Vorgänge, von denen wir an der Erdoberfläche wenig spüren und wenig zu sehen bekommen. Bei einem Vulkanausbruch lässt sich mitverfolgen, wie Magma zu Lavabrocken erstarrt und sich aus heissem Wasser Kalkstein ablagert.



Gesteine und Rohstoffe entstehen und vergehen – ein ewiger Kreislauf. Quelle: focusTerra

Unterschiedliches Gestein bildet sich durch unterschiedliche Prozesse:

- Die Erstarrungsgesteine (magmatische Gesteine) entstehen aus flüssigem Magma und Lava.
- Die Ablagerungsgesteine (Sedimentgesteine) sind Reste von Tieren, Pflanzen und von Gesteinen, die verwitterten und durch die Einwirkung von Eis, fließendem Wasser und Wind transportiert, abgelagert und im Laufe der Zeit zu Stein wurden.
- Die Umwandlungsgesteine (metamorphe Gesteine) entstehen durch die Einwirkung von Hitze und Druck auf bestehende Gesteine. Sie werden dadurch verändert.

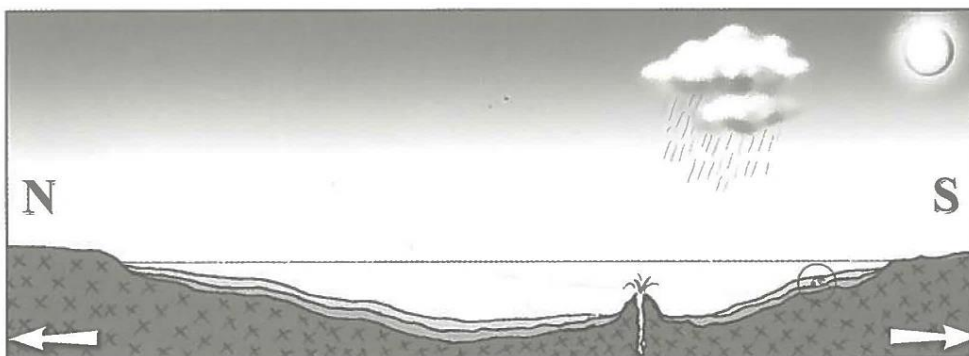
2.5 Was haben die Alpen mit Rohstoffen zu tun?

a) *Stimmen folgende Behauptungen wirklich? Beantworte die Fragen, nachdem du die Abbildungen studiert hast.*

1. Das Ur-Mittelmeer bedeckte einst die Alpen.
2. Spaziergänger haben auf dem Pilatus (auf 2120 m ü. M.) versteinerte Muscheln gefunden.
3. Eisen und Gold waren einmal tief im Erdinneren verborgen.
4. In der Schweiz gibt es nur alle paar Jahre ein Erdbeben.

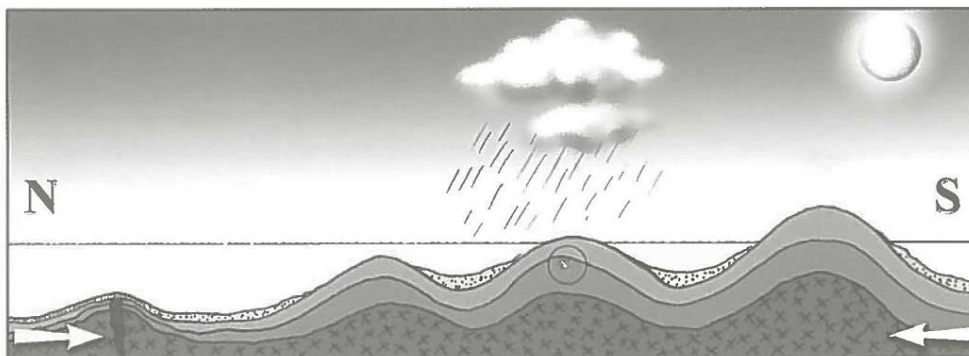
b) *Betrachte zuerst die Abbildungen, und halte deine Beobachtungen fest.*

- Was kannst du darauf erkennen?
- Was verändert sich von einer Skizze zur anderen?
- Welche Erklärungen gibt es dazu?

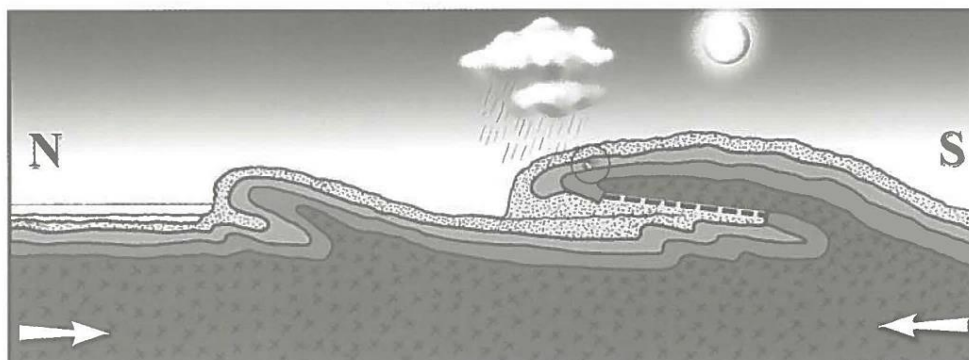


1. Das Ur-Mittelmeer (Tethys-Meer) vor rund 200 Mio. Jahren bedeckt die Gesteinsschichten der späteren Alpen. Die europäische und afrikanische Erdplatte driften auseinander.

○ Verfolge den Standort der Muschel



2. Seit rund 90 Mio. Jahren bewegen sich die Platten aufeinander zu, stossen zusammen. Die afrikanische Platte schiebt sich über die europäische.



3. Vor rund 30 Mio. Jahren beginnen die Alpen wegen der Kräfte im Erdinneren in die Höhe zu wachsen.

Diese drei Skizzen stellen stark vereinfacht dar, wie sich die Alpen gebildet haben könnten. Es sind Modelle von Vorgängen, die Millionen von Jahren dauern.

Quelle: Schulverlag plus

Skizze 1: Ur-Mittelmeer (Tethys)

Die heute schroffen Gipfel wie das Stockhorn, der Pilatus und der Säntis bildeten vor über 200 Millionen Jahren den Meeresboden in einem flachen Meer. Das Klima war tropisch. Im Meer lebte eine Vielzahl von Tieren. Auf dem Meeresboden nahe der Küste lagerten sich grosse Mengen von Materialien ab, so unter anderem Kalk, Mergel, Gips und Salz.

Während rund 100 Millionen Jahren öffnete sich dieses Ur-Mittelmeer wegen der Verschiebung der Kontinente ständig weiter. Der Urkontinent zerfiel. Die Kontinentalplatten von Afrika und Europa drifteten auseinander. Das Ur-Mittelmeer wurde breiter und tiefer.

Skizze 2: Kollision der afrikanischen und europäischen Platte

Seit rund 90 Millionen Jahren bewegen sich die afrikanische und die europäische Platte wieder aufeinander zu. Die abgelagerten Schichten wurden vorerst nur leicht zusammengeschoben. Erste Falten bildeten sich und ragten aus dem Ur-Mittelmeer heraus. Sobald Gesteine aus dem Meer aufragten, sind sie der Verwitterung ausgesetzt. Die verwitterten Gesteine wurden ins Meer gespült. Die ersten Ablagerungen/Sedimentschichten der langsam wachsenden Alpen entstanden.

Skizze 3: Die Alpen wachsen in die Höhe

Der Druck der afrikanischen Platte von Süden her wurde stärker. Die Falten kippten um, legten sich aufeinander. Die obersten deckten die unteren zu. Ehemalige Meeresablagerungen bildeten nun Berggipfel.

Die Alpen wurden immer höher. Flüsse transportierten riesige Mengen von zerfallenem Gesteinsmaterial ins Flachland und ins Meer, das damals das heutige Mittelland bedeckte. Dieses Meer heisst Molassemeer. Darin entstanden neue Ablagerungs- respektive Sedimentschichten aus dem Schutt der Alpen, die deshalb als Molasse bezeichnet werden: Nagelfluh-, Sandstein- und Mergelschichten.

Alpen, Mittelland und Jura entstehen

Die Alpen wuchsen, in erdgeschichtlichen Verhältnissen gedacht, «rasch» empor. Von Süden drückte die afrikanische Kontinentalplatte, von unten wurde die Erdkruste angehoben. Dies führte zu Rissen in den Gesteinen, in denen Eisenerz, Gold oder Kristalle entstehen konnten. Im Zentrum der Alpen kam es auch zu einer starken Abtragung durch Flüsse und Gletscher, und die tieferen Schichten des aufgefalteten Gebirges kamen zum Vorschein.

Erst seit rund 5 Millionen Jahren wird das Jura Gebirge aufgefaltet. Es besteht hauptsächlich aus Ablagerungsgesteinen aus dem Ur-Mittelmeer: aus Kalken, Gips und Steinsalz.

Das rund 700 Kilometer breite Gebiet des Ur-Mittelmeers wurde in der Erdneuzeit auf 100 Kilometer Gebirge zusammengeschoben! Auch heute wachsen die Alpen jährlich um etwa 1,5 Millimeter in die Höhe. Dabei verringert sich die Entfernung zwischen der Nord- und der Südgrenze der Schweiz pro Jahr um rund 3 Millimeter: Das Gebiet der Schweiz wird also weiter «zusammengestaucht». Wir spüren von diesem Vorgang wenig, doch die Seismografen – empfindliche Messinstrumente, die alle Erschütterungen der Erdkruste aufzeichnen – melden fast täglich ganz leichte Erdbeben auf Schweizer Boden. Nur selten werden etwas stärkere Beben registriert, die auch wir Menschen wahrnehmen. Informationen dazu finden sich unter www.seismo.ethz.ch (latest earthquakes = jüngste Erdbeben).

2.6 Entstehung von Goldlagerstätten

Gold hat den Menschen schon immer fasziniert und in der Vergangenheit zu regelrechten Goldräschen an verschiedenen Orten auf der Welt geführt.

a) Welche Goldräschen sind dir bekannt, und wann fanden sie ungefähr statt?

Doch weshalb gab es in gewissen Gebieten so viel Gold? Was zeichnet diese Gebiete aus? Wie entstehen Goldlagerstätten? Nachfolgende Texte geben dir Antworten auf diese Fragen.



Gold in Gängen (Ganglagerstätten)

In der Umgebung von Magma kann sich Wasser in der Tiefe erhitzen und Metalle wie Gold aus dem Umgebungsgestein lösen. Dringt dieses Wasser beim Aufsteigen in Felsspalten ein, kühlt es sich ab, und das Gold kristallisiert aus.



Gold in Seifen (Seifenlagerstätten)

In Flüssen verwittern goldhaltige Gesteine. Aufgrund des hohen Gewichts und der guten Beständigkeit reichert sich Gold an. Dasselbe Prinzip wird beim Goldwaschen angewendet: Durch das Sieben sinken die Plättchen zu Boden.

Quelle: Schulverlag plus

b) Auch in der Schweiz wurde schon Gold gefunden. Kennst du Orte, an denen dieses berühmte Metall gewonnen wurde? Recherchiere im Internet nach solchen Orten. Um welchen Typ von Goldlagerstätten handelt es sich dort jeweils?

3. Auf Schatzsuche – früher und heute

Dieses Kapitel geht auf die Rohstoffsuche und die Methoden des Rohstoffabbaus ein. Ausserdem werden einige bekannte Bergbauprodukte miteinander verglichen.

3.1 Menschen fördern Rohstoffe

Viele Mineralien und Gesteine werden von den Menschen aus der Erdkruste gewonnen, um daraus Produkte für die unterschiedlichsten Verwendungszwecke herzustellen. Unsere moderne Wirtschaft benötigt riesige Mengen mineralischer Rohstoffe. Das Suchen, Gewinnen und Fördern sowie das Aufbereiten dieser Schätze aus dem Boden wird unter dem Begriff «Bergbau» zusammengefasst.

Suche und Abbau von Rohstoffen

Bis wissenschaftliche Prospektionsmethoden Einzug hielten, war der Mensch auf zufällige Funde von Rohstofflagerstätten angewiesen. Heute arbeiten bei der Suche nach neuen Lagerstätten Teams mit Spezialisten aus verschiedenen geowissenschaftlichen Fachrichtungen zusammen. Ist eine Lagerstätte gefunden, wird sie zunächst eingehend geprüft: Liegt der Rohstoff in genügend grosser Menge vor,



Kupfermine in Mexico aus dem Weltall betrachtet. Quelle: NASA

sodass sich ein Abbau wirtschaftlich lohnt? Wie gross ist die Lagerstätte? Ist sie technisch erschliessbar? Nach diesen Abklärungen, im Fachjargon Exploration genannt, erfolgen die Erschliessung und der Abbau der Lagerstätte.

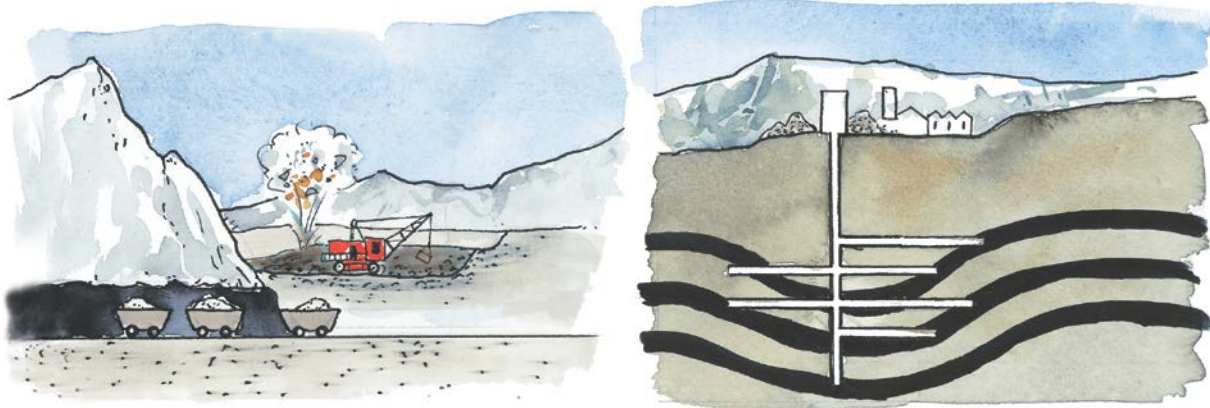
Das gewonnene Material wird auf Wagen, Band- oder Kettenförderern zum Schacht transportiert und dort zu Tage gebracht.

Tagebau und Untertagebau

Liegen Lagerstätten an der Erdoberfläche, kann der Abbau im Tagebau erfolgen, beispielsweise im Steinbruch mit Sprengstoff oder mit Baggern. Bauxit, der Rohstoff für die Aluminiumherstellung wird meistens im Tagebau gewonnen. Ganze Berge werden dabei abgetragen. Lagerstätten von Rohstoffen lassen sich je nach ihrer Lage auch durch waagrechte Stollen erreichen, die heute mithilfe grosser Bohrmaschinen vorangetrieben werden.

Liegt die Lagerstätte tief unter der Erdoberfläche, müssen senkrechte Schächte angelegt werden. Der Rohstoff wird dann «unter Tage» abgebaut. Vom Zentralschacht aus werden horizontale Stollen – sogenannte Strecken – vorangetrieben. Mit dem Förderkorb müssen die Minenarbeiter oft mehrere Hundert Meter in die Tiefe zu ihrer Arbeitsstelle gebracht werden. Kohle, Erze und Edelsteine werden oft im Untertagebau gefördert.

- a) *Studiere nachfolgenden Bilder. Versetze dich in die Lage eines Minenarbeiters, der im Tagebau oder Untertagebau arbeitet. Wie stellst du dir seinen Alltag vor? Wie sind die Arbeitsbedingungen in der Mine?*
- b) *Vergleiche den Kleinbergbau mit dem industriellen Bergbau.*



Beim Tagebau (links) wird an der Erdoberfläche abgebaut; beim Untertagebau (rechts) mit Schächten im Erdinnern.
Quelle: Schulverlag plus

Die meisten Rohstoffe werden industriell abgebaut. Etwa 15 bis 20% der Rohstoffe werden im Kleinbergbau gewonnen.

Kleinbergbau

Industrieller Abbau

Tagebau



Goldabbau in der Demokratischen Republik Kongo.
Foto: Mirko Winkler/Swiss TPH



Kohleabbau in Deutschland.
Foto: Ralf Peter Reimann/Flickr

Untertagebau



Goldabbau in Guinea.
Foto: Mirko Winkler/Swiss TPH



Kohleabbau in Grossbritannien.
Foto: UK Coal

3.2 Bergbauprodukte in der Übersicht

Bergbauprodukte: Abbau, Verwendung und Vorrat. Quelle: Schulverlag plus

	Abbauarten und Verarbeitung	Förderorte, z. B.	Verwendung, z. B.	Geschätzter Vorrat in Jahren
Bauxit (Aluminium)	Vorwiegend Tagebau. Verarbeitung zu Tonerde, Verarbeitung zu Aluminium erst in energiereichen Ländern	Australien, China, Brasilien,	Flugzeug- und Autoindustrie, Verpackungen, Bauwesen	ca. 1000
Eisenerz	Meist im Untertagebau, Verhüttung zu Eisen unter Verwendung von Steinkohle und Veredelung zu Stahl	China, Australien, Brasilien, Indien, Russland	Maschinenindustrie, Transportmittel (Auto, Bahn, Schiffe)	ca. 100
Kupfer	Erzförderung vorwiegend im Tagebau, direkte Einschmelzung am Gewinnungsort	Chile, China, Peru, USA, Australien, Russland, DR Kongo, Sambia	Elektronik- und Telekommunikationsindustrie, Bauwesen	ca. 30
Gold	Untertags in Bergwerken oder im Tagebau	China, Australien, USA, Russland, Peru, Südafrika	Schmuck, Elektronik, Banken	ca. 30

- Suche in deinem Atlas die hier aufgeführten Länder und Regionen. Auf den Wirtschaftskarten sind die Rohstoffe mit Symbolen eingezeichnet.
- Zeichne die Symbole für die entsprechenden Rohstoffe zum jeweiligen Begriff auf dieses Blatt.
- Wähle zwei Rohstoffe aus. Markiere auf einer Weltkarte, wo sie hauptsächlich gefördert werden.
- Versuche herauszufinden, wohin diese Rohstoffe zur Verarbeitung transportiert werden und was alles aus diesen Rohstoffen hergestellt wird.

4. Ohne Rohstoffe kein Handy²

Wahrscheinlich brauchst du es täglich und möchtest kaum je wieder darauf verzichten: dein Handy. Doch hast du dir schon einmal überlegt, was eigentlich in deinem Mobiltelefon steckt? Denn ohne Rohstoffe läuft hier gar nichts.

Im Museum wirst du dem Inhalt deines Mobiltelefons auf die Spur kommen und es so aus einem neuen Blickwinkel betrachten. Im Anschluss an den Museumsbesuch findet unter dem Titel «Das Handy – geliebter Begleiter um jeden Preis?» eine Talkshow statt, in der du die Meinung einer bestimmten Person vertreten sollst.

Im Zentrum dieser Talkshow stehen zwei Fragen:

1. Welche Herausforderungen bestehen bei der Handyproduktion und -nutzung?
2. Wie könnte eine nachhaltige Handyproduktion und -nutzung aussehen und umgesetzt werden?

In der Talkshow diskutieren folgende Personen:



Handy-Verkäufer



Minenarbeiterin

1. Welche Herausforderungen bestehen bei der Handyproduktion und -nutzung?
2. Wie könnte eine nachhaltige Handyproduktion und -nutzung aussehen und umgesetzt werden?



Umweltaktivistin



Besitzer
Recyclinghof



UNO-Menschenrechtler

² Die Aufgabe basiert auf der Handy-Rohstoffbox von Britta Bookhagen vom IASS Potsdam (2012).

Glossar

Begriff	Definition
Rohstoffe	
Vorkommen	
Lagerstätte	
Mineralien	
Erz	
Prospektion	
Exploration	
Rohstoffförderung	
Ressourcen	
Reserven	