

Rohstoffe – Entstehung, Gewinnung und Verwendung

Lehrerkommentar



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

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

Rohstoffe – Entstehung, Gewinnung und Verwendung

Lehrerkommentar

Ausstellung «BodenSchätzeWerte – Unser Umgang mit Rohstoffen»

Die Ausstellung «BodenSchätzeWerte» eignet sich aufgrund ihrer ganzheitlichen Betrachtungsweise der Rohstoffthematik hervorragend zur Schulung von Kompetenzen innerhalb der Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE). Die Ausstellung informiert über den gesamten Rohstoffkreislauf: Entstehung mineralischer Rohstoffe, Abbau, Weiterverarbeitung, Nutzung, Entsorgung respektive Wiederverwertung. Dabei werden die unterschiedlichen Interessen beleuchtet, die auf den Rohstoffkreislauf einwirken: Geologie und Umwelt, Material und Technik, Handel und Wirtschaft, Ethik und Gesellschaft, Recht und Politik.

Die Ausstellung und die dazugehörigen Lehreinheiten fördern das Denken in Zusammenhängen und das kritische Beurteilen von Sachverhalten. Zudem werden konkrete Handlungsmöglichkeiten für einen ressourcenschonenden Umgang mit Rohstoffen aufgezeigt. Es wird versucht, einen hohen Alltagsbezug zu schaffen, um das Interesse der Schülerinnen und Schüler (SuS) zu wecken und sie zum Denken anzuregen. Die Lehreinheiten basieren auf dem Prinzip der Exemplarität, das sich bei Themen des globalen Lernens besonders anbietet. Die Sachverhalte werden aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet, um eine differenzierte und neutrale Betrachtung zu gewährleisten. Dabei kommt Werthaltungen im Zusammenhang mit einer schonenden Nutzung der Ressourcen ein grosses Gewicht zu.

Zur Ausstellung werden insgesamt drei Lehreinheiten mit unterschiedlichen Schwerpunkten angeboten. Während eines Besuchs der Ausstellung ist die Bearbeitung einer Lehreinheit vorgesehen.

Folgende Lehreinheiten stehen zur Verfügung:

Lehreinheit	Schwerpunkte
Rohstoffe – Entstehung, Gewinnung und Verwendung	Geologie, Abbaumethoden, Verwendung und Bedeutung von Rohstoffen
Chancen und Risiken der Rohstoffnutzung	Folgen des Rohstoffabbaus, aktuelle Fragen zur Rohstoffnutzung
Rohstoffe und ich	Rohstoffkonsum, Rohstoffkreislauf, Handlungsmöglichkeiten für einen nachhaltigen Umgang mit Rohstoffen

Darum geht es in der Lehreinheit

Die erste Lehreinheit beinhaltet die geologische Entstehung, den Abbau und wichtige Anwendungen von mineralischen Rohstoffen. Thematisiert werden in diesem Zusammenhang bekannte Rohstoffe wie Erdöl, Erdgas, Gold oder Aluminium, aber auch weniger bekannte wie die Seltenen Erden. Die Schwerpunkte liegen hier im Bereich der Geologie und Anwendungen, wobei in Teilaufgaben auch sozioökonomische Aspekte betrachtet werden. Bei den Aufgaben wird versucht, den Bezug zu den Lernenden, zur Schweiz oder zur aktuellen Technik aufzuzeigen.

Lernziele

- Die SuS können geologische Prozesse mit der Rohstoffbildung in Verbindung bringen.
- Die SuS können Unterschiede zwischen früheren und heutigen Abbaumethoden beschreiben.
- Die SuS kennen bestimmte Eigenschaften und Anwendungen von Rohstoffen.
- Die SuS wissen, welche Rohstoffe für die Menschheit von besonderer Bedeutung sind.

Vorwissen

- Erdaufbau
- Grundlagen Plattentektonik und Geologie (Erdplatten, Kontinentaldrift, Vulkanismus, Gesteinskreislauf)
- Klimazonen
- Begriff Nachhaltigkeit

Stufe

Sekundarstufe I und II

Material/Vorbereitungen

- Schreibzeug und separates Notizpapier
- Schreibunterlage (im Museum)
- Internet (in der Schule)
- Beim Museumsbesuch müssen für die Talkshow-Aufgabe «Ohne Rohstoffe kein Handy» die Rollen vorher bekannt und verteilt sein. Die Rohstoffboxen und dazugehörige Unterlagen können in der Bibliothek Erdwissenschaften ausgeliehen werden. Bitte per E-Mail (info_focusTerra@erdw.ethz.ch) oder Telefon (044 632 62 81) bei *focusTerra* reservieren.
- Aufgrund der Platzverhältnisse empfiehlt es sich, die fünf Aufgaben im Museum in Gruppen zu bearbeiten. Die Aufgaben sind nicht aufeinander aufbauend.

Hinweise zur Durchführung

Die Unterlagen bestehen aus zwei Teilen: Der erste Teil dient sowohl der Vorbereitung auf den Museumsbesuch als auch der Nachbereitung. Dabei werden wichtige Begriffe eingeführt und wesentliche Grundlagen erarbeitet. Der zweite Teil besteht aus Aufträgen, die in der Ausstellung ausgeführt werden sollen. Die Kapitel in den vorbereitenden Unterlagen wurden jeweils gleich benannt wie die Museumsaufträge und enthalten zum Teil einige Unterkapitel. So ist klar ersichtlich, welche Kapitel für welche Aufgabe relevant sind. Beim Arbeitsmaterial Schule gibt es ein Glossar, wo die SuS wichtige Begriffe notieren sollen.

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Themen der Lehreinheit:

Aufgaben Museum	Unterkapitel in den vorbereitenden Unterlagen
1. Die Bedeutung von Rohstoffen	1.1 Was sind Rohstoffe?
	1.2 Menschen nutzen Rohstoffe
	1.3 Zeitepochen
	1.4 Die Geschichte der Menschheit ist auch die Geschichte der Energierohstoffe
2. Wie Rohstoffe entstehen	2.1 Die Erdkruste in Bewegung
	2.2 Das Klima auf der Erde verändert sich
	2.3 Wie Rohstoffe entstehen – das Klima hilft mit
	2.4 Gesteine – Zeugen geologischer Vorgänge
	2.5 Was haben die Alpen mit Rohstoffen zu tun?
	2.6 Entstehung von Goldlagerstätten
3. Auf Schatzsuche – früher und heute	3.1 Menschen fördern Rohstoffe
	3.2 Bergbauprodukte in der Übersicht
4. Ohne Rohstoffe kein Handy	Kein Unterkapitel
5. Yttrium, Praseodym, und Europium ... Wie bitte?	Keine vorbereitenden Unterlagen

Zeitbedarf

- Museum: ca. 90 Min. für alle Aufgaben (Orientierung an Sek II)
- Schule: ca. 4–6 Lektionen

Lösungen

Es gibt Lösungen für die vorbereitenden Arbeitsmaterialien zur Ausstellung nur dort, wo es sinnvoll ist. Vor den Lösungen ist jeweils die Taxonomiestufe nach Bloom (K1–K6) angegeben.

Arbeitsmaterial Schule

1.1 a)

Luft, Boden, Wasser				
Rohstoffe				
Biologische Rohstoffe		Mineralische Rohstoffe (Bodenschätze)		
Pflanzliche Rohstoffe	Tierische Rohstoffe	Metallische Rohstoffe	Nicht metallische Rohstoffe	Energierohstoffe
Holz	Fleisch	Eisen	Salz	Erdöl
Baumwolle	Milch	Kupfer	Schotter	Erdgas
Getreide	Fische	Gold	Kies	Kohle
Soja	Wolle	Silber	Sand	Uran
Ölfrüchte	Leder	Zinn	Ton	
Kaffee	Honig	...	Gips	
Früchte	
...				

1.3 a) Bronze ist eine Legierung zwischen Kupfer und Zinn. Bronze weist eine höhere Härte sowie Elastizität auf.

1.3 b) Eisen wurde in Lehmöfen gewonnen. Die Öfen wurden mit Holzkohle und eisenhaltigem Gestein gefüllt und auf eine Temperatur von rund 1000°C geheizt. Dabei trennt sich das Eisen vom Gestein. In den Öfen wurden Öffnungen angebracht, wo die Schlacke (nichtmetallische Rückstände) herausrann. Die Luppe, das gewonnene Eisen, konnte anschliessend als Klumpen herausgeholt werden. Dieser enthält jedoch immer noch Verunreinigungen, welche durch mehrmaliges Erhitzen und anschliessendes Schmieden herausgearbeitet werden konnten. Die Menschen brauchten Kenntnisse über das Vorkommen von Eisenerzen, Schmelztemperaturen von Eisen sowie Schmiedetechniken.

1.4 a) Prometheus, aus dem Griechischen: der «Vorausdenkende», war einer der Titanen in der griechischen Mythologie. Als Sohn des Titanen Iapetos und der Okeanide Klymene und als Bruder von Atlas und Epimetheus zeichnete er sich im Gegensatz zu Letzterem durch Klugheit und vielerlei Kenntnisse aus. Er galt als Kulturbringer und Wohltäter der Menschen. Zugunsten der Menschen versuchte er, Zeus zu betrügen, welcher der Menschheit zur Strafe das Feuer entzog. Als Prometheus dieses stahl und zur Erde zurückbrachte, sandte Zeus Pandora zu den Menschen, die diesen die berühmte Büchse mit allerlei Übeln und Krankheiten bescherte. Den Frevler selbst liess Zeus an einen Fels schmieden, wo ihm ein Adler täglich die Leber zerfrass, die sich nachts wieder erneuerte, bis der Leidende schliesslich von Herakles erlöst wurde.

2.5 a) 1. Nein, denn zur Zeit des Ur-Mittelmeers waren die Alpen noch nicht aufgefaltet.

2. Ja.

3. Ja.

4. Nein, es gibt fast täglich kleine Erdbeben, die jedoch nicht verspürt werden.

3.1 a)

Merkmal	Kleinbergbau	Industrieller Bergbau
Abbaumethode	Handarbeit, einfachste Methoden (z. B. Schürfen)	Maschinell, moderne Technologien
Abbauort	Oberflächlich und unterirdisch	Oberflächlich und unterirdisch
Arbeitssicherheit	Gering	Hoch
Abbaumenge	Klein	Gross
Gesetzliche Regelung	Abbau oft illegal	Abbau meist legal

Arbeitsmaterial Museum

1. Die Bedeutung von Rohstoffen (15 Min.)

a) K6: Individuelle Antworten.

Mögliche Rohstoffe:

- Erdöl → verbessertes Transportwesen
- Steinkohle → Industrialisierung durch höheren Brennwert und Verarbeitung von Stahl
- Holzkohle → Gewinnung von Eisen
- Tone → Keramik
- Holz → Feuer

b) K4: Bei den Energierohstoffen (Erdöl, Erdgas, Kohle, Uran) müssten wir unseren Verbrauch einschränken, da sie nicht erneuerbar sind. Auch gibt es ungelöste Probleme wie der Klimawandel (Erdöl, Erdgas, Kohle) oder die Entsorgung/Endlagerung (Uran). Das heisst, wir würden vermehrt von den erneuerbaren Energierohstoffen (Wasser, Wind, Sonne) leben.

2. Wie Rohstoffe entstehen (20 Min.)

a) K3: Bedingungen:

- Geografische Lage: Äquator
- Klima: warm-feucht (tropisches Klima)
- Plankton in den Meeren
- Flaches, warmes Meer

b) K2: Das **Aluminiumerz Bauxit** entsteht in Gebieten mit viel **Niederschlag** und tropischem Klima. Durch das **Wegwaschen** von löslichem Gestein bleiben **unlösliche Metalle** wie Aluminium zurück und reichern sich an der Erdoberfläche an. Man spricht hier von einer **Residuallagerstätte**. Brasilien liegt in den Tropen und erfüllt somit diese Bedingungen.

c) K5: Bedeutendste Rohstoffgruppe: Schotter, Kies, Sand.

In der Schweiz gab es in den letzten 2,7 Millionen Jahren immer wieder Eiszeiten mit Gletschern, die grosse Schotterablagerungen zurückliessen. Flüsse transportierten

Gesteinsmaterial von den Alpen ins Mittelland und lagerten es dort als Kies und Sand ab. Frühere Ablagerungen wurden dadurch teilweise überdeckt.

3. Auf Schatzsuche – früher und heute (20 Min.)

- a) K6: Mögliche Inhalte zur Geschichte:
 - Zeitraum: vor dem 20. Jahrhundert
 - Rohstoffe: z. B. Gold (Fluss), Erdöl, Erdgas, Kohle, Metalle, Kristalle, Salz (Berge)
 - Hilfsmittel: Werkzeuge (Hammer, Schaufel, Sieb, Karte)
 - Vorgehensweise: Suche an der Erdoberfläche, sehr lokal, sehr aufwändig, viel körperliche Arbeit

- b) K4: Unterschiede zu früher:
 - Mehr elektronische Geräte als Hilfsmittel
 - Geringere körperliche Belastung
 - Exploration in grössere Tiefe
 - Exploration aus der Luft
 - Genauere Prognose

Entscheid über Abbau:

- Abbau muss sich wirtschaftlich lohnen

- c) K5: Strategie:
 - Flugzeug → Grober Überblick über Gebiet → Erste Einschätzung
 - Truck → Kleineres Gebiet, mehr Details → Entscheid über Bohrung
 - Bohrung → Erst am Schluss, da teuer

4. Ohne Rohstoffe kein Handy (20 Min.)

- a) K2 und b) K3

Name und daraus zu gewinnender Rohstoff	Anwendung im Handy
Tonmineral	Isolatoren der Antenne
Gold	Kontakte auf der Leiterplatte
Magnetit → Eisen (Fe)	Schrauben
Bauxit → Aluminium (Al)	Aluabdeckungen
Quarz → Silizium (Si)	Display
Lepidolith → Lithium (Li)	Akku
Chalkopyrit → Kupfer (Cu)	Drähte
«Coltan» → Tantal (Ta)	Kondensatoren
Ölschiefer → Erdöl	Gehäuse

c) K6: Handyverkäufer:

- Ohne Tantal läuft kein Handy (Kondensatoren) → Verzicht ist nicht möglich
- Boykott trifft vor allem die arme Bevölkerung

Minenarbeiterin:

- Hohe körperliche Belastung
- Unfälle
- Gesundheitsrisiken
- Kinderarbeit
- Lukratives Einkommen, keine Alternativen

Umweltaktivistin:

- Schädliche Luftemissionen
- Chemikalien in Wasser und Böden (z. B. Quecksilber)
- Hoher Wasserverbrauch
- Rekultivierung von Minen und Eindämmen von Umweltschäden ist möglich

UNO-Menschenrechtler:

- Abbau findet oft illegal und ohne staatliche Kontrolle statt
- Rebellen oder Milizen finanzieren ihre Kriege mit Rohstoffhandel
- Verletzung von Menschenrechten durch Rohstoffabbau (z. B. Kinderarbeit)
- Konflikt im Kongo forderte bisher über 5 Millionen Todesopfer

Besitzer Recyclinghof:

- Die Stadt ist eine Rohstoffmine
- Die Handys enthalten wertvolle Rohstoffe, die wieder genutzt werden können
- Geringere Umweltbelastung durch Urban Mining im Vergleich zur Neugewinnung von Rohstoffen

5. Yttrium, Praseodym, und Europium ... Wie bitte? (15 Min.)

- a) K2: Die Metalle der Seltenen Erden sind gar nicht so selten, wie ihr Name suggeriert. Selten sind jedoch grössere Lagerstätten von Mineralien mit den Seltenen Erdelementen, bei denen sich der Abbau wirtschaftlich lohnt.
- b) K3: Anwendungsbeispiele je nach Metall: Medizin- und Elektronikbranche sowie Hightechindustrie ist stark abhängig von Metallen der Seltenen Erde.

Weiterführende Lehrmittel und Informationen

- Rohstoffe – Energie. Schulverlag plus.
Grundlage für Aufgaben und Texte im Lehrmittel zur Ausstellung «BodenSchätzeWerte».
<http://www.schulverlag.ch/platform/apps/shop/detail.asp?MenuID=3598&Menu=1&ID=5997&Item=20.11.4.1.2&artId=5739&>
- Die Rohstoff-Expedition: Entdecke, was in (d)einem Handy steckt! IASS Potsdam
Handy-Rohstoffboxen können von *focusTerra* ausgeliehen werden. Grundlage für Aufgabe 4 im Lehrmittel zur Ausstellung «BodenSchätzeWerte».
<http://www.die-rohstoff-expedition.de/die-rohstoff-expedition/um-was-gehts.html>
- Lehren und Lernen rund um das Handy. Praktischer Umweltschutz Schweiz.
Unterrichtsdossier zum Thema Handy.
<http://www.pusch.ch/index.php?pid=522&l=de.html>
- Was steckt drin? Das Handy. Einstein, SRF.
Kurzbeitrag (4:18 Minuten) der Wissenssendung «Einstein» über die Bestandteile des Handys.
<http://www.srf.ch/play/tv/einstein/video/%C2%84was-steckt-drin%C2%93-%C2%96-das-handy?id=ef429728-0072-42b8-b320-8275e4b538ff>
- Check your Phone – Wie nachhaltig ist das Smartphone? Bildungszentrum WWF.
Welche Auswirkungen hat das Smartphone auf die Bereiche Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt? Lernvideo (5:24 Minuten) mit Begleitdokumentation für Berufsschulen.
Unterlagen: http://assets.wwf.ch/downloads/lernvideo_begleitdokumentation_2.pdf
Video: <https://www.youtube.com/watch?v=veVNd9xCqIs>
- Mobile Kommunikation – Umweltbewusst handeln. Informationszentrum Mobilfunk.
Materialpaket mit Arbeitsblätter, Grafiken und Videos für 5. bis 8. Schuljahr.
<http://www.schulprojekt-mobilfunk.de/content/materialien-zum-thema-umwelt#header>
- Mobiltelefone: Smarte Technik – schmutziges Geschäft. Erklärung von Bern.
Knappes Themenheft der NGO zur Produktionskette eines Handys.
https://www.evb.ch/shop/product/themenheft_mobiltelefone/
- Die Zukunft in der Tasche. BAFU: S. 14–17.
Texte und Aufgaben zur Lebensgeschichte eines Handys.
http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01056/index.html?lang=de&show_kat=/publikationen/00023
- Hallo Rohstoff. VSA.
Web-basierte Datenbank mit Informationen zu einzelnen Rohstoffen.
<http://www.hallorohstoff.ch/>
- Stein. Nagra
Taschenbuch zu Geologie und Gesteinen der Schweiz.
<http://www.nagra.ch/display.cfm/id/100081>

Impressum

Herausgeberin:

focusTerra – ETH Zürich in Zusammenarbeit mit dem Schulverlag plus AG, Bern

Autorenteam:

Dr. Bettina Gutbrodt

Lara Läubli

Bruno Bachmann

© *focusTerra* – ETH Zürich, 2015