

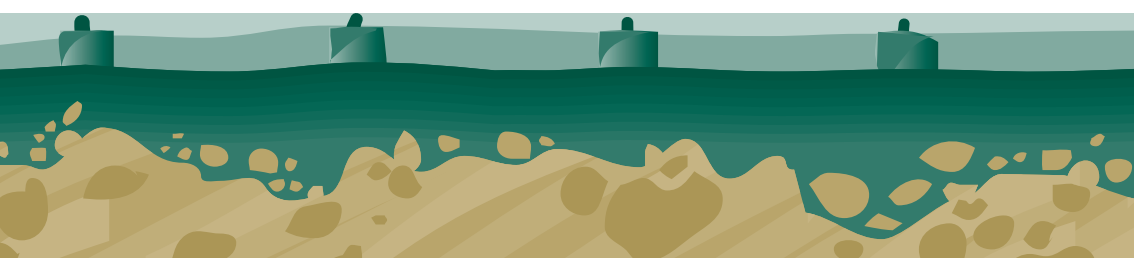
SCHÄTZE im BERG

von der Prospektion zur Exploration

Foto: R. Holnsteiner



Abenteurer Goldwaschen

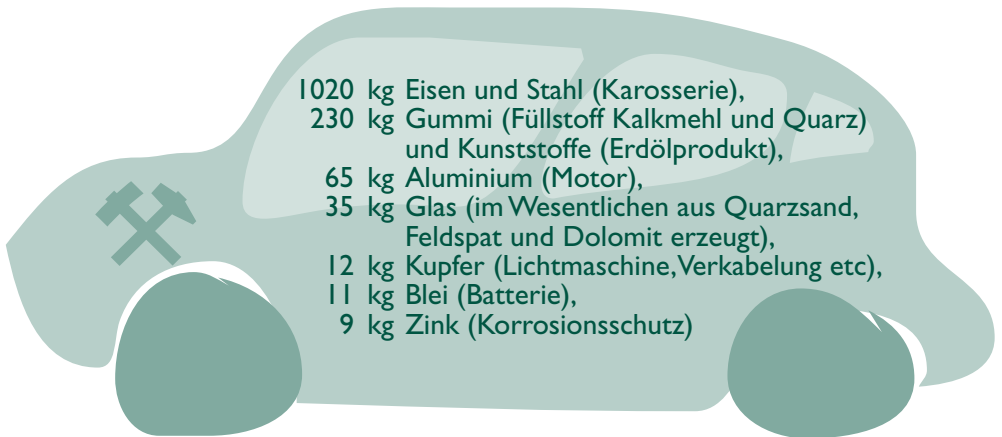


Nahezu alles, was wir ...

...für unser tägliches Leben benötigen, besteht aus mineralischen Rohstoffen. Die Bereitstellung mineralischer Rohstoffe durch Bergbau zählt wie die Landwirtschaft zur Urproduktion.

Die Verfügbarkeit von Rohstoffen in ausreichender Menge, Qualität und zu günstigen Preisen ist eine entscheidende Voraussetzung für den gesicherten Fortbestand und Weiterentwicklung der Gesellschaft.

Beispielsweise besteht ein Mittelklasseauto aus:



Ohne Bergbau gibt es keine Infrastruktureinrichtungen wie Straßen, Eisenbahnen und Häuser. ✂



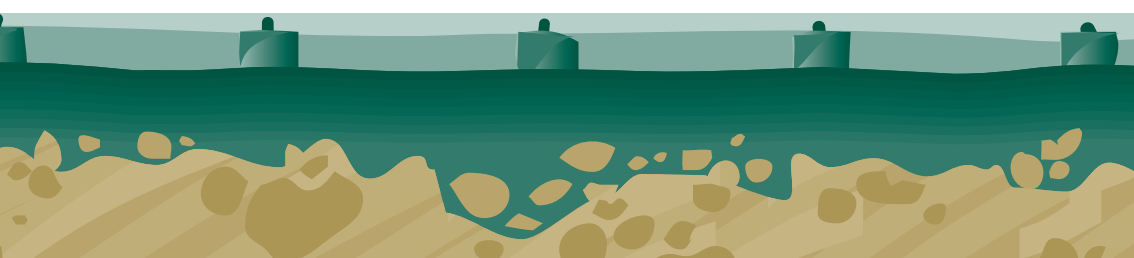
Wenn nutzbare Minerale ...

...in der Erdkruste durch natürliche Vorgänge derart angereichert sind, dass sich eine wirtschaftliche Gewinnung lohnt, spricht man von Lagerstätten.

Der Durchschnittsgehalt von Metallen in der Erdkruste ist äußerst gering. Neun Elemente (Sauerstoff, Silizium, Aluminium, Eisen, Calcium, Natrium, Kalium, Magnesium, Titan) bauen die Erdkruste bereits zu 99% auf. Die übrigen Elemente, die die wichtigsten Erze zusammensetzen, sind aber oft nur in äußerst geringen Konzentrationen angereichert (z. B.: Blei: ca. 0,002%; Zink: ca. 0,007%; Gold: ca. 0,0000005 %) 1 g/t entspricht 0,0001% (!)



Der Durchschnittsgehalt eines Elementes muss daher um ein Vielfaches übertroffen werden, um von einer Lagerstätte sprechen zu können („Anreicherungsfaktor“). Während bei Eisen ein Anreicherungsfaktor von „lediglich“ 12 erforderlich ist, sind bei anderen Metallen wie Blei, Zink oder Gold Anreicherungsfaktoren von 1000 und mehr nötig. ✂



Lagerstätten können ...

...sich aus Gesteinsschmelzen oder metallhaltigen wässrigen Lösungen bilden.

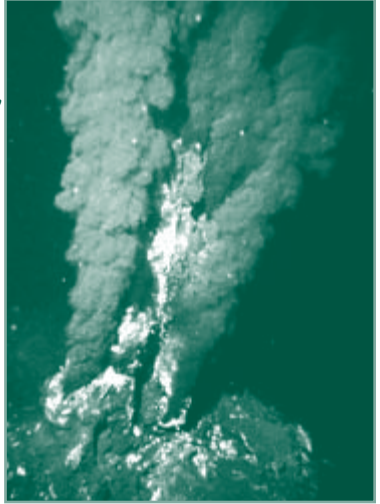
Quelle: NOAA

Durch die Verwitterung von Erzanreicherungen werden oft auffällige Gesteinsveränderungen (z.B. farbige Verwitterungshöfe) hervorgerufen, die für die Lokalisierung von Rohstoffvorkommen von großer Bedeutung sind.

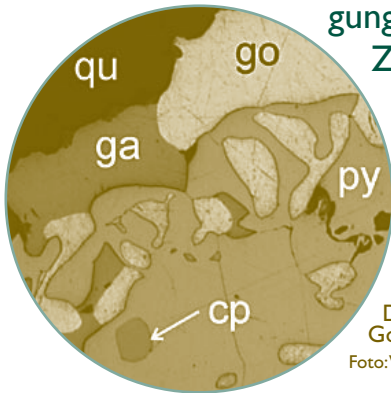
Methoden der Mikroskopie werden zur Ermittlung der mineralogischen Zusammensetzung von Rohstoffen eingesetzt.

Dadurch können die Wertstoffe, aber auch schädliche Beimengungen erkannt werden.

Zur Feststellung der chemischen Zusammensetzung von Erzen und Gesteinen werden analytische Methoden eingesetzt. Mit ihnen können auch kleinste Mineral Körner untersucht werden. ⚒



Black Smoker, aktuelle Metallbildung im Atlantik in 3000 m Tiefe



Dünnschliff eines goldhaltigen Erzes
Gold (go), Bleiglanz (ga), Pyrit (py), Kupferkies(cp), Quarz(qu)

Foto: W. Paar



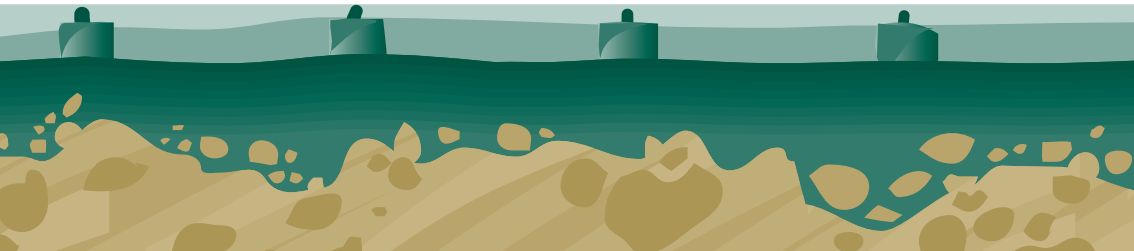
Die Entstehung verstehen ...

Für die Erforschung der Entwicklungsgeschichte eines Rohstoffvorkommens interessieren die chemischen und physikalischen Bildungsbedingungen (Temperatur und Druck). Wertvolle Informationen darüber geben auch Flüssigkeitseinschlüsse, die während des Kristallwachstums in winzigen Hohlräumen eingeschlossen werden.

Geochemische Untersuchungen ermöglichen weitere Aussagen über die Herkunft der metallhaltigen Lösungen.

Die sinnvolle Kombination all dieser Methoden zeigt, dass die Entstehungsgeschichte eines Rohstoffvorkommens gesetzmäßig verläuft, allerdings durch die dynamischen geologischen Prozesse außerordentlich kompliziert wird.

Die Kommission für Grundlagen der Mineralrohstoffforschung der Österreichischen Akademie für Wissenschaften fördert zahlreiche Projekte mit dem Ziel, diese entscheidenden Fragen aufzuklären. Um gerade die Suche nach bisher unbekanntem Rohstoffvorkommen zu erleichtern, ist es wichtig, die Ursachen ihrer Entstehung zu kennen, die Prozesse der Konzentration der Wertstoffe zu verstehen und metallogenetische Modelle zu entwickeln.



Den Spuren auf der Spur ...

Rohstoffvorkommen werden mit wissenschaftlichen Methoden gesucht (prospektiert) und untersucht (exploriert). In der Prospektionsphase werden erfolgsversprechende („höffige“) Bereiche mit geologischen, geochemischen und / oder geophysikalischen Methoden gesucht und eingegrenzt.

Foto: L. Weber



Durch die geologische Geländeaufnahme kann das Auftreten nutzbarer mineralischer Rohstoffe, welche oft an bestimmte geologische Bereiche gebunden sind, erkannt werden. ⚡

Geologische Aufnahme eines Erzausbisses

Erzminerale unterscheiden sich in ihrer chemischen Zusammensetzung vom umgebenden Gestein. Verwittern erzführende Gesteine, können in den darüber liegenden Bodenschichten oder im Wasser Spuren von Erzmineralen in fester oder gelöster Form gefunden werden.



Prospektion und Exploration

Quelle: Geol. Bundesanst., Wien



Mit Hilfe der geochemischen Prospektion können unterschiedliche Verteilungen der chemischen Elemente festgestellt und Bereiche mit anomal hohen Metallkonzentrationen mit speziellen chemischen Untersuchungsmethoden abgegrenzt werden.

Erzminerale unterscheiden sich vom umgebenden Nebengestein auch durch ihre charakteristischen physikalischen Eigenschaften (beispielsweise Dichte, Magnetismus, elektrische Leitfähigkeit, Radioaktivität). ⚡

Hubschraubergeophysik in Kärnten

Erzminerale unterscheiden sich vom umgebenden Nebengestein auch durch ihre charakteristischen physikalischen Eigenschaften (beispielsweise Dichte, Magnetismus, elektrische Leitfähigkeit, Radioaktivität). ⚡

Durch die geophysikalische Prospektion können mittels geeigneter Messverfahren (wie z. B. Gravimetrie, Magnetik, Geoelektrik, Seismik) derartige Anreicherungen identifiziert werden. Geophysikalische

Ziel: ein geologisches Modell

Messungen können sowohl am Boden als auch von der Luft aus durchgeführt werden (terrestrische und aerogeophysikalische Prospektion). ⚡

Foto: R. Hainsteiner

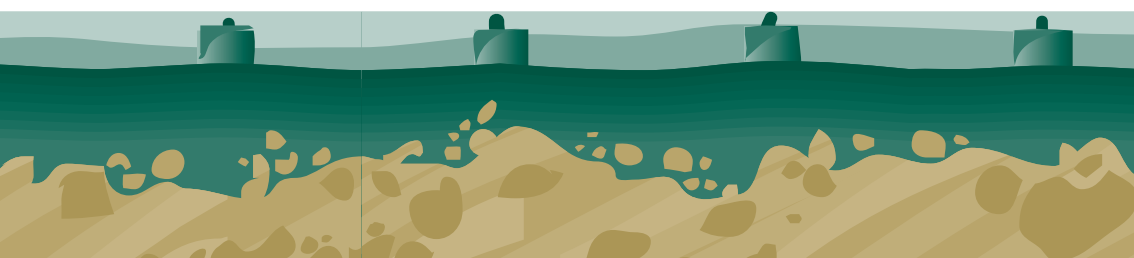


Bohrkerne aus einer Gipslagerstätte

Prospektion und Exploration werden schließlich zu einem geologischen Modell zusammengeführt.

Dies ist eine wichtige Gemeinschaftsaufgabe von Geologen, Geochemikern und Geophysikern. Sie liefern eine wichtige Entscheidungsgrundlage für den Bergmann. ⚡

In der Explorationsphase müssen die durch die Prospektion auffallenden Messergebnisse nunmehr durch künstliche Aufschlüsse (z. B. Bohrungen, Schurfschlitze, Stollen, Schächte) näher untersucht werden. Die Ergebnisse aus



SCHÄTZE aus dem BERG

regional konzentriert, aber global benötigt

Der Bergbau auf Kohle und Eisenerz war in der Zeit nach dem 2. Weltkrieg nicht nur in Österreich die Grundlage für den wirtschaftlichen Aufschwung. Die Wurzeln der Europäischen Union beruhen auf der damaligen Montanunion (Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl).

Sammlung: H. Kolb



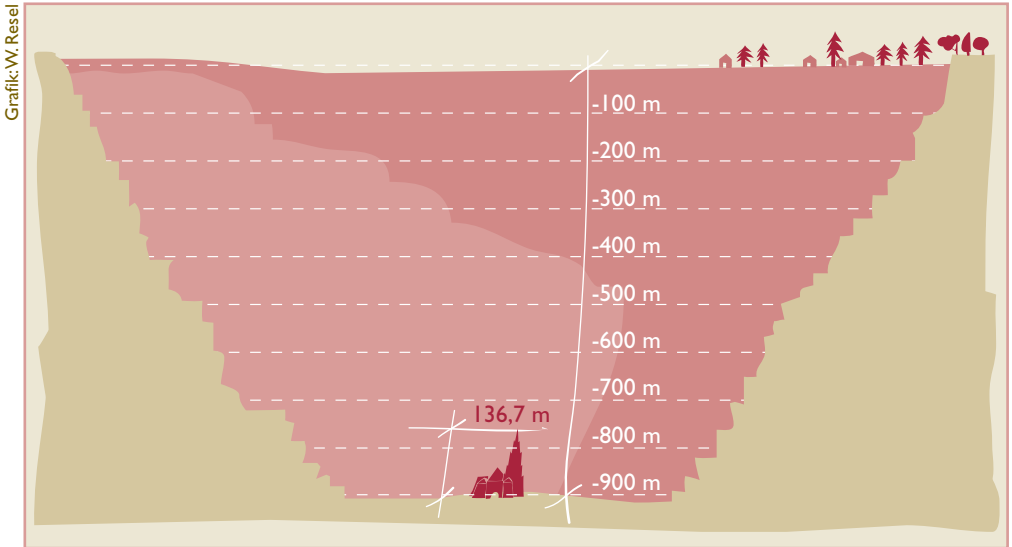
Bergbau am Erzberg,
Ausgabedatum: 18.02.1948



Förderturm
Lavantaler
Kohlenbergbau,
Ausgabedatum:
15.09.1961

Lagerstätten kommen ...

...in unterschiedlichsten Formen und Tiefen vor. Oberflächennahe Lagerstätten werden im Tagebau gewonnen. Um an den wertvollen Rohstoff zu kommen, muss häufig ein großer Anteil an überlagerndem Material beseitigt werden. Ist dieser Anteil zu hoch, wird der Rohstoff im Untertagebergbau gewonnen.



Tiefster Tagebau der Welt, Bingham/Utah, im Vergleich zum Stephansdom in Wien

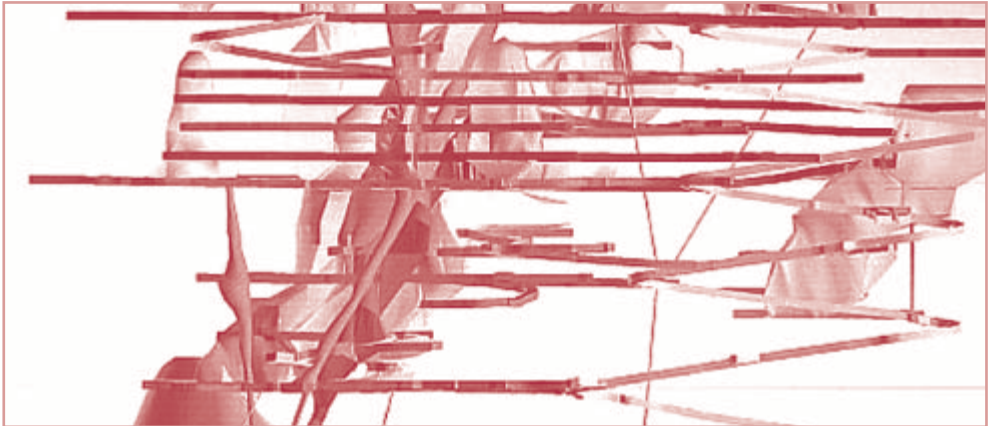
Die tiefsten untertägigen Bergwerke reichen derzeit über 3700 m unter die Oberfläche. Unter günstigen Verhältnissen können die Abbauhohlräume die Dimensionen einer Kathedrale erreichen. ⚒

Für den untertägigen Abbau ...

...müssen weitreichende Vorbereitungen getroffen werden, um an den Rohstoff zu gelangen. Bei tiefen Bergwerken ist dies meist der Schacht. Über eine dem Lift vergleichbare Fördereinrichtung werden die Bergleute, die notwendigen Maschinen und der Rohstoff transportiert. Für oberflächennahe Lagerstätten werden dagegen meist Stollen, Schrägstrecken oder sogenannte Rampen bzw. Wendeln für den Zugang zur Lagerstätte verwendet. Diese Hauptzugänge stellen eine Hauptschlagader eines Bergwerks dar.

Größere Untertagebergwerke können ein Streckennetz von hundert von Kilometern aufweisen, und sind damit in Ausdehnung und Komplexität der Infrastruktur einer Kleinstadt vergleichbar.

Foto: C. Reichl

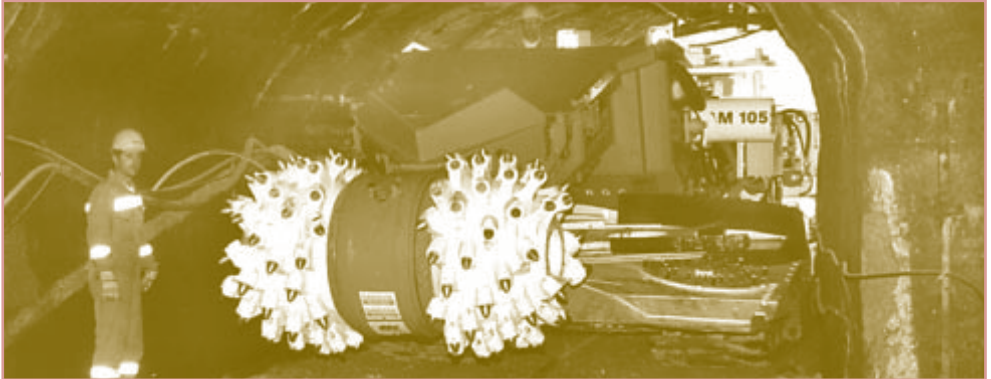


Räumliches Modell eines Grubengebäudes

Die Bergtechnik hat ...

...eine Vielzahl an Verfahren entwickelt, um den Abbau an die unterschiedlichsten Formen und Größen der Lagerstätte einerseits und die Festigkeit des Gesteins andererseits anpassen zu können. Mit Hilfe von Sprengungen, Fräsen, oder sogar Wasser wird der

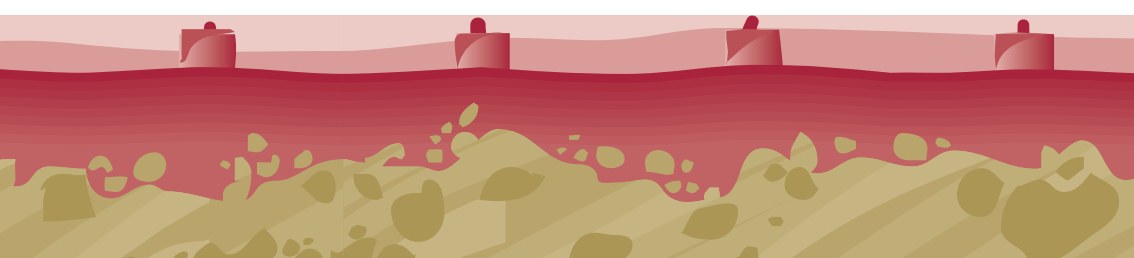
Foto: Archiv Inst. f. Bergbaukunde, MU Leoben



Teilschnittmaschine für den Streckenvortrieb

Rohstoff aus dem Gebirge gewonnen. Durch Wiederverfüllen der Abbauhohlräume können die Auswirkungen auf die Tagesoberfläche gering gehalten werden.

Gerade in Bergwerken stellt der Schutz der Bergleute vor Steinfall, Wasser- und Gasausbrüchen oder Explosionen eine besondere Herausforderung dar. Moderne Bergbaue bieten mittlerweile eine der Industriearbeit vergleichbare Sicherheit. ⚒



Landschaftsbild schützen

Der Tagebau auf Erze und Kohle zeichnet sich vor allem durch den Einsatz enorm leistungsfähiger Maschinen aus. So gelangen LKWs von der Größe eines Einfamilienhauses oder Schaufelradbagger mit einem dem Eiffelturm vergleichbaren Gewicht zum Einsatz. Nur durch diese technischen Superlativen können die Rohstoffe in der benötigten Menge und zu günstigen Preisen für die Gesellschaft zur Verfügung gestellt werden.

Aber auch die für die Nahversorgung mit Baurohstoffen wichtigen Steinbrüche und Kiesgruben erfordern anspruchsvolle Ingenieurleistungen. Der schonende Eingriff in das Landschaftsbild,

das weitgehende Vermeiden der Einsehbarkeit und der größtmögliche Schutz der Umgebung vor Staub, Lärm und Erschütterungen sind wichtige Herausforderungen. Der in Österreich entwickelte Kulissenbergbau ist ein mustergültiges Beispiel für eine Abbautätigkeit in Einklang mit den Bedürfnissen der Anrainer.

Grafik: W. Resel

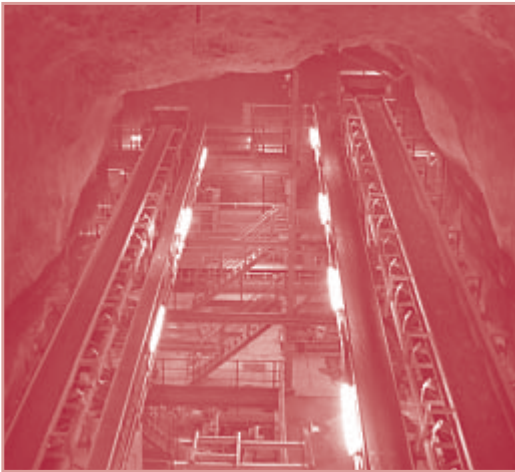


Kulissenbergbau vermeidet Einsehbarkeit

Rohgut wird zuerst aufbereitet

Der in den Erzen vorhandene Metallgehalt, manchmal nur Bruchteile von Prozenten, muss weiter angereichert werden, um ein verkaufsfähiges Produkt zu erzeugen. Diesen Prozess bezeichnet man als Aufbereitung. Dabei werden die Wertkomponenten durch die Anwendung aufbereitungstechnischer Grundprozesse – Zerkleinerung, Klassierung, Sortierung – vom Nebenmaterial getrennt.

Foto: C. Reichl



Untertägige Aufbereitungsanlage 300 m unter der Oberfläche, Wolframbergbau Mittersill

Bei der Zerkleinerung wird das Rohgut soweit zerlegt, dass eine Sortierung in Wertkomponente und Nebenmaterial möglich ist. Durch Klassierung wird der Rohstoff in verschiedene Korngrößen getrennt. Bei der Sortierung werden physikalische und chemische Eigenschaften der Materialien – z.B. Magnetisierbarkeit oder Dichteunterschiede – ausgenutzt, um

die Materialien voneinander zu trennen. Dabei wird versucht, möglichst hohe Reinheiten zu erzielen und gleichzeitig die Wertstoffverluste so gering wie möglich zu halten. ⚡

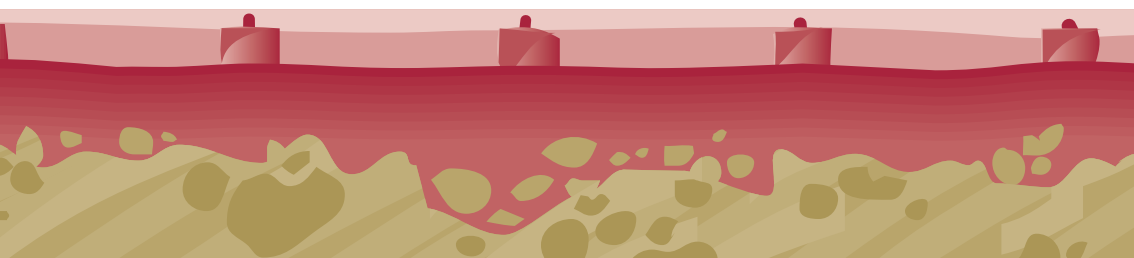
International: Rohstoffbörsen

Ein Großteil der mineralischen Rohstoffe wird als Baurohstoff für den Straßenbau oder als Zuschlagstoff für die Herstellung von Beton und Asphalt verwendet. Dafür sind besondere Qualitätsanforderungen einzuhalten.

Als Vorbereitungsschritt ist beispielsweise die Entfernung von tonigen Bestandteilen notwendig, da diese einen negativen Einfluss auf die Haltbarkeit und Verwendbarkeit eines daraus hergestellten Finalproduktes haben. Durch geeignete Zerkleinerungsverfahren werden die für die jeweilige Anwendung notwendigen Korngrößen hergestellt und die Kornform positiv beeinflusst.

Da die meisten mineralischen Rohstoffe global benötigt werden, aber zum Teil nur regional konzentriert vorkommen, stellt der weltweite Transport und Handel einen wesentlichen Teil der Rohstoffindustrie dar. Die Bedeutung der Versorgung der Wirtschaftsräume mit Rohstoffen wird dabei auch durch internationale Rohstoffbörsen unterstrichen.

Besondere Bedeutung kommt dem Transport von Baurohstoffen zu, die mengenmäßig den bedeutendsten Anteil an mineralischen Rohstoffen darstellen. Sowohl aus ökologischen als auch ökonomischen Gesichtspunkten ist die Minimierung der Entfernung vom Bergbau zum Verbraucher ein wichtiges Ziel. ⚡



Studium und Forschung

Die Bergbau- und Mineralrohstoffindustrie mit ihren überaus vielfältigen und besonderen Aufgabengebieten benötigt – heute mehr denn je – hervorragend ausgebildete Fachleute.

Lehre und Forschung an der Montanuniversität Leoben umspannen alle Aspekte von der Geologie über die Gewinnung und Aufbereitung mineralischer Rohstoffe bis hin zur Weiterverarbeitung zu verkaufsfähigen Endprodukten und den für Österreich so wichtigen Tunnelbau.

Die grundlegenden Studien (Geologie, Mineralogie, Petrologie, Geochemie) können an den Universitäten Wien, Salzburg, Graz

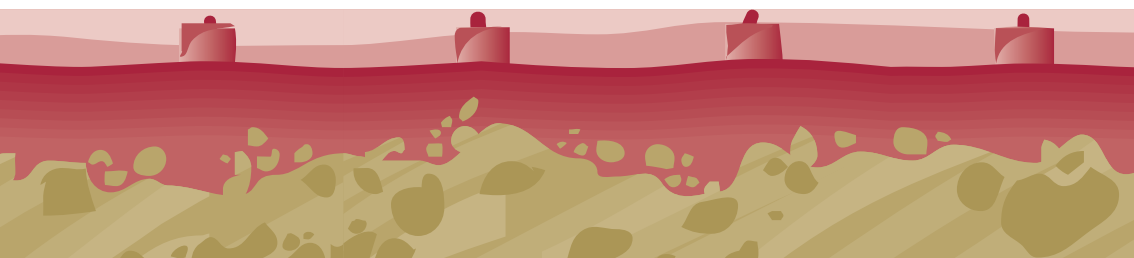
und Innsbruck studiert werden.

Forschungsarbeiten werden auch von der Geologischen Bundesanstalt sowie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften durchgeführt. ⚒

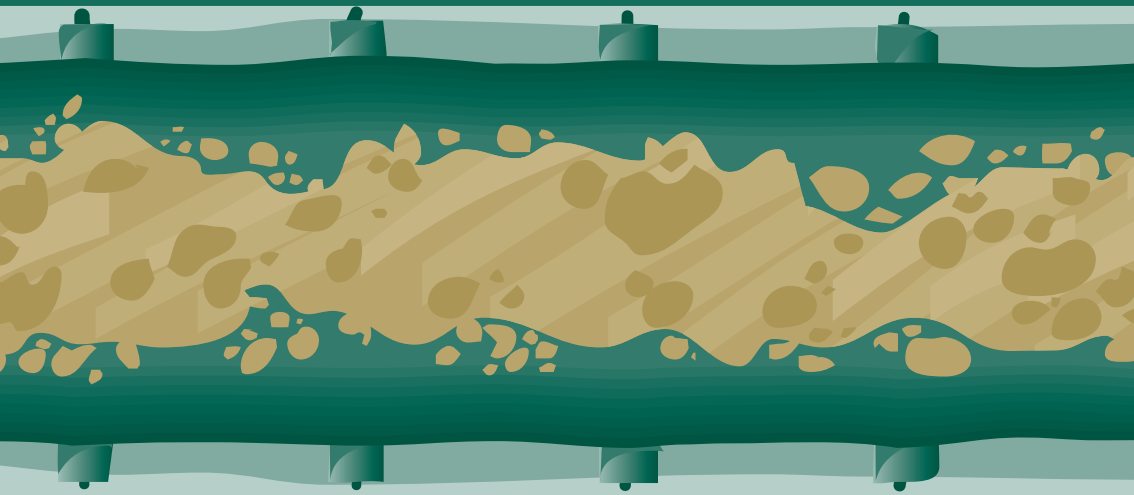


Foto: ÖBB

Apropos.... selbst die umweltfreundliche Eisenbahn ist ein Produkt aus mineralischen Rohstoffen!



www.oeaw.ac.at/rohstoff
www.bmwa.gv.at
www.geologie.ac.at
www.univie.ac.at
www.tuwien.ac.at
www.boku.ac.at
www.unileoben.ac.at
www.kfunigraz.ac.at
www.tugraz.at
www.sbg.ac.at
www.uibk.ac.at



Info
Förderband
Forschung
Ausbildung

www.tmw.at/

www.museum-joanneum.at/

www.hausdernatur.at/

www.forumrohstoffe.at/

www.oeab.at/kulturgeologie/geolink2.htm

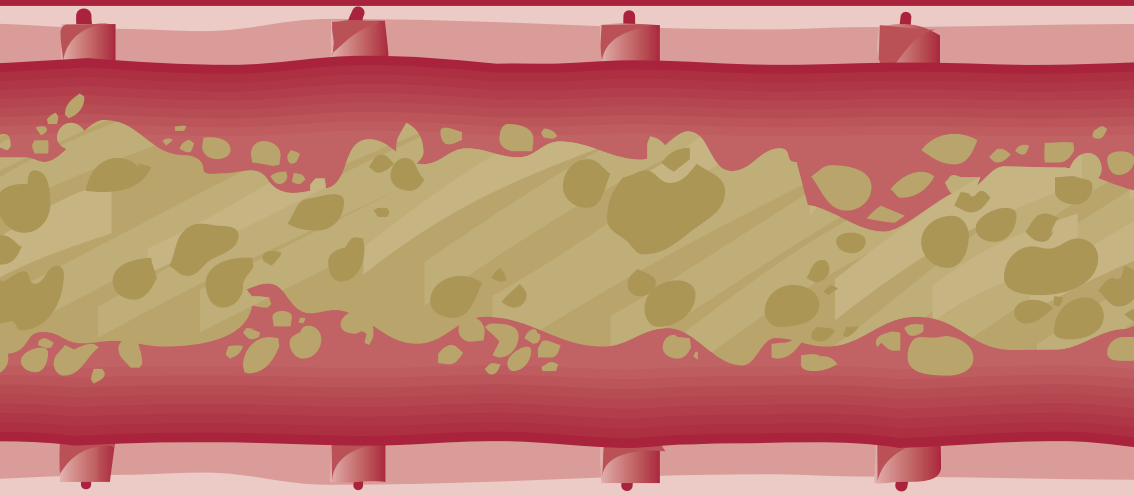
www.eurogeosurveys.org/

www.via-aurea.com/

www.euromines.org/

www.abenteuer-bergbau.de

www.roscheiderhof.de/icom/bergwerk.html



**Info
Förderband**

**Abenteuer
Bergbau**

Impressum:

Österreichische Akademie der Wissenschaften,
Dr. Ignaz Seipel-Platz 2, 1010 Wien

in Zusammenarbeit mit dem BMWA, Abt. IV/7, Roh- und
Grundstoffpolitik, Denigasse 31, 1200 Wien



Redaktion:

Univ. Prof. Dr. Leopold Weber, Mag. Dr. Robert Holnsteiner,
Dipl.-Ing. Christian Reichl, Mag. Michael Schatz, Dipl.-Ing. Dr. Hans Kolb,
Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Werner Paar, Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Horst Wagner,
Ass. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Thomas Oberndorfer

Bildnachweis (Seite):

R. Holnsteiner (1,8), W. Resel (2,3,10,13), W. Paar (4), NOAA (4), L. Weber (6),
Geol. Bundesanstalt Wien (7), H. Kolb (9), C. Reichl (11,14), Institut für
Bergbaukunde, MU Leoben (12), ÖBB (16)

Gestaltung: © by GrafikDesign Mag. Werner RESEL, 1190 Wien