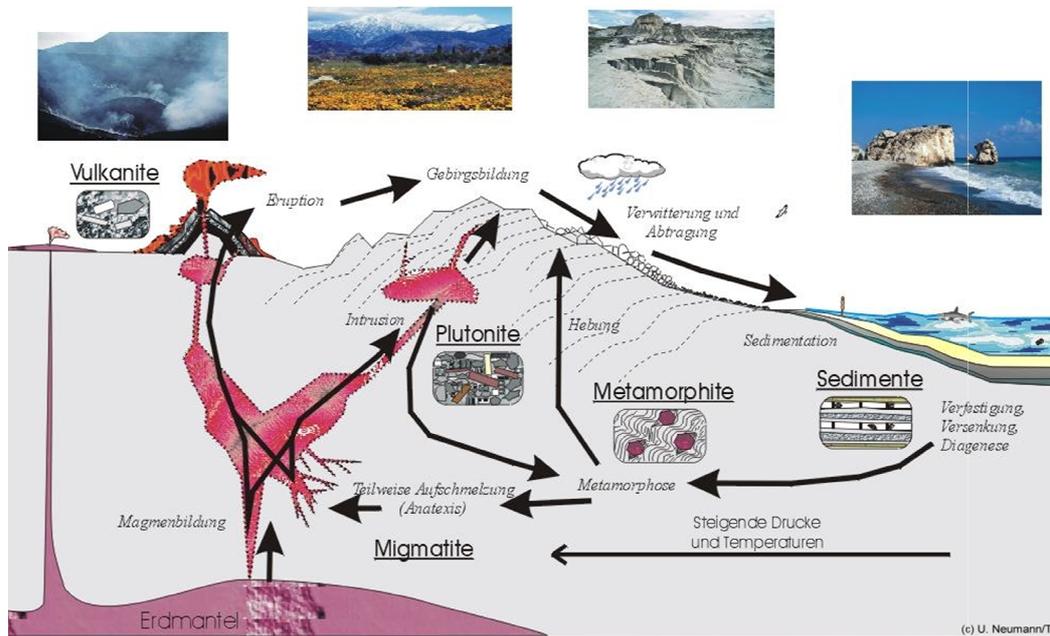


2.4. Der Gesteinskreislauf und die drei Gesteinsgruppen

2.4.1. Ausführliche Beschreibung des Gesteinskreislaufes der Erde



http://www.geo.uni-tuebingen.de/fileadmin/webseite/sammlungen/mineralogische_sammlung/Images/Kreis1.jpg

Abbildung: Schematische Darstellung des Gesteinskreislaufes der Erde (Hellrosa = Sedimentgesteine, lila = Metamorphe Gesteine, dunkelrosa = Magmatische Gesteine)

2.4.1.1. Die drei großen Gesteinsgruppen

Gesteine sind die Bausteine der Erde: die Erdkruste und der Erdmantel bestehen aus Gesteinen. Gesteine sind zugleich auch wichtige Dokumente geologischer Prozesse, denn sie enthalten Informationen über ihre Entstehungsbedingungen und damit über Prozesse, die an der Erdoberfläche bzw. im Erdinneren ablaufen. Außerdem liefern sie Informationen über vergangene erdgeschichtliche Epochen (z. B. anhand von Fossilien). Die geologischen Prozesse, die an der Erdoberfläche ablaufen (exogene Kräfte), umfassen den Kreislauf von Erosion, Transport und Ablagerung (Sedimentation). Die im Erdinneren wirksamen Kräfte (endogene Prozesse) umfassen die Bildung von Schmelzen (Magmen) sowie die Um- und Neubildung von Gesteinen.

Gesteine sind aus einzelnen Mineralien aufgebaut (sog. gesteinsbildende Minerale: Feldspat, Quarz, Muskovit, Olivin, Pyroxene, Amphibole, Biotit u. a.) und lassen sich grundsätzlich in drei Kategorien einteilen:

- Zu der ersten Gruppe zählen die magmatischen Gesteine. Sie entstehen durch Abkühlung der glutflüssigen Gesteinsschmelzen des Erdinneren und erstarren entweder innerhalb der Erdkruste (dabei entstehen sog. Plutonite bzw. Tiefengesteine, z. B. Granit) oder an der Erdoberfläche (sog. Vulkanite wie z. B. Basalt).
- Zu der zweiten Kategorie gehören Sedimentgesteine (z. B. Sand- und Kalkstein) bzw. Sedimente (Lockergeresteine, wie Sand und Kies), die durch Ablagerung (Sedimentation) von Materialien unterschiedlichen Ursprungs an der Erdoberfläche entstehen.
- Die dritte Gruppe umfasst metamorphe Gesteine (z. B. Gneis, Marmor), die durch eine mechanisch-chemische Umwandlung bereits bestehender Gesteine unter hohen Temperaturen bzw. hohem Druck gebildet werden.

2.4.1.2. Der Kreislauf der Gesteine

Die drei großen Gesteinsgruppen stehen über den Kreislauf der Gesteine miteinander in Beziehung. Dieser Kreislauf steht wiederum eng mit den Luft- und Wasserkreisläufen in Verbindung, da die an der Erdoberfläche ablaufenden Prozesse durch die Zirkulation der Luft bzw. des Wassers angetrieben werden (Wasser ist beispielsweise das wichtigste Transportmedium des verwitterten Gesteins).

Am Anfang des Kreislaufs der Gesteine steht der Magmatismus, denn durch die Bildung von Schmelzen im Erdinneren und deren Aufstieg an die Erdoberfläche in der Frühzeit der Erde bildet sich erst die Erdkruste. Die Magmen entstehen vor allem im Erdmantel, wo ein Peridotit genanntes, Olivin-reiches Gestein aufschmilzt. Der Schmelzprozess ist meist die Folge der Druckentlastung von aufsteigendem Mantelperidotit. Magmen aus dem Erdmantel haben typischerweise eine basaltische Zusammensetzung. Der zweite Ort, an dem es zur Schmelzbildung kommt, ist die tiefe Erdkruste. Hier schmelzen Gesteine unterschiedlicher Herkunft und Zusammensetzung, meist jedoch Sedimente und es entsteht eine Schmelze mit granitischer Zusammensetzung. Auslöser für Magmenbildung in der tiefen Kruste ist meist die Intrusion heißer, basaltischer Schmelzen (Temperatur ca. 1.100 - 1.200 Grad C), welche die umgebenden Gesteine, das Nebengestein, die schon bei 650 - 700 Grad C zu schmelzen beginnen, aufheizen. Seltener wird die tiefe Kruste auch durch Versenkung in große Erdtiefen und die damit verbundene Aufheizung teilweise aufgeschmolzen.

Vulkanite sind sofort nach ihrer Bildung der Verwitterung und Abtragung ausgesetzt. Plutonite werden durch Erosion der sie bedeckenden Gesteinsschichten freigelegt und sind dann ebenfalls der Verwitterung ausgesetzt. Der Gesteinsschutt sowie die im Oberflächenwasser gelösten Substanzen werden durch Flüsse ins Meer verfrachtet und dort als Schichten aus Sand, Silt, Ton oder anderen Sedimenten abgelagert. Einige Elemente, vor allem das Natrium und das Chlor (Steinsalz), verbleiben lange Zeit gelöst im Meerwasser. Die auf dem Festland abgesetzten Lockersedimente werden im Laufe der Zeit meist wieder abgetragen; selten werden sie durch andere Sedimente begraben. Durch die Diagenese werden die Sedimente verfestigt. *Der Begriff Diagenese beschreibt die Umwandlung von Lockersedimenten in Festgesteine. Wenn Lockersedimente überlagert werden, geraten sie zunehmend unter Druck (Kompaktion) und werden dabei entwässert. Dabei werden aus dem Wasser im Porenraum Salze abgeschieden, welche aus bereits bestehenden oder neuen Mineralien bestehen können (Wikipedia).*

Sedimentgesteine, wie auch Magmatite, können durch zunehmende Überdeckung in tiefere Bereiche der Erdkruste gelangen und sind in zunehmender Tiefe immer höheren Temperaturen und Drücken ausgesetzt. Steigen die Temperaturen über 200 °C, werden verschiedene Minerale instabil und es bilden sich neue Minerale, die an die höheren Temperaturen und Drücke angepasst sind. Dieser Vorgang wird Metamorphose genannt; dabei werden die Sedimente bzw. die Magmatite in metamorphe Gesteine umgewandelt. Steigen die Temperaturen weiter, kann das Gestein schmelzen. Dadurch entsteht ein neues Magma, aus dem wiederum Magmatite auskristallisieren und so den Kreislauf schließen. Manche Gesteine (vor allem ozeanische Kruste) gelangen an Subduktionszonen in den Erdmantel und machen sehr wahrscheinlich eine phantastische Reise durch den tiefen Erdmantel und bilden Milliarden Jahre später die Quelle mancher 'hot-spot'-Vulkane. Und manche Diamanten bestehen wohl aus Kohlenstoff, der schon einmal an der Erdoberfläche Bestandteil lebender Materie war.

Die wenigsten Gesteine durchlaufen diesen Zyklus wie beschrieben. Jeder Gesteinstyp kann beispielsweise während einer Gebirgsbildung wieder herausgehoben und freigelegt werden, verwittern und das Ausgangsmaterial für neue Sedimente bilden. Einige der genannten Schritte können auch übersprungen werden. Wird ein Sedimentgestein z. B. herausgehoben und verwittert nachfolgend, dann werden die Stadien der Metamorphose sowie der Abschmelzung ausgelassen; ein metamorphes Gestein kann die Phase der Aufschmelzung überspringen und ist nach einer Hebung der Verwitterung und Abtragung ausgesetzt. Gesteine stellen demzufolge keine stabilen Gebilde dar, sondern unterliegen den auf der Erde ablaufenden physikalisch-chemischen Prozessen. Der Kreislauf der Gesteine endet daher niemals.

Quelle: Geographie Infothek

Autor: Dr. Ulrich Knittel

Verlag: Klett

Ort: Leipzig

Quellendatum: 2012

Seite: www.klett.de

Bearbeitungsdatum: 05.04.2012



2.4.2. Bedeutende Gesteinsbildende Mineralien

Mineralname	Entstehung	Chemismus	Erkennungsmerkmale	Besonderes
Quarz	magmatisch	Oxid	Prismatisch-sechseckige Kristalle Nicht spaltbar (muscheliger Bruch), Härte 7 Viele Farbvarietäten (rosa, violett, weiss, braun)	Bestandteil des Granits Farblose Varietät: Bergkristall Verwendung: Glas, Sande
Feldspäte	magmatisch	Silikat	Tafelige Kristalle Gut spaltbar, Härte 6 Häufig grüne, weisse oder rote Farbe	Bestandteil des Granits Häufigstes Mineral in der Natur Verwendung: Porzellan
Glimmer	magmatisch	Silikat	Schuppige, blättrige Kristalle, gut spaltbar Härte 2 – 3, biegsam und elastisch Helle oder dunkle Farbe	Bestandteil des Granits Verursacht das Glitzern der Sande Verwendung: Kosmetik
Amphibole Pyroxene	magmatisch	Silikat	Langprismatische, nadelige (Amphibole) Kurzprismatisch, körnige Kristalle (Pyroxene) Gut spaltbar, Härte 5 – 6, dunkle Farbe.	Bestandteil magmatischer und metamorpher Gesteine Verwendung: praktisch keine
Olivin	magmatisch	Silikat	Körnige Kristalle Nicht spaltbar (muscheliger Bruch) Härte 6.5 - 7, olivgrüne Farbe	Bestandteil dunkler magmatischer Gesteine (Gabbro und Basalt) Verwendung: Schmuckstein
Kalzit	sedimentär	Karbonat	Meist prismatische, tafelige Kristalle Gut spaltbar, Härte 3, reagiert mit kalter Salzsäure (10%-ig), formen- und farbenreich	Bestandteil chemischer und biogener Sedimente In gebirgsbildender Menge Kalk genannt Verwendung: Baustein, Zementherstellung
Dolomit	sedimentär	Karbonat	Meist prismatische Kristalle Gut spaltbar, Härte 3,5 – 4, reagiert mit warmer Salzsäure (10%-ig), meist helle Farböne	Bestandteil chemischer Sedimente Mit Kalzit bzw. Kalk leicht verwechselbar Verwendung: Eisenverarbeitung, Baustein
Gips	sedimentär	Sulfat	Tafelige Kristalle Gut spaltbar, Härte 2, reagiert nicht mit warmer Salzsäure (10%-ig), meist helle Farböne	Bestandteil chemischer Sedimente Wasserrfreier Gips: Anhydrit Verwendung: Leichtbaustoff, Bildhauerei
Salz	sedimentär	Chlorid	Würfelige Kristalle Gut spaltbar, Härte 2 – 2,5 Schmeckt salzig, meist helle Farböne	Bestandteil chemischer Sedimente Gewinnung: Salzgärten, Sole-, Bergbauverfahren Verwendung: Speise- und Streusalz
Granat	metamorph	Silikat	Körnige Kristalle nicht spaltbar (muscheliger Bruch), Härte 6 -7,5 Rote bis braune Farbe	Bestandteil metamorpher Gesteine Sehr viele Varietäten Verwendung: Schmucksteine

2.4.3. Magmatite

Die Magmatite werden in Vulkanite und in Plutonite eingeteilt. Einige Eigenschaften dieser beiden Gesteinsgruppen sind nachstehend aufgeführt. Versuche herauszufinden, welche der Aussagen zusammenpassen und für welche Gruppe sie gelten (Zutreffendes ankreuzen).

	Vulkanite	Plutonite
• Erstarrung des Magmas in Oberflächennähe (< 5 km)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Langsame Abkühlung des Magmas (Monate bis Jahrmillionen)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
• Bildung keiner oder nur weniger sichtbarer Kristallkörner	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Erstarrung des Magmas in grösserer Tiefe (> 5 km)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
• Gut sichtbare, vollständige Kristallkörnerbildung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
• Schnelle Abkühlung des Magmas (Sekunden bis Monate)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Auf dem Lehrerpult liegen acht wichtige und mit Namen versehene Magmatite. Versuche diese Gesteine durch eigene Beobachtung den unten angeführten Charakterisierungen zuzuordnen.

Gesteinsname	Gruppe	Charakterisierung
<i>Bimsstein</i>	Vulkanit	keine Kristalle sichtbar, weissgrau, porös, schwimmt im Wasser
<i>Obsidian</i>	Vulkanit	keine Kristalle sichtbar, schwarz, glasig, scharfkantig
<i>Basalt</i>	Vulkanit	nur einzelne kleine dunkle Pyroxenkristalle sichtbar, grauschwarz
<i>Aplit</i>	Plutonit	feinstkörnige Kristalle kaum sichtbar, hell, weissgrau, füllt Gänge
<i>Pegmatit</i>	Plutonit	helle und dunkle Kristalle sichtbar, sehr grobkörnig, füllt Gänge
<i>Granit</i>	Plutonit	aus mittelgrossen Kristallkörnern (v.a. Feldspat, Quarz, Glimmer)
<i>Gabbro</i>	Plutonit	Grüne Feldspat- und dunkle Pyroxenkristalle sichtbar, grobkörnig

2.4.4. Sedimentgesteine

Die Sedimente werden je nach Entstehungsart in drei Untergruppen eingeteilt. Man unterscheidet mechanische, chemische und biogene Sedimente. Zu welcher der drei Gruppen passen folgende Aussagen wohl am besten?

• Kalk und Quarz sind Bausteine von Organismen	<u>biogen</u>
• Übersättigung durch Eindunstung der Gewässer	<u>chemisch</u>
• Wiederverfestigung von Lockermaterial	<u>mechanisch</u>
• Fossilien sind häufige Bestandteile	<u>biogen</u>
• Gliederung nach Korngrössen	<u>mechanisch</u>
• Überreste vorzeitlichen Lebens	<u>biogen</u>
• Ausscheidung im Wasser gelöster Stoffe	<u>chemisch</u>
• Bindemittel sind Kalk, Ton und Quarz	<u>mechanisch/chemisch</u>
• Gesteinsabsatz in Meeren und Seen	<u>chemisch/mechanisch</u>

a) Mechanische Sedimente

Ordne die nachstehenden Lockermaterialien nach ihren Korngrößen. Füge rechts in der Tabelle zudem den richtigen Begriff des entsprechenden Festmaterials hinzu. Sicher helfen dir bei dieser Aufgabe die Beschriftungen der Gesteine in den Schaukästen weiter.

Lockermaterialien:	Sand, Geröll, Ton, Block, Kies
Festmaterialien:	Tonstein, feinkörniges Konglomerat, Breccie, Sandstein, grobkörniges Konglomerat

Lockermaterial	Korngrößen	Festmaterial
<i>Ton</i>	unsichtbar klein	<i>Tonstein</i>
<i>Sand</i>	klein, aber von Auge sichtbar, gerundet	<i>Sandstein</i>
<i>Kies</i>	Haselnuss- bis Faustgrösse, gerundet	<i>feines Konglomerat</i>
<i>Geröll</i>	z.T. auch grösser als Faustgrösse, gerundet	<i>grobes Konglomerat</i>
<i>Block</i>	z.T. auch grösser als Faustgrösse, eckig	<i>Breccie</i>

b) Chemische Sedimente

Nur drei chemische Sedimente sind sehr wichtig. Betrachte sie im Gesteins-Schaukasten.

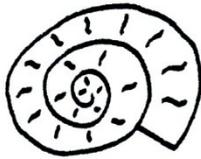
Gestein	Erkennungsmerkmale
Kalkstein	Reagiert mit kalter Salzsäure (10%-ig), mit Fingernagel nicht ritzbar
Gipsstein	Geringe Härte, mit Fingernagel ritzbar, helle Farbe
Salzstein	Salziger Geschmack, geringe Härte, mit Fingernagel ritzbar

c) Biogene Sedimente

Sechs biogene Sedimente solltest Du kennen und beschreiben können: Muschelkalk, Kreidekalk, Nummulitenkalk, Korallenkalk, Radiolarit und Kohle. Schau diese Gesteine deshalb im Schaukasten an und weise sie daraufhin den folgenden Beschreibungen richtig zu.

- Anhäufung sedimentierter Korallentiere, meist helle Farbe Korallenkalk
- Reiner und feinkörniger Kalk, helle Farbe, Ansammlung der Schalen von Foraminiferen Kreidekalk
- Besteht zur Hauptsache aus Resten verschiedenster Muschelschalen Muschelkalk
- Schalen quarzhaltiger Rädertierchen, braunrote Farbe, härter als Messerstahl Radiolarit
- Ansammlung umgewandelter pflanzlicher Substanzen, durch Inkohlung entstanden (Braun-)kohle
- Einbettung münzförmiger Nummuliten-schalen in einer Kalkmasse Nummulitenkalk

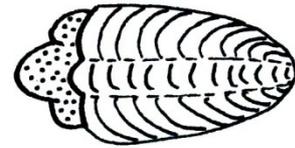
Betrachte draussen im Schaukasten folgende drei Fossilien (= Überreste vorzeitlichen Lebens) und fertige von ihnen je eine Skizze an:



Ammonit



Belemnit



Trilobit

2.4.5. Metamorphe Gesteine

Welche der folgenden Aussagen sind richtig und welche sind falsch?

- | | richtig | falsch |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| • Bei Metamorphiten handelt es sich um Gesteinsumwandlungen, entstanden durch Druck- und Wärmeeinwirkungen. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Es kommt bei der Metamorphose zu keiner Veränderung des Mineralgehaltes und der Gesteinsstruktur. | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| • Bei der Metamorphose bleibt die chemische Zusammensetzung des Gesteins insgesamt gleich. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Bei der Gesteinsumwandlung durch Metamorphose kommt es zur Aufschmelzung der einzelnen Mineralien. | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| • Die Vorgänge der Metamorphose sind an der Erdoberfläche nicht zu beobachten. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

a) Arten der Entstehung

- durch Kontaktmetamorphose: In die Erdkruste eindringende Schmelzen verändern durch Wärmeeinwirkung das kühlere Nebengestein. Der Kontakthof (= Zone der Veränderung) ist nur einige 100 Meter dick.
- durch Regionalmetamorphose: Ganze Krustenteile werden durch gebirgsbildende Vorgänge unter hohem Druck in tiefe Bereiche der Erdkruste versenkt und verfaltet. Dabei werden die Gesteine umgewandelt.

b) Die wichtigsten Vertreter

Die durch Metamorphose umgewandelten Gesteine tragen nicht mehr die Namen ihrer Ausgangsgesteine. Versuche deshalb Ordnung in die nachfolgend aufgeführten Gesteinsnamen zu bringen. Welches sind wohl die 4 Ausgangsgesteine (ordne sie nach dem Alphabet) und welches die vier Metamorphite. Benutze für deine Aufgabe die untenstehende Tabelle. Versuche zudem, die Paragesteine von den Orthogesteinen zu trennen. Paragesteine sind Metamorphite, welche aus Sedimenten entstanden sind. Unter Orthogesteinen versteht man demgegenüber Metamorphite, deren Ausgangsgesteine Magmatite sind. Schau dir die Gesteine auch im Schaukasten an.

Marmor, Braunkohle, Gneis, Kalk, Steinkohle, Quarzit, Granit, Sandstein

Ausgangsgestein	Metamorphit	Paragestein oder Orthogestein
<i>Braunkohle</i>	<i>Steinkohle</i>	<i>Paragestein</i>
<i>Granit</i>	<i>Gneis</i>	<i>Orthogestein</i>
<i>Kalk</i>	<i>Marmor</i>	<i>Paragestein</i>
<i>Sandstein</i>	<i>Quarzit</i>	<i>Paragestein</i>

Quelle: Schülenskript A. Siegenthaler