

Dynamische Erde I

Übung 1

Aufbau der Erde / Gesteinsklassifikation / Mineralogie I

1. Einführung in geologische Prozesse und Aufbau der Erde

Lernziele:

- ⇒ Die Studierenden kennen den Aufbau der Erde und die Grundtypen der Grenzen der Erdplatten
- ⇒ Die Studierenden kennen die Grundtypen der Gesteine

Was ist Geologie?

Geologie lässt sich beschreiben als das «Wissen über die Erde», abgeleitet aus den «Steinen», den Archiven der frühen Erdgeschichte, mit fließendem Übergang zur Erforschung des heutigen Klimas, der Verteilung der Kontinente, der Entwicklung von Fauna und Flora sowie der Ausbreitung des Homo sapiens.

Heute ist die Geologie (die geol. Wissenschaften) mit anderen Forschungszweigen eng verknüpft, etwa mit den Materialwissenschaften und der Biologie. Mit Hilfe von mathematisch-physikalischen, chemischen und kristallographischen Grundlagen versucht die Geologie Fragestellungen qualitativ (was?) und quantitativ (wieviel?) zu behandeln. Mit analogen und numerischen Experimenten sowie mit wissenschaftlichen Theorien werden die Kenntnisse erweitert. Dadurch lassen sich die früheren Abläufe von Prozessen in/auf der Erde und die heutigen geologischen Verhältnisse besser verstehen. Nur aus einer Kombination von Vergangenheitsforschung und Prozessstudien in der Gegenwart können Erkenntnisse über zukünftige Entwicklungen abgeleitet werden («Die Vergangenheit ist der Schlüssel für die Zukunft»). Mit den Fragen zur Nutzbarkeit und zum Umgang mit den natürlichen Ressourcen werden auch die technischen Aspekte (Baustoff, Rohstoff, Energieträger, Tunnelbau) und der kulturelle Bezug (Schmucksteine, wohnliche Umwelt, etc.) behandelt.

Aufbau der Erde und Plattentektonik

Das Innere des Planeten Erde wird in verschiedene Schichten unterteilt und daher bezüglich der Struktur häufig mit einer Zwiebel verglichen. Abbildung 1 gibt einen Überblick zum Aufbau der Erde. Die äußerste Schicht wird als Lithosphäre bezeichnet. Nach der wissenschaftlichen Theorie der Plattentektonik ist die Lithosphäre keine durchgehende Erdschale: Sie kann in ca. 20 «starre» Platten eingeteilt werden, die sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit relativ zueinander bewegen. Die Lithosphären-Platten bestehen aus Kruste und Teilen des oberen Erdmantels. Sie bewegen sich auf der «weiche» Asthenosphäre. Der innerste Teil der Erde bildet der Erdkern, welcher aus einem flüssigen und einem festen Teil besteht.

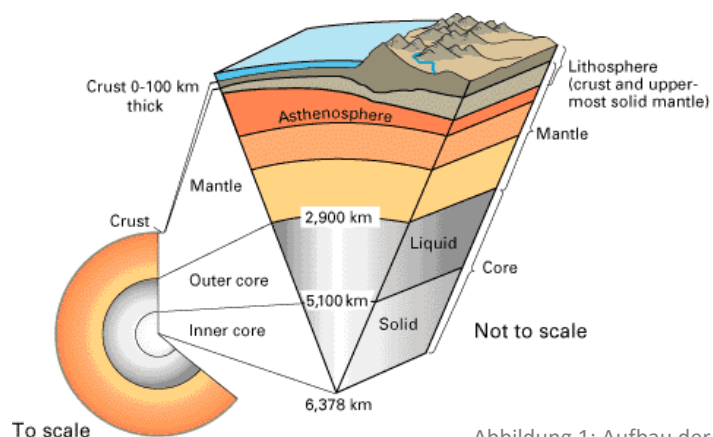


Abbildung 1: Aufbau der Erde

Den Aufbau der Erde und die Mächtigkeit der verschiedenen Abschnitte kennt man dank seismischer Messungen (Erdbebenwellen), aus denen man auch die verschiedenen Dichten bestimmen kann.

Abbildung 2 ermöglicht einen genaueren Blick auf die obersten Erdschichten, insbesondere den Aufbau der Lithosphäre. Wie bereits beschrieben bildet sie die äusserste Schale der Erde. Die Lithosphäre ist in relative starre Platten zerbrochen, in denen sich hohe Spannungen aufbauen können. Jede Lithosphärenplatte besteht aus einem Krustenteil und einem Mantelteil (lithosphärischer Mantel/Mantellithosphäre). Die Asthenosphäre liegt unterhalb der Lithosphäre und ist plastisch/duktil (nicht flüssig!). Auf ihr „schwimmen“ die Lithosphärenplatten.

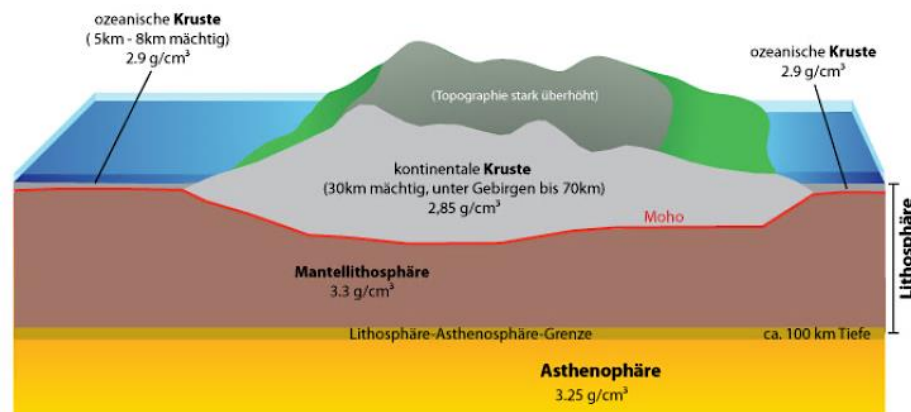
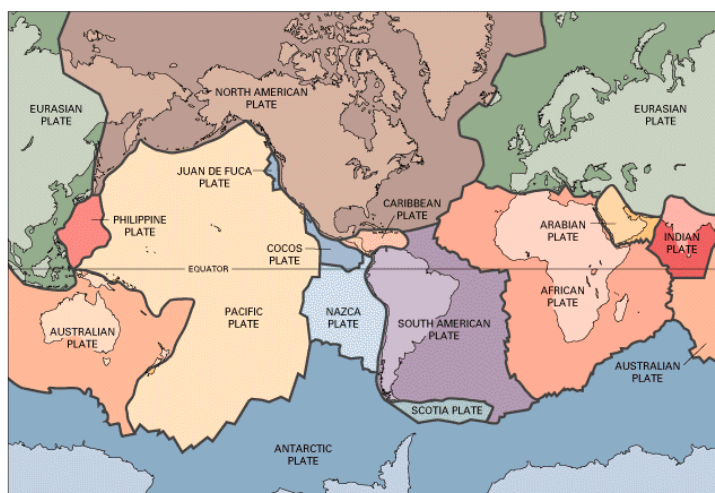


Abbildung 2: Querschnitt durch die obersten Erdschichten.

Wichtig: Die Grenze von Kruste und Mantel stimmt nicht mit der Grenze von Asthenosphäre und Lithosphäre überein. Ihre Definitionen unterscheiden sich aus chemischer und mechanischer Perspektive (Abbildung 3).

Einige Platten der Lithosphäre, wie die Pazifische Platte, haben nur ozeanische Kruste, andere, wie die Südamerikanische Platte, sind sowohl aus ozeanischer und kontinentaler Kruste zusammengesetzt (Abbildung 4). Die Platten der Lithosphäre driften über die Asthenosphäre, wobei sie aneinander vorbeigleiten, miteinander kollidieren oder sich voneinander entfernen. Wo letzteres geschieht, entstehen neue Platten, die bei Kollisionen wieder vernichtet werden – in einem ständigen Prozess von Werden und Vergehen (Wilson-Zyklus). Die in die Lithosphäre eingebetteten Kontinente driften zusammen mit den Platten. Die Theorie der Plattentektonik beschreibt die Bewegungen der Platten und die zwischen ihnen wirkenden Kräfte. Sie erklärt auch die Verteilung vieler großräumiger geologischer Erscheinungen: Vulkane und Erdbeben, Gebirgsmassive, Gesteinsfamilien und die Strukturen des Meeresbodens, sie alle sind die Folge von Bewegungen an Plattengrenzen. Plattengrenzen sind geologisch gesehen äußerst aktive Bereiche.



Chemisch	Mechanisch
Kruste	Lithosphäre
Mantel	(Platten)
	Asthenosphäre

Abbildung 3: Einteilung der obersten Erdschichten anhand chemischer oder mechanischer Eigenschaften.

Abbildung 4: Darstellung der verschiedenen Platten der Lithosphäre. Innerhalb der Platten werden kontinentale und ozeanische Krustenteile unterschieden.

Plattengrenzen

Man unterscheidet drei Hauptarten von Plattengrenzen (Abbildung 5), die alle durch ihre Bewegung der Platten relativ zueinander definiert sind:

- **Divergente Plattengrenzen** sind Grenzen, an denen sich Platten trennen, voneinander wegbewegen und neue Lithosphäre entsteht. Daher spricht man auch von konstruktiven Plattengrenzen.
- **Konvergente Plattengrenzen** sind Grenzen, an denen Platten miteinander kollidieren und eine der Platten unter die andere abtaucht und in den Erdmantel zurückgeführt wird. Da hierbei Lithosphäre gewissermaßen vernichtet wird, bezeichnet man diesen Typ auch als destruktive Plattengrenze.
- **Transformstörungen** sind Plattengrenzen, an denen Platten aneinander vorbeigleiten. Da dort Lithosphäre weder neu gebildet noch zerstört wird, spricht man auch von einer konservativen Plattengrenze.

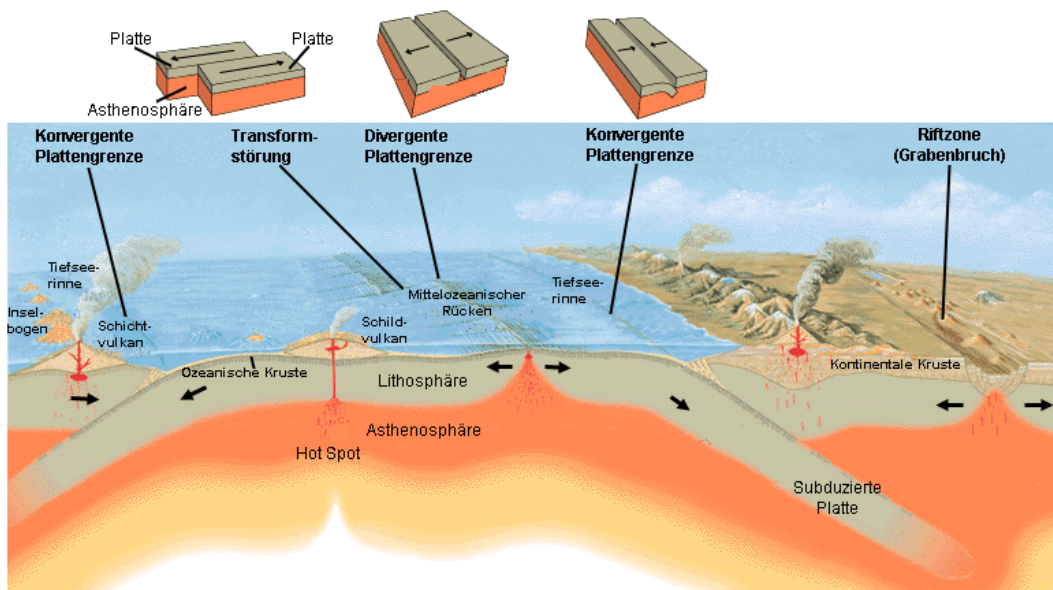


Abbildung 5: Übersicht der Plattengrenzen (Quelle: USGS/USGov)

Gesteinskreislauf

Übergruppen:

- Sedimentäre Gesteine
- Magmatische Gesteine
- Metamorphe Gesteine

Wichtige Gesteine bestimmter Schichten:

Erdschicht	ρ	Gestein
obere Kruste / kontinentale Kruste	2.7	Granit, Metamorphite, Sedimente
untere Kruste	3.0	Gabbro, Metamorphite
ozeanische Kruste	3.0	Basalt /Gabbro/(Serp.)
Mantel	3.3	Peridotit

Tabelle 1: Charakteristische Gesteine für bestimmte Erdschichten inklusive Angabe ihrer Dichte ρ (g/cm³). Die Abkürzung «Serp» steht für Serpentin.

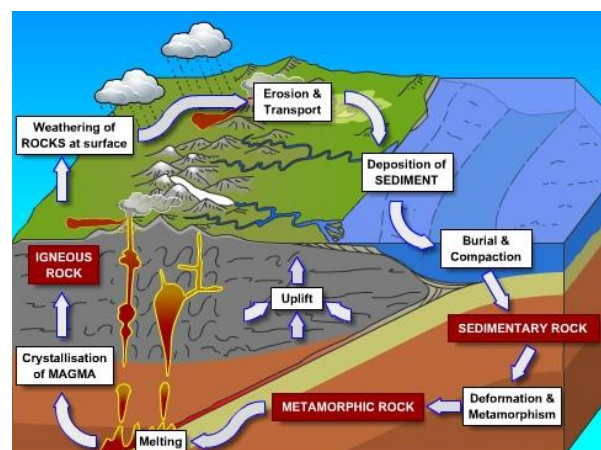


Abbildung 6: Schematische Darstellung des Kreislaufes der Gesteine in einer Subduktionszone.

2. Gesteinsbildende Mineralien

Lernziele:

- ⇒ Die Studierenden kennen die äusseren Merkmale und Erkennungskriterien von Mineralien
- ⇒ Die Studierenden können die wichtigsten Mineralien selbstständig identifizieren
- ⇒ Die Studierenden kennen die Hauptelemente (chemische Zusammensetzung, nicht die genaue Formel) der wichtigsten Silikate und nicht-silikatischen Mineralien.

Unterlagen:

- PDF der Übungen und Zusatzmaterial zum Mineral- und Gesteinsbestimmung auf Moodle
 - Fachbuch Press/Siever, Allgemeine Geologie, ebenfalls auf Moodle
 - Weiteres Material auf dem Server des erdwissenschaftlichen Fachvereins (www.erfa.ethz.ch)
-

I. Begriffe: Kristall, Mineral, amorphe Substanz, Gestein, Kristallsystem

Definitionen:

- Ein **Mineral** ist ein *natürlicher, anorganischer*, makroskopisch homogener Festkörper mit einer charakteristischen chemischen Zusammensetzung und atomaren Struktur. Jedes Mineral ist durch einen bestimmten Stabilitätsbereich (Druck und Temperatur) gekennzeichnet. Mineralien sind Kristalle oder amorphe Substanzen.
In fast allen Mineralien sind die einzelnen atomaren (ionaren) Bausteine in einer mehr oder weniger festgelegten Weise räumlich zueinander angeordnet. Diese Eigenschaft nennen wir den *kristallinen* Zustand.
- **Kristalle** sind Festkörper, deren Bausteine (Atome, Ionen, Ionenkomplexe) dreidimensional periodisch geordnet sind. Es gibt jedoch Mineralien wie Opal ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), die *amorph* (nicht kristallin) sind, d.h., die atomaren Bausteine sind weitgehend ungeordnet.
- Alle Kristalle zeigen **Anisotropie** (= unterschiedliche chemische und physikalische Eigenschaften in unterschiedlichen Richtungen, aber immer gleiche Eigenschaften in gleicher Richtung). Solche Eigenschaften sind z.B. Lichtbrechung, Wachstumsgeschwindigkeit, Härte, elektrische oder thermische Leitfähigkeit, etc. Es gibt Kristalle, bei denen zumindest einige physikalische Eigenschaften richtungsunabhängig sind; man spricht von **Isotropie** des Kristalls in Bezug auf die richtungsunabhängige Eigenschaft (Gase, Flüssigkeiten und vulkanisches Glas zeigen isotropes Verhalten). Amorphe Substanzen zeigen Isotropie. Sie besitzen die gleichen physikalischen Eigenschaften in allen Richtungen (z. B. Opal $\text{SiO}_2 \cdot x\text{aq}$, Gläser).
- **Gesteine** und Erzkörper sind aus Mineralgemengen aufgebaut. Sie sind – im Unterschied zum Mineral – von Natur aus heterogen (z. B. Granit, Gabbro); es gibt aber auch monomineralische Gesteine (z.B. Marmor, Quarzit; nur aus einer Mineralart aufgebaute Gesteine).

II. Systematik der Mineralien

In der modernen Systematik werden Mineralien nach ihrer chemischen Zusammensetzung und Kristallstruktur klassifiziert und in Mineralklassen eingeteilt. Hierbei spielen zunächst die Anionengruppen eine Rolle, z.B. Sulfide (S^{2-}), Oxide (O^{2-}), Halide (Cl^-), Fluoride (F^-), Sulfate (SO_4^{2-}), Silikate (SiO_4^{4-}), Phosphate (PO_4^{3-}), Karbonate (CO_3^{2-}).

1. Elemente: Gediegene Elemente sind Mineralien, die in der Natur in freier, ungebundener Form vorliegen. Hierzu zählen 23 Elemente (18 Metalle und 5 Nichtmetalle), sowie ihre Modifikationen und Legierungen.

- Beispiele: Kupfer (Cu), Silber (Ag), Gold (Au), Eisen (Fe), Schwefel (S), Graphit (C), Diamant (C)

2. Oxide und Hydroxide: Aus der Verbindung von Metallen oder Nichtmetallen mit Sauerstoff oder Hydroxylgruppen (OH^- -Gruppen) entstehen die etwa 400 Oxide bzw. Hydroxide.

- Beispiele: Spinell ($MgAl_2O_4$), Hämatit (Fe_2O_3), Magnetit (Fe_3O_4), Korund (Al_2O_3), Pechblende (UO_2), Goethit ($FeO(OH)$)

3. Sulfide (und Sulfosalze): Sulfide und Sulfosalze bestehen aus einer Verbindung von Schwefel, Selen, Tellur, Arsen, Antimon und Bismut. Hierzu zählen etwa 600 Mineralien. Unter den Sulfiden finden sich die wichtigsten Erzminerale, d.h., Mineralien die zur Gewinnung von Metallen abgebaut werden. Die grosse Bedeutung der Sulfide lässt sich auch daran erkennen, dass viele Namen noch aus der Zeit des mittelalterlichen Bergbaus stammen (Kiese, Glanze, Blenden).

- Beispiele: Galenit (Bleiglanz PbS), Pyrit (FeS_2), Sphalerit (Zinkblende ZnS), Cinnabarit (Zinnober HgS)

4. Sulfate: Die zwei wichtigste Vertreter dieser Stoffgruppe sind der Gips und der Anhydrit, die sich chemisch lediglich im Wassergehalt unterscheiden. Beide Mineralien haben eine grosse technische Bedeutung als Rohstoffe in der Bauindustrie (Zementherstellung).

- Beispiele: Anhydrit ($CaSO_4$), Gips ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), Baryt (Schwerspat, $BaSO_4$), Celestin ($SrSO_4$)

5. Karbonate: Auch als *Carbonate* werden die Salze der vollständig dissoziierten Kohlenstoffsäure bezeichnet. Das zugehörige zweifach negativ geladene Anion ("Säurerest") ist das Karbonat-Ion CO_3^{2-} .

- Beispiele: Aragonit, Calcit ($CaCO_3$), Dolomit ($CaMg(CO_3)_2$), Malachit ($Cu_2CO_3(OH)_2$)

6. Phosphate: In der $[PO_4]^{3-}$ -Gruppe ist P tetraedisch von vier O umgeben. Ein gesteinsbildend wichtiges Phosphat ist der Apatit ($Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH)$). Er ist auch Hartschmelze der Knochen und Zähne. Phosphate werden als Düngemittel, zur Herstellung von Zündhölzern, in der chemischen Industrie zur Herstellung von Phosphorsäure und Phosphor (früher auch für Waschmittel) verwendet.

7. Halogenide: Die Halogenide bestehen aus einer Verbindung mit den Halogenen Fluor, Chlor, Brom oder Iod mit Kationen wie Natrium oder Calcium.

- Beispiele: Fluorit (Flussspat, CaF_2), Halit (Steinsalz, $NaCl$), Sylvit (KCl)

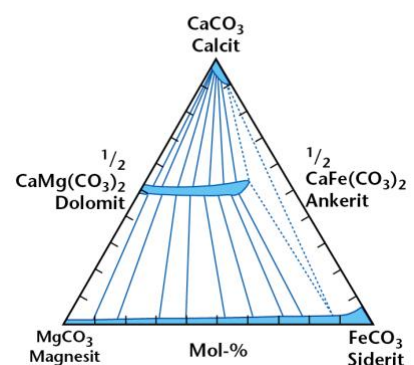


Abbildung 7: Karbonat-Mineralie

8. Silikate: Silikate sind die wichtigsten gesteinsbildenden Minerale der Erde. Ihr Anteil am Aufbau der Erdkruste beträgt 76%. Sie bestehen aus Verbindungen von SiO_4 -Tetraedern und Kationen (K, Na, Ca, Mg, Fe, Al). Die Gliederung der Silikate erfolgt aufgrund der Anordnung der SiO_4 -Tetraeder untereinander:

- Insel- (Nesosilikate, z.B. Olivin), Gruppen- (Sorosilikate, z.B. Epidote), Ringsilikate (Cyclosilikate, z.B. Beryll, Turmalin).
- Ketten- und Bändersilikate (Inosilikate), z.B. Pyroxen und Amphibol
- Schichtsilikate (Phyllosilikate), z.B. Glimmer, Chlorit
- Gerüstsilikate (Tektosilikate), z.B. Feldspat, Quarz

Übersicht wichtiger Mineralien und ihrer chemischen Zusammensetzung:

Wichtige nicht-silikatischen Mineralien

<i>Anhydrite</i>	CaSO_4
<i>Gips</i>	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
<i>Baryt (Schwerspat)</i>	BaSO_4
<i>Calcit, Aragonit</i>	CaCO_3
<i>Dolomit</i>	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
<i>Fluorit</i>	CaF_2
<i>Halit</i>	NaCl
<i>Apatit</i>	$\text{Ca}_5(\text{F, OH, Cl})(\text{PO}_4)_3$
<i>Korund</i>	Al_2O_3 (als Edelstein: Rubin, Saphir)
<i>Hämatit</i>	Fe_2O_3
<i>Magnetit</i>	Fe_3O_4
<i>Pyrit</i>	FeS_2
<i>Graphit</i>	C

Einige wichtige gesteinsbildende Silikatminerale

<i>Olivin</i>	$(\text{Mg, Fe})_2[\text{SiO}_4]$
<i>Granat</i>	$(\text{Fe, Mg, Ca})_3\text{Al}_2[\text{Si}_3\text{O}_{12}]$
<i>Andalusit, Disthen, Sillimanit</i>	Al_2SiO_5
<i>Pyroxen (z.B. Augit)</i>	$\text{Ca}(\text{Mg, Fe})[\text{Si}_2\text{O}_6]$
<i>Amphibol (z.B. Hornblende)</i>	$\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$
<i>Biotit</i>	$\text{K}(\text{Mg, Fe})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$
<i>Muskovit</i>	$\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$
<i>Serpentin</i>	$\text{Mg}_3[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$
<i>Chlorit</i>	$(\text{Mg, Al, Fe})_3[(\text{Al, Si})_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$
<i>Kaolinit</i>	$\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$
<i>Plagioklas (Albit - Anorthit-Reihe)</i>	$\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$
<i>Kalifeldspat (Orthoklas)</i>	$\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$
<i>Leucit</i>	$\text{K}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]$
<i>Quarz</i>	SiO_2

III. Physikalische Eigenschaften der Mineralien (4 Posten/Aufgaben)

Kennzeichen zur Bestimmung von Mineralien

- Härte
- Dichte
- Kristallformen (Prismen, Pyramiden etc.) und Symmetrien
- Form, Tracht und Habitus/Ausbildung
- Glanz
- Bruch
- Zwillinge, gesetzmässige Verwachsungen gleicher Art
- Spaltbarkeit
- Farbe (Absorption, Einschlüsse, chemische Zonierung)
- Luminiszenz
- Piezoelektrizität
- Thermische und elektrische Leitfähigkeit
- Mechanisches Verhalten (elastisch und plastisch)
- Optische Eigenschaften (Lichtbrechung, Doppelbrechung)
- Strichfarbe
- Geschmack
- Geruch

Posten 1: Härteskala

Die *Ritz-Härte* eines Minerals wird mit Hilfe der relativen Härteskala nach Mohs bestimmt. Die Skala ist nicht linear, aber für den praktischen Gebrauch im Feld geeignet. Es gibt auch viele technisch wichtigere Härteskalen: Vickers, Brinell etc. Wichtige Hilfsmittel zur Härtebestimmung im Feld sind Fingernagel, Glasplatte und Stahl (Sackmesser Klinge, Hammerkopf). Vorsicht bei scheinbar weichen, feinkörnigen Aggregaten harter Mineralien (z.B. Kreide (CaCO_3) ist härter als Fingernagel).

Aufgabe 1:

Versuche die vorgegebenen Mineralien nach der Ritz-Härte relativ einzuordnen. Das härtere Mineral ritzt das weichere Mineral. Bei richtiger Einordnung erhält man die Mohs'sche Härteskala (Tabelle 2).

Mineralien: Talk, Gips, Calcit, Fluorit, Apatit, Orthoklas, Quarz, Topas, Korund, (Diamant)

Ritzhärte	Mineral	zum Vergleich
1	Talk	mit Streichholz ritzbar
2	Halit/Gips	mit Fingernagel noch ritzbar
3	Calcit	Fingernagel, Kupfermünze/-draht (2.5)
4	Fluorit	
5	Apatit	
6	Orthoklas	Glas, Taschenmesser Klinge (5.5)
7	Quarz	-> härtestes häufig vorkommendes Mineral
8	Topas	
9	Korund	
10	Diamant	Siliziumkarbid (9.5)

Tabelle 2: Härteskala nach Mohs.

Posten 2: Äussere Form, Habitus

Selten findet man einzelne, schön ausgebildete Mineralien mit äusserer Begrenzung durch ebene Kristallflächen. Mehrere Mineral-Individuen können Aggregate bilden (Gesteine). Mineralien im Gestein weisen oft keine schöne eigene Wachstumsform auf, sondern grenzen an Nachbarmineralien. Nachfolgend findest du eine Übersicht wichtiger Definitionen zu Mineralien und deren Kristallen.

Typische **Kristallformen** wie Würfel, Oktaeder, Rhomboeder, Prisma, Pyramide können bei schön ausgebildeten Mineralien bestimmt werden. Sie sind abhängig vom Kristallsystem (z.B. tetragonales, hexagonales Prisma). Das **Kristallsystem** ist diagnostisch, aber oft nicht erkennbar an den Mineralien. Bei schön auskristallisierten Mineralien ist es eine wichtige Hilfe bei der Bestimmung.

Tracht: Gesamtheit der an einem Kristall entwickelten Formen (Kombination der Formen). z.B. **Dipyramide, Würfel, Oktaeder, Prisma** usw., vergleichen mit Kleider-Tracht der Menschen.

Habitus/Ausbildung (habit): Gesamtgestalt eines Kristalls bedingt durch Grössenverhältnisse der Flächen (siehe Mensch: kurz, lang, dick...). Man unterscheidet drei Grundtypen: **isometrisch, tafelig (plattig), säulig (länglich)**. Kristalle können bei gleicher Tracht einen verschiedenen Habitus, umgekehrt gleichen Habitus bei verschiedener Tracht aufweisen. Der *Habitus* als Merkmal ist fast immer anwendbar.

Die Ausbildung der **Eigengestalt**: Idiomorph, xenomorph (englisch auch euhedral, anhedral).

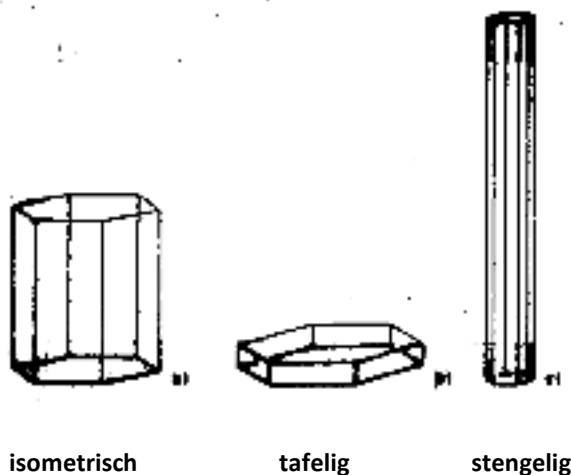
Idiomorphie: Von idiomorph ausgebildet spricht man, wenn der Kristall in seiner bevorzugten Form gewachsen ist. Die Kristallform ist somit durch die Kristallflächen begrenzt (Eigenform eines Minerals).

Xenomorphie: Von xenomorph ausgebildet spricht man, wenn der Kristall nicht in seiner gewollten Form auskristallisiert ist. Die Kristallform ist nicht durch die Kristallflächen begrenzt (Fremdgestalt eines Minerals).

Aufgabe 2: Ordne die Habitus-Begriffe den dazugehörigen Bildern zu. Bestimme die aufgelegten Mineralien nach deren Habitus/Ausbildung (isometrisch, tafelig, langstengelig/nadelig).

Mineralien: Pyrit, Olivin, Zirkon, Amphibol, Beryll, Granat, Muscovit, Chlorit, Calcit

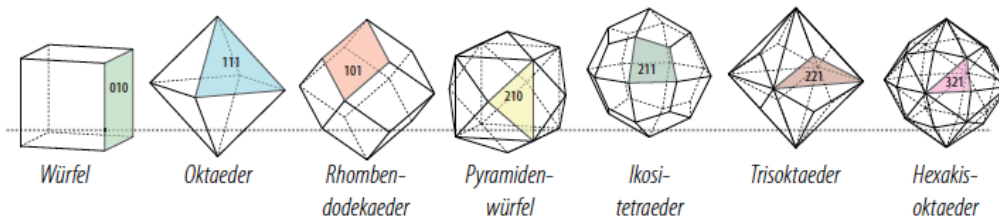
Es folgen einige Illustrationen zu den Begriffen.



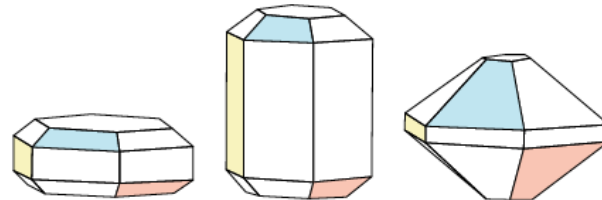
Für den **Habitus** gibt es die Kristallsystem-unabhängigen Begriffe wie:

Isometrisch-körnig, tafelig, blättrig (bladed), leistenförmig, kurzsäulig, stengelig, nadelig, faserig.

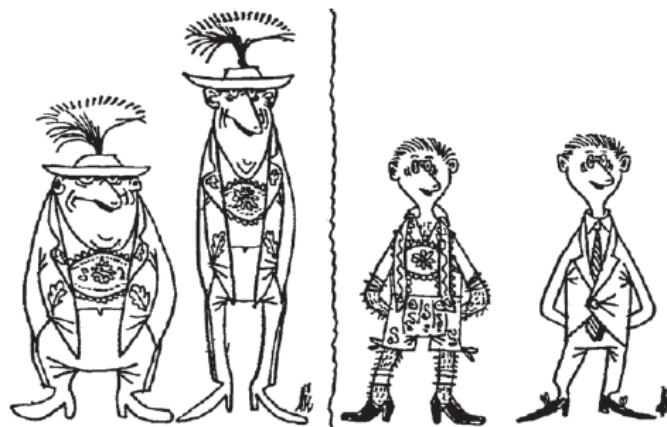
Aggregate : Gestalt und innerer Aufbau/Struktur unterscheiden!
Kugelig (intern strahlig)
z.B. Calcit-Rosetten



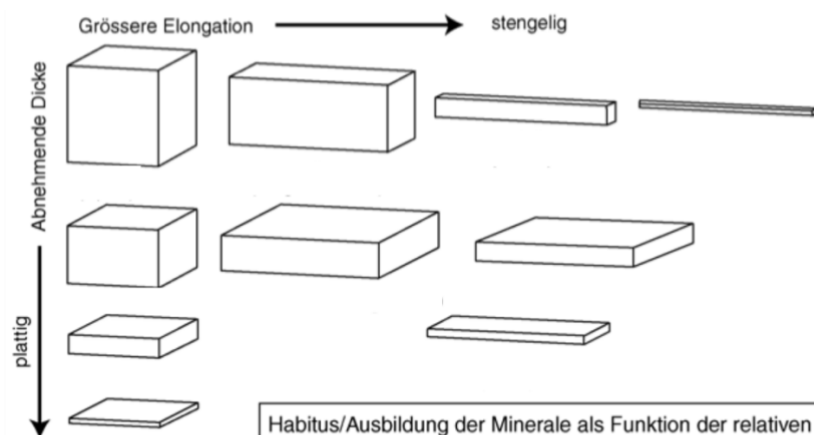
gleicher Habitus (isometrisch) – verschiedene Tracht



verschiedener Habitus der Kristalle bei gleicher Flächenkombination (Tracht)

Tracht gleich – Habitus verschieden:
links gedrungener, rechts gestreckter Typ

Tracht verschieden – Habitus gleich



MikSkizzuFormen

faserig blättrig stengelig körnig kurzsäulig schuppig plattig
 nadelig tafelig leistenförmig/flachstengelig

Posten 3: Spaltbarkeit/Bruch an Einzelmineralien und an Mineralien im Gestein

Unter mechanischer Einwirkung (z.B. Schlag mit dem Hammer) spalten Mineralien oft nach bestimmten Flächen. Diese Eigenschaft nennt man **Spaltbarkeit**. Man kann vollkommene, gute, deutliche und schlechte Spaltbarkeit unterscheiden.

Die vollkommene Spaltbarkeit wird durch Kristallsymmetrie und Kristallstruktur bestimmt, so dass Spaltprodukte eine typische kristallographische Form zeigen. Deshalb kann manchmal von der Form direkt auf das Kristallsystem geschlossen werden (z. B. Calcit-Spalthomboeder).

«Nicht spaltbare» Mineralien zeigen eine unregelmässige Bruchfläche. Man unterscheidet muscheligen und splittrigen **Bruch**.

Aufgabe 3: Welche der verschiedenen Mineralien zeigen Spaltbarkeit, welche zeigen Bruchflächen? Vergleiche Spaltbarkeit/Bruch von Quarz mit Feldspat und Biotit.

Mineralien: dunkle Mineralien: Amphibol, 3 Pyroxene, Biotit, Granat
helle Mineralien: Quarz, Feldspat
metallisch glänzende Mineralien (Erze): Pyrit, Bleiglanz

Posten 4: Spezielle Eigenschaften

Einige Mineralien lassen sich aufgrund *spezieller Eigenschaften* sehr gut bestimmen: Magnetit (magnetisch), Steinsalz (Geschmack), Calcit braust stark mit verdünnter Salzsäure (10%: 1 Teil conc. HCl zu 9 Teilen Wasser), Dolomit hingegen braust nicht resp. nur schwach, wenn heiss. Die *Dichte* von Mineralien kann sehr stark variieren. Der Grossteil der Mineralien hat eine Dichte zwischen 2 und 3 g/cm³ (Quarz 2.7). Erze haben im Allgemeinen eine höhere Dichte (4-8 g/cm³).

Dichte	
Mineral	(g/cm ³)
Kalifeldspat	2.56-2.58
Plagioklas	2.60-2.76
Quarz	2.65
Muskovit	2.76-3.00
Biotit	2.7-3.1
Amphibol	3.0-3.5
Pyroxen	3.2-3.5
Olivin	3.2-4.3
Granat	3.5-4.3
Kalzit	2.7
Magnetit	5.2

Eigenschaften wie spröd, zäh, elastisch biegsam, oder plastisch biegsam (permanent deformiert, duktil) werden unter den Begriffen *Tenazität* und *Duktilität* zusammengefasst. Einzelne Mineralien sind *fluoreszierend*. Es gibt auch wenige *radioaktive* Mineralien.

Weitere technische Merkmale: Piezoelektrizität (Quarz, el. Spannung bei Druck), thermische Leitfähigkeit, optische Aktivität (Drehen der Schwingungsrichtung von Licht, Quarz) etc.

Calcit, Dolomit, Gips und Steinsalz sind sehr wichtige Mineralien in Sedimentgesteinen. Es gibt Gesteine, die (fast) nur aus einer Mineralart bestehen (monomineralische Gesteine: Dolomit, Gips). Die meisten silikatischen Gesteine sind polymineralisch (Sandstein, Granit). Quarzsandstein oder Illit-Tonstein sind quasi monomineralisch.

Aufgabe 4: Welche speziellen Eigenschaften haben die Mineralien Calcit, Steinsalz und Magnetit? Bestimme mit Hilfe von obigen Unterscheidungskriterien die vorliegenden Gesteine.

Woraus besteht Schreibkreide? Kreide (aus der Kreidezeit oder junge Seekreide) besteht aus Schalen kleinster Lebewesen. Wird die heute verwendete Schreibkreide für Wandtafeln aus Kreide hergestellt? Braust sie unter Einfluss von verdünnter Salzsäure auf?

Mineralien: Graphit, Calcit, Dolomit, Steinsalz, Gips, Magnetit, Baryt
Gesteine: Kalkstein, Kreidekalk, Dolomit, Gips