Lerninhalte Teil 1
Block Minerale – Bausteine der Erde
Fragen Haupt- und Nebenfachstudierende

Definieren Sie Mineral und Kristall.

Mineral: Anorganischer, kristalliner, homogener, natürlicher Bestand-teil der Erde und des Kosmos.

Kristall: Ein Kristall ist ein **chemisch homogener**, **physikalisch anisotroper** Festkörper, der eine **dreidimensional periodische Anordnung der Bausteine** (Atome, Ionen, Moleküle) besitzt.

Wie unterscheidet sich ein amorpher Festkörper von einem Kristall?

Kristall: Bausteine streng regelmäßig angeordnet

amorpher Festkörper (Mineraloid): Bausteine ungeordnet

Definieren Sie homogen und inhomogen.

Homogen: Materialeigenschaften an allen Punkten innerhalb des Körpers gleich

Inhomogen: Materialeigenschaften an verschiedenen Punkten innerhalb des Körpers unterschiedlich

Definieren Sie isotrop und anisotrop.

Isotrop: Ein Körper zeigt in verschiedenen Richtungen **gleiches** Verhalten/physikalische Eigenschaften

Anisotropie: Ein Körper zeigt in verschiedenen Richtungen **unterschiedliches** Verhalten

Definieren Sie Tracht und Habitus.

Tracht und Habitus ergeben zusammen die Kristallgestalt

Tracht: Gesamtheit der an einem Kristall entwickelten Kristallflächen (quadratisches Prisma, rhombisches Prisma, Würfel...)

Habitus: Größenverhältnis der einzelnen Flächen zueinander (stängelig, körnig, tafelig, faserig, blättrig)

In welchen Aggregatzuständen können natürliche Substanzen auf der Erde vorkommen?

Gasförmig, fest, flüssig

Nennen Sie alle Minerale der Mohs´schen Härteskala und ihre jeweilige Ritzhärte.

Ritzhärte [nach Mohs]	Schleifhärte [nach Rosival]	Minerale	zum Vergleich
1	0.03	Talk	mit Fingernagel ritzbar
2	1.04	Gips	mit Fingernagel noch ritzbar
3	3.75	Calcit (Kalkspat)	Fingernagel ($2^1/_2$)
4	4.2	Fluorit (Flußspat)	Münze ($3^1/_2$)
5	5.4	Apatit	Nagel (weicher Stahl)
6	30.8	Orthoklas	Glas ≈ Taschenmesserklinge ($5^1/_2$)
7	100	Quarz	
8	146	Topas	
9	833	Korund	
10	117000	Diamant	Siliziumkarbid ($9^1/_2$)

Nennen Sie fünf häufige Elemente der Erdkruste (mit Angabe Gew.%).

Element	Gewichts-%	Atom-%	Volumen-%
O	46,60	62,55	93,8
Si	27,72	21,22	0,9
Al	8,13	6,47	0,5
Fe	5,00	1,92	0,4
Ca	3,63	1,94	1,0
Na	2,83	2,64	1,3
K	2,59	1,42	1,8
Mg	2,09	1,84	0,3
Summe	98,59	100,00	100,0

http://www.geodz.com/deu/d/Erdkruste

Warum sind Minerale bunt? Nennen Sie zwei Beispiele.

Allochromasie (Einbau von Fremdatomen)

Fe3+ statt Zn	honiggelb bis schwarz	Zinkblende (Honigblende)
Cr3+ statt Al3+	rot	Rubin (Korund)

Pseudochromasie (Farbpigmente, Interferenzfarben)

Milchquarz	Luft und Wassertröpfchen (Lichtstreuung)
Rosenquarz	Dumortierit (oft auch Rutilnädelchen im Dumortierit)

Betrahlungsverfärbung

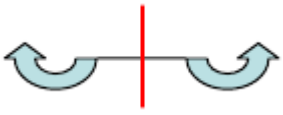
Amethyst	violett (Höhenstrahlung + spurenhafte Verunreinigungen eines Quarzes)
Rauchquarz	grau (Strahlenschaden)

Welche Symmetrieoperationen kennen Sie (mit Skizze)?

(Symmetrieoperation: geometrische Bewegung, die eine Wiederholung eines Motivs erzeugt)

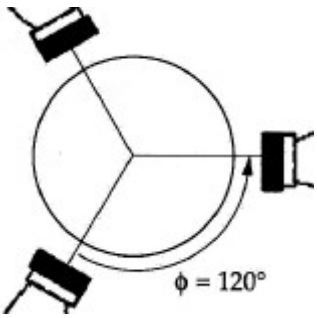
Translation

Spiegelung



(graphisches Symbol: m)

Drehung



(Zähligkeit n der Drehachse n= 360°/phi)

Drehung um	*n*	graphisches Symbol
φ = 360°	1	
φ = 180°	2	⬮
φ = 120°	3	▲
φ = 90°	4	■
φ = 60°	6	⬢
	m	—

Kristallsystem	Einheitslängen	Winkel	Charakteristikum
triklin	a ≠ b ≠ c ≠ a	$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq \alpha$	1
monoklin	a ≠ b ≠ c ≠ a	$\alpha = \gamma = 90° \neq \beta$	2 (oder m)
(ortho)rhombisch	a ≠ b ≠ c ≠ a	$\alpha = \beta = \gamma = 90°$	mehr als eine 2 (oder m)
rhoboedrisch	a = b = c	$\alpha = \beta = \gamma \neq 90°$	3
tetragonal	a = b ≠ c	$\alpha = \beta = \gamma = 90°$	4
hexagonal	a = b ≠ c	$\alpha = \beta = 90° \gamma = 120°$	6
kubisch	a = b = c	$\alpha = \beta = \gamma = 90°$	mehr als eine 3

Nach welchen Aspekten können Minerale systematisch unterteilt werden?

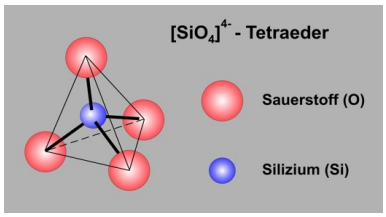
?

Nennen Sie die 10 Mineralklassen nach Strunz und geben Sie jeweils 2 Mineralbeispiele.

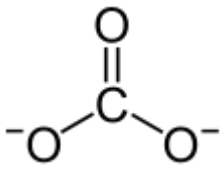
1. Elemente — Eisen, Kupfer
2. Sulfide und Sulfosalze — Pyrit, Bleiglanz
3. Halogenide — Fluorit, Halit
4. Oxide und Hydroxide — Quarz, Hämatit
5. Karbonate — Calcit, Dolomit
6. Borate — Kernit, Sassolin
7. Sulfate — Gips, Baryt
8. Phosphate — Apatit, Dentin
9. Silikate — Augit, Sillimanit
10. Organische Verbindungen — Dinit, Hartit

Skizzieren Sie die Grundbausteine der Silikate und Karbonate.

Silikate:

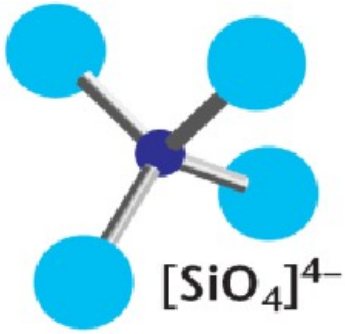


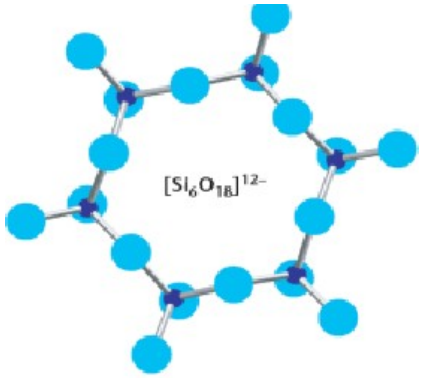
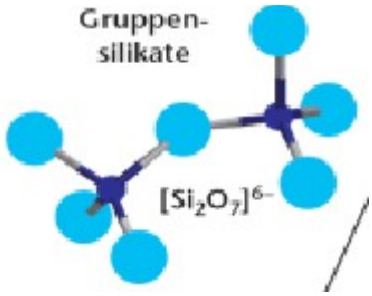
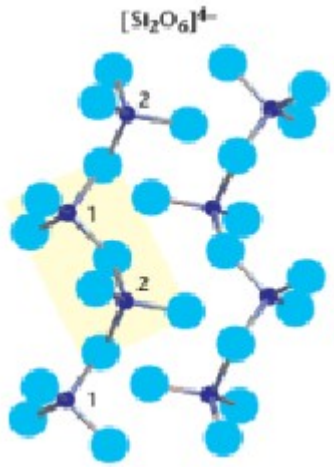
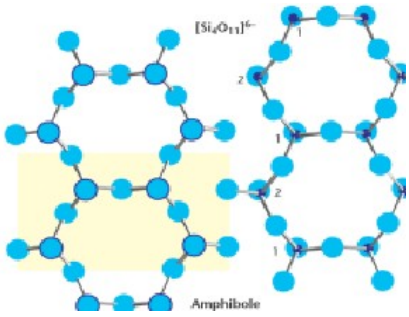
Karbonate:

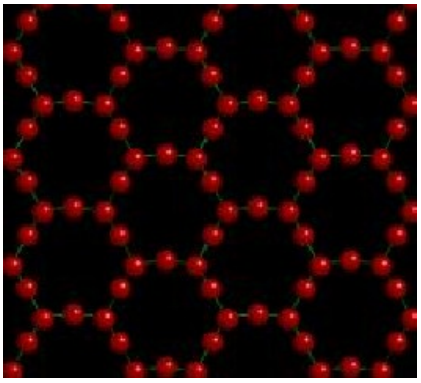
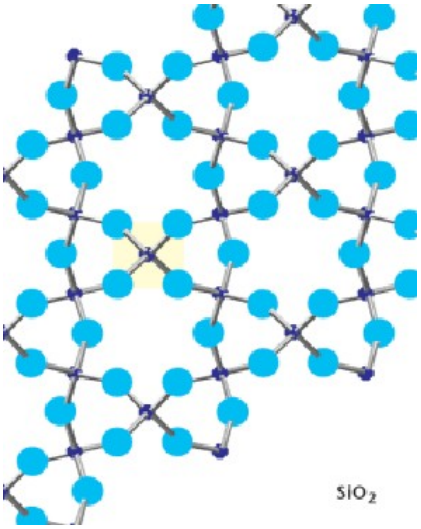


???

Welche Arten von Silikatstrukturen kennen Sie? Skizzieren Sie diese Strukturen.
Nennen Sie jeweils 2 Mineralbeispiele für jede Silikatgruppe.

Inselsilikate		Olivin Granat

Ringsilikate		Beryll Turmaline
Gruppensilikate		Epidot
Kettensilikate (Inosilikate)		Augit Diopsid
Bändersilikate		Hornblende Tremolit

Schichtsilikate		Biotit Muscovit
Gerüstsilikate		Quarz Feldspäte (Sanidin, Albit, Anorthit) Foide (Leucit, Nephelin)

Wie viele Kristallsysteme gibt es? Wie heißen diese.

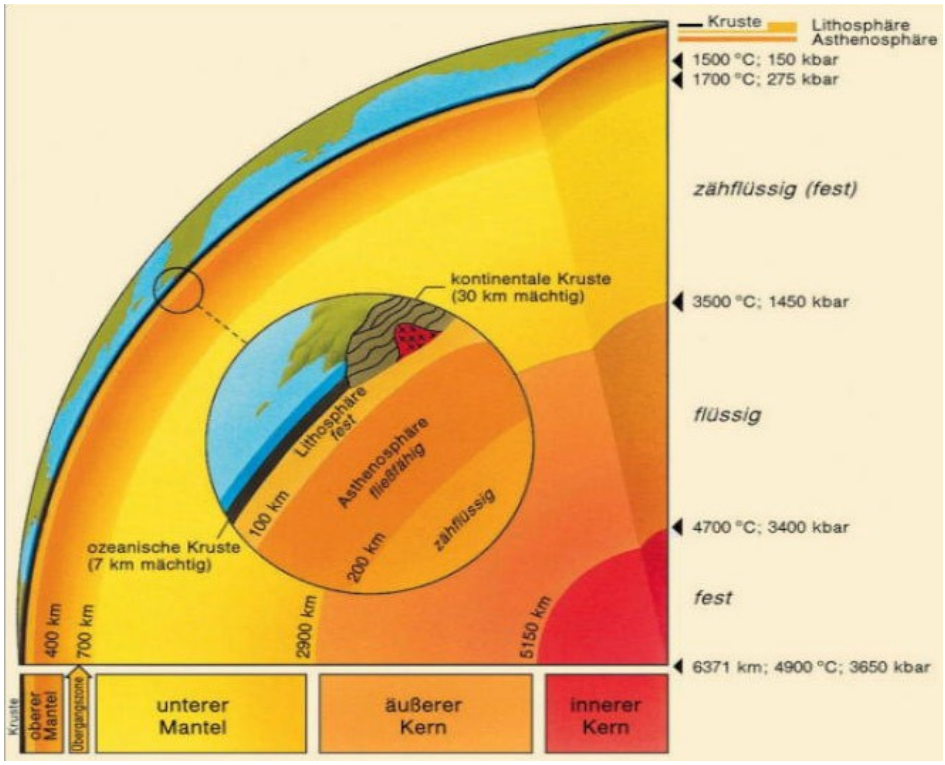
Kristallsystem	Gitterkonstanten	Winkel
Triklin	$a \neq b \neq c \neq a$	$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq \alpha \neq 90°$
Monoklin	$a \neq b \neq c \neq a$	$\alpha = \gamma = 90° \neq \beta$
Orthorhombisch	$a \neq b \neq c \neq a$	$\alpha = \beta = \gamma = 90°$
Tetragonal	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90°$
Hexagonal	$a_1 = a_2 = a_3 \neq c$	$\alpha = \beta = 90°$ $\gamma = 120°$
Trigonal	$a_1 = a_2 = a_3 \neq c$	$\alpha = \beta = 90°$ $\gamma = 120°$
Kubisch	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90°$

Lernen Sie die Mineralformeln der ausgegebenen Liste!

Zusatzfragen Hauptfachstudierende
Welche dichtesten Kugelpackungen kennen Sie? Wie ist die jeweilige Stapelfolge?
Lernen Sie zusätzlich zu den Mineralformeln auch die jeweiligen Kristallsysteme der Minerale der ausgegebenen Liste!
Erläutern Sie die Kristallsysteme mit den für sie geltenden Bedingungen bezüglich der kristallogra-phischen Achsen und der Winkel, die die kristallographischen Achsen zueinander bilden.

Block Aufbau der Erde
Fragen Haupt- und Nebenfachstudierende

Nennen Sie die Hauptschalen der Erde.



Was sind die Hauptminerale der Erdkruste (kontinentale bzw. ozeanische Kruste) und des Erdmantels (jeweils drei)?

Erdkruste:

1 Feldspäte	56%
2 Quarz	12%
3 Pyroxene	10%

oberer Erdmantel:

1 Olivin	60%
2 Pyroxene	30%
3 Granat (Spinell)	9%

Woraus besteht der Erdkern?

überwiegend metallisches Fe (+ ca. 5% Ni)

Wie konnte man feststellen, dass der äußere Erdkern flüssig ist?

- Seismologie und so

Erdplatten bewegen sich, Gebirge werden aufgetürmt und heißes Magma fließt aus der Erde. Woher kommt die Energie dafür?

- radioaktiver Zerfall (gestern und heute)
  - (60-80% der heutigen Wärmeflussdichte)
- Bombardement durch Meteoriten (Entstehung des Planeten Erde)
- gravitative Trennung Silikate und Metallkern
  - (20-40% der heutigen Wärmeflussdichte)

Lerninhalte Teil 2 – Gesteinskreislauf
Block Magmatismus
Fragen Haupt- und Nebenfachstudierende

Definition Gestein?

Gesteine sind in der Natur auftretende Mineralaggregate (Verwachsungen von Kristallen).
Sie bestehen in der Regel aus verschiedenen Mineralarten; aber es gibt auch monomineralische Gesteine (z.B. Marmor, Quarzit).

Welche **Haupttypen von magmatischen Gesteinen** kann man unterscheiden?

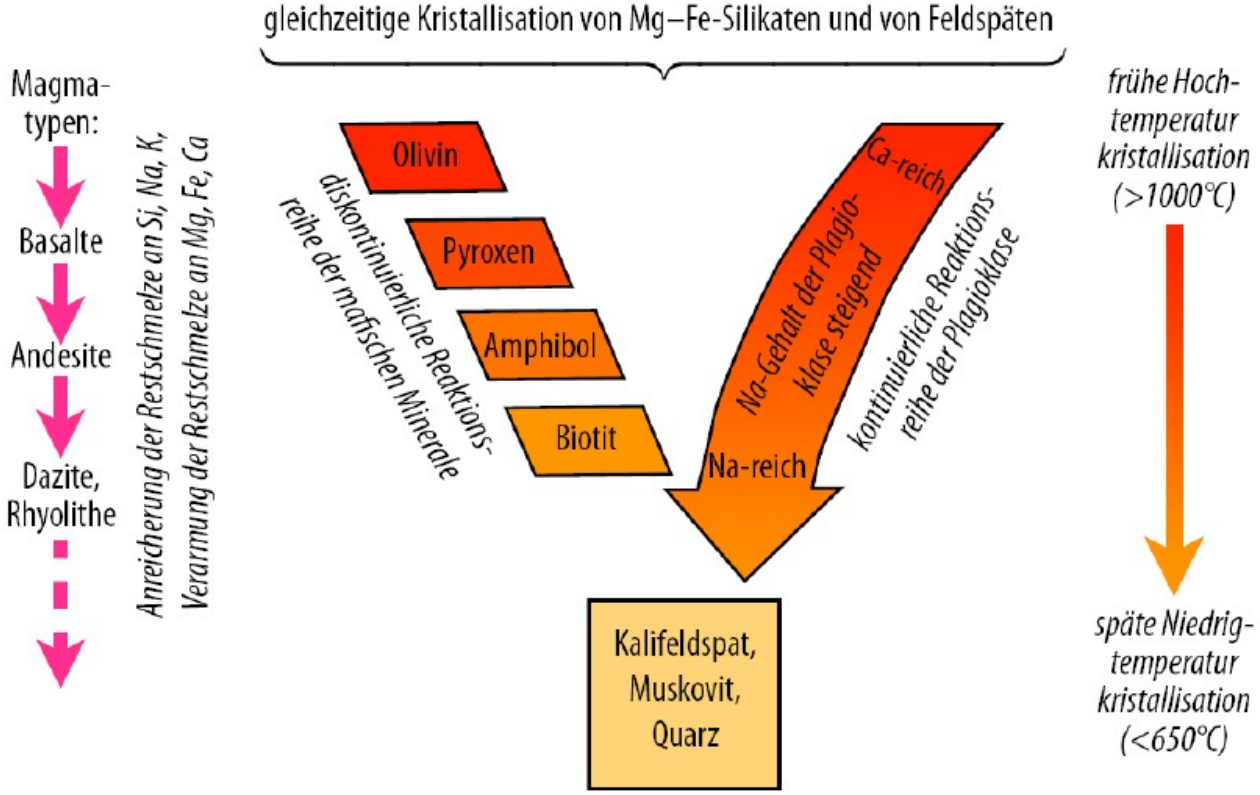
Plutonite (Intrusivgesteine)
Vulkanite (Effusivgesteine)
Subvulkanite (Ganggesteine)

Definieren Sie **Textur und Struktur eines Gesteins**.

Struktur: beschreibt Größe, Gestalt und die wechselseitige Beziehung der Minerale (z.B. Korngröße, Kornform, gleichkörnig-serial-hiatal, idiomorph-hypidiomorph-xenomorph)
Textur: beschreibt die räumliche Anordnung der Komponenten (Minerale, Gesteinsbruchstücke, Fossilien) und ihre Raumerfüllung. (z.B. Isotrope, lagige, kompakte, poröse Textur)

Erläutern sie die **Bowensche Reaktionsreihe**.

In der diskontinuierlichen Reaktionsreihe der mafischen Mineralien reagieren früh ausgeschiedene Olivin-Kristalle mit der an SiO_2 angereicherten Restschmelze und bilden erst Pyroxene, dann in weiterer Reaktion Amphibole und schließlich Biotit.
In der kontinuierlichen Reaktionsreihe der Plagioklase reagiert im idealen Fall zunächst der ausgeschiedene Ca-reiche Plagioklas mit der Schmelze und wird dabei zunehmend Natrium-reicher.



Was ist eine **fraktionierte Kristallisation**?

Die fraktionierte Kristallisation ist ein Prozess, der häufig während der so genannten magmatische Differentation stattfindet. Dabei werden (während der magmatischen Differentiation) kristallisierte Minerale wie Olivin und Pyroxen ausgesondert und bleiben somit erhalten.

Der Begriff magmatische Differentiation bezeichnet die Entstehung unterschiedlicher Teilmagmen aus einem so genannten Stamm-Magma durch Veränderung der chemischen Zusammensetzung. (d.h. dass aus einer flüssigen Gesteinsschmelze mit einer bestimmten chemisch-mineralogischen Zusammensetzung, nicht einfach ein bestimmtes magmatisches Gestein mit derselben Zusammensetzung entsteht, sondern dass unterschiedliche Gesteine mit verschiedenen Zusammensetzungen entstehen können.

Nennen Sie drei häufige plutonische/vulkanische Gesteinstypen mitsamt ihren charakteristischen Merkmalen und ihrer Position im Streckeisendiagramm.

Phonolithe

Einsprenglinge:

- Alkalifeldspat
- Foide (Nosean, Nephelin, selten andere)
- ± Alkaliamphibole
- ± Alkalipyroxene (Ägirin, Ägirinaugit)
- ± Olivin ± Biotit

Merkmale: meist porphyrisch; Grundmasse feinkörnig bis dicht; Grundmasse grau, grünlich, braun

Trachyte

Einsprenglinge:

- Alkalifeldspat (Sanidin, Orthoklas)
- ± Plagioklas (v.a. in Latit)
- ± Alkaliamphibole und andere Amphibole
- ± Alkalipyroxene und/oder Augit
- ± Biotit

Merkmale: meist porphyrisch (z.T. mit großen Sanidinen); Grundmasse hell, feinkörnig (oft Fluidalgefüge durch Einregelung Feldspäte)

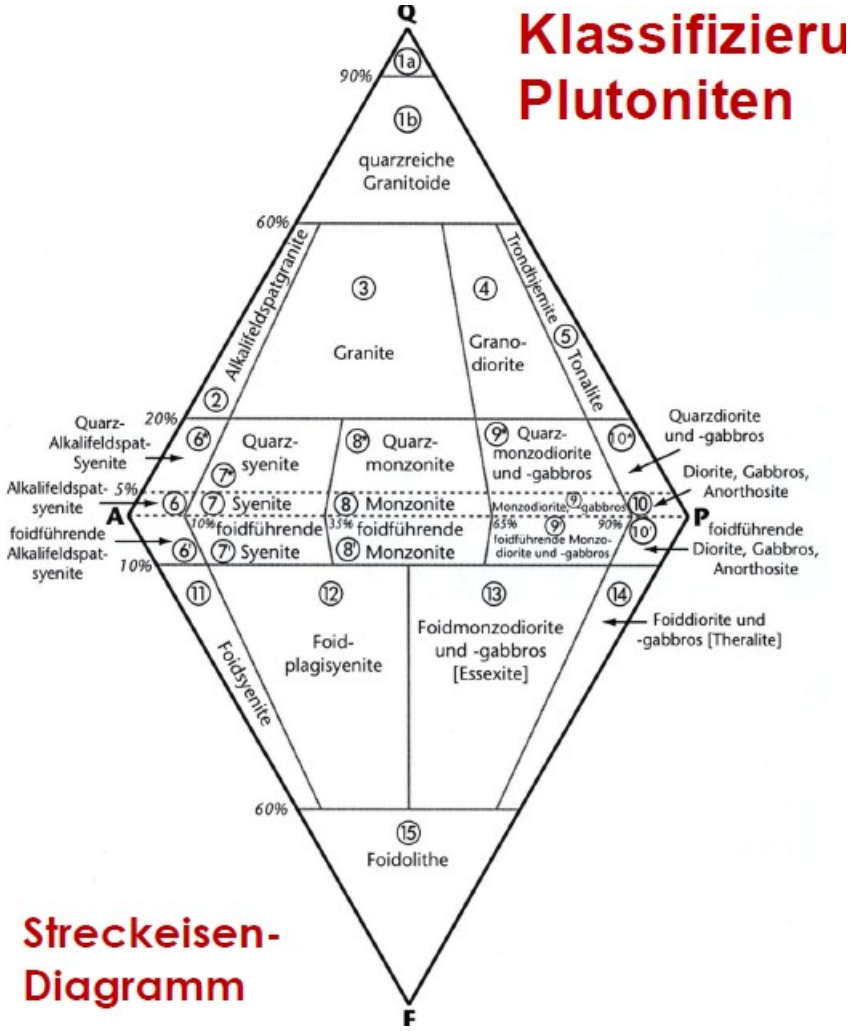
Rhyolithe, Rhyodazite

Einsprenglinge:

- Quarz
- ± Alkalifeldspat
- ± Plagioklas
- ± Biotit ± Amphibole ± Pyroxene

Merkmale: porphyrisches Gefüge; feinkörnige helle, z.T. rötliche Grundmasse

Lernen Sie die Felder des Streckeisen-Diagramms für Plutonite.



Wie können **Subvulkanite** unterteilt werden? Nennen Sie je ein Beispiel.

Lamprophyr : Gruppe von dunklen Ganggesteinen, z.B. Minette (reich an Kalifeldspat und Biotit), Kersantit (reich an Plagioklas und Biotit), Vogesit (reich an Kalifeldspat und Hbl), Alnöit (ultramafisch mit Olivin und Biotit)

Aplite: Helle feinkörnige Ganggesteine, stehen meist im Zusammenhang mit Granitoiden und bestehen überwiegend aus Quarz und Feldspäten, z.B. Aplogranit

Pegmatite: helle grob- bis riesenkörnige Gesteine, die unter H_2O-reichen Bedingungen kristallisiert sind, z.B. Turmalinpegmatit

Welche Probleme können bei der petrographischen Klassifikation von Vulkaniten auftreten?

Bei der klassifizierung über die Farbzahl (prozentualer Anteil an dunklen (mafischen) Mineralen) gilt: SiO_2-arme (mafische) Gesteine sind in der Regel dunkler als SiO_2-reiche (felsische) Gesteine.

Aber!

- Obsidian ist dunkel und zugleich SiO_2-reich
- Foide sind SiO_2-arm (z.B. Sodalith <40%, Nephelin 40–45%) und hell
- feinkörnige Gesteine wirken dunkler

Wie können Vulkanite sinnvoll klassifiziert werden?

- Einteilung auf Grund des Mineralbestands:
  - Für Vulkanite ungünstig - führen nicht immer erkennbare Einsprenglinge → nicht alle wichtigen Minerale sind zu identifizieren
- Einteilung nach der chemischen Zusammensetzung:
  - zeitaufwendig, im Gelände nur selten durchführbar
  - Vorsicht bei Gesteinen, die verwittert sind!
- Einteilung nach der Farbzahl:
  - schnell durchführbar
  - Vorsicht bei Ausnahmen!

Was ist die Viskosität einer Schmelze? Nennen sie je ein Beispiel für eine hoch- und eine niedrigviskose Schmelze.

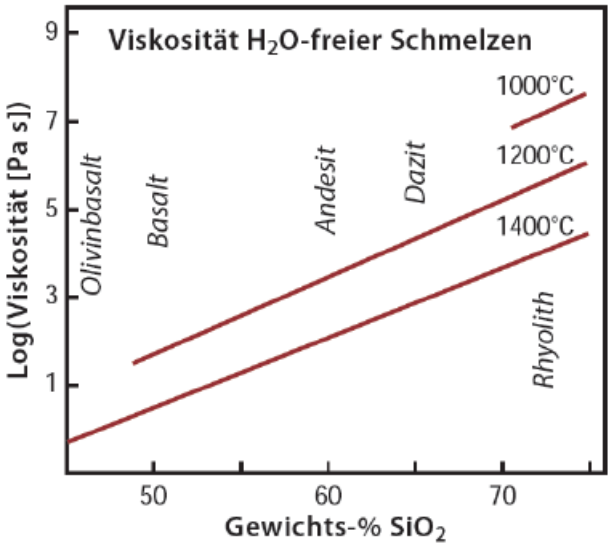
Viskosität = Maß für die Zähflüssigkeit [Pa*s = kg/(m*s)]

hochviskose Schmelze: Rhyolith-Schmelze (Natur) - 10^{10} - 10^{11} Pa s

nidrigviskose Schmelze: Basalt 3 x 10^{4} Pa s

Basische Magmen haben geringe Viskositäten. Sie können daher sehr schnell aufsteigen und verlieren nur wenig Wärme. Im Gegensatz dazu weisen saure Magmen eine sehr hohe Viskosität auf. Zähflüssig steigen sie nur langsam auf und können so viel Wärme dabei verlieren, dass ihr Aufstieg ganz zum Erliegen kommt.

Der Grund für die hohe Viskosität SiO2-reicher Schmelzen ist darin begründet, dass sich die $SiO4^{(4+)}$-Tetraeder zu langen Ketten verknüpfen (Polymerisation). Mit steigendem SiO2-Gehalt nimmt die Polymerisation und damit die Viskosität zu. Einen ähnlichen Effekt hat der Al2O3-Gehalt.



Welche Hauptförderarten von Schmelze gibt es (effusiv, explosiv)?

Was sind **pyroklastische Gesteine**?

Pyroklastite sind Gesteine, die bei explosiven Vulkanausbrüchen durch Zerreißen von Lava, Zerbrechen von Gesteinen (Vulkanite und Nebengesteine) und anschließende Ablagerung der Komponenten entstehen. Der Übergang zwischen Vulkaniten und Sedimenten ist fließend.

Die Ablagerung der Pyroklastite erfolgt

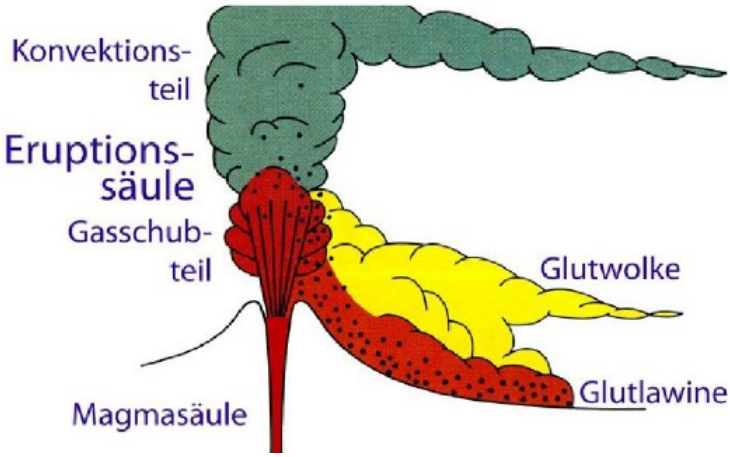
- durch Fall aus der Luft auf Land oder ins Wasser
- aus einem pyroklastischen Strom (Glutlawine)
- direkt ins Wasser

Bei welchen Zusammensetzungen von Schmelzen ist eine explosive Fördertätigkeit begünstigt?

- Hoher Gasanteil *(Gasvolumen >75% → Explosion mit Bildung der Eruptionssäule)
- geringer SiO2-Gehalt (→ geringe Viskosität)

Wasser	Gas	Kieselsäure	Temperatur in °C	Förderart
-	+	-	bis 1230	effusiv, ruhig
+	+	-	"	effusiv & explosiv
-	-	+	600 - 900 °C	schiebt saure Laven aus den Schlot (Dom)
+	-	+	400 - 700 °C	hoch explosiv, Glutwolken

Beschreiben Sie den Ablauf eines **explosiven Vulkanausbruch**s (auch Skizze).



In einer Tiefe um 100km, bei Temperaturen von 1000–1300°C dehnt sich das schmelzende Gestein aus, Magmakammern entstehen. Die entstehenden Gase erhöhen mit der Zeit den Druck innerhalb der flüssigen Masse, das Magma steigt auf. Überschreitet der Druck einen kritischen Punkt, bricht ein Vulkan aus (*Gasvolumen >75% → Explosion mit Bildung der Eruptionssäule). Gröbere Fragmente fallen herab → Wolke steigt höher; seitlich wird kalte Luft angesaugt → weiterer Auftrieb bei zu geringem Anfangsschub kollabiert die Säule teilweise oder ganz → Entstehung von Glutwolken und Glutlawinen (pyroklastischer Strom)

Was ist ein **pyroklastischer Strom**?

Ein pyroklastischer Strom ist ein Gemisch aus festem Gestein und Gasen, das in Begleitung explosiver vulkanischer Eruptionen auftreten kann und sich sehr schnell hangabwärts bewegt.

Wie werden **pyroklastische Gesteine klassifiziert**?
Unterteilung nach

- Gefügeeigenschaften (Größe und Gestalt der Partikel, ihrem Verband untereinander, Auftreten von Schichtung)
- Zusammensetzung (Anteil von Glas, Kristallen, Gesteinsbruchstücken; Art der vulkanischen und anderen Komponenten)
- nach der Entstehung (Fall aus der Atmosphäre, Aschenströme, im Wasser)

Nach der Korngröße unterscheidet man:

- Aschen (Partikel <2 mm Ø)
- Lapilli (2 – 64 mm Ø) [Sing.: Lapillus]
- Bomben und Blöcke (>64 mm Ø)

Verfestigte Pyroklastite werden als Tuffe oder Brekzien bezeichnet.

Was ist ein **Bims**?

Bims ist ein schaumig aufgeblähtes sehr leichtes (schwimmt auf Wasser) pyroklastisches Gestein mit meist SiO_2-reicher Zusammensetzung

Was ist ein **Ignimbrit**?

Ignimbrite sind Ablagerungen aus Glutlawinen. Sie sind schlecht sortiert und bestehen aus Glasscherben, Bimslapilli, Kristallen, Gesteinsfragmenten und Aschen.

Zusatzfragen Hauptfachstudierende:

Wie und wo bilden sich magmatische Gesteine (Mantel, Kruste…)?
Was passiert beim Aufstieg einer Schmelze?
Was sind die häufigsten plattentektonischen Positionen von Magmatiten? Welche Magmatite bilden sich dort (z.B.: MOR: Basalt; Kollisionszone: Granit…)?
An welcher plattentektonischen Position werden die größten Schmelzvolumen gebildet?
An welcher plattentektonischen Position findet sich überwiegend explosiver Vulkanismus?
Wie entstehen Hot Spots?
Nennen Sie die drei Hauptgefahren durch explosiven Vulkanismus !

1. Metamorphite

a) . Was versteht man unter metamorphen Gesteinen?

Metamorphite entstehen im festen Zustand in der Erdkruste/-mantel durch Umwandlung anderer Gesteine(Magmatite, Sedimente) unter T- und/oder P-Änderung. Der Prozess wird als Metamorphose bezeichnet.

b) . Welche Veränderungen erfährt ein Gestein durch die Metamorphose?

Veränderung Mineralbestand:

- Bestimmte Minerale verschwinden, gleichzeitig entstehen andere.
- Der Anteil der Minerale am Gestein ändert sich.
- Die Zusammensetzung eines Minerals ändert sich.

Veränderung Gefüge:

- **Umkristallisation** vorhandener Minerale: Beispiel
  Fossil-führendes Karbonat(feinkörnig, Fossilien erkennbar) $\Rightarrow$
  Marmor(grobkörnig rekristallisiert, Fossilien weg)
- **Mineralreaktion** vorhandener Minerale:
  Temperatur-sensitive Reaktionen, Dehydrierung und **Blastese** $\rightarrow$ Bildung von Porphyroblasten (neue Minerale im Gestein, die sich in der Größe vom Rest unterscheidet)
- **Einregelung** vorhandener Minerale:
  Einseitig gerichteter Druck $\rightarrow$ Minerale regeln sich senkrecht dazu ein, z.B. Augengneis.
- **Drucklösung** und daraus resultierende **Ausfällung** von Mineralen.

c) . Nennen Sie zwei typische Gefügemerkmale von metamorphen Gesteinen

Penetrative Strukturen → durchdringen gesamten Gesteinskörper.

- **Foliation:** planeres Richtungsgefüge
- **Lineation:** lineares Richtungsgefüge

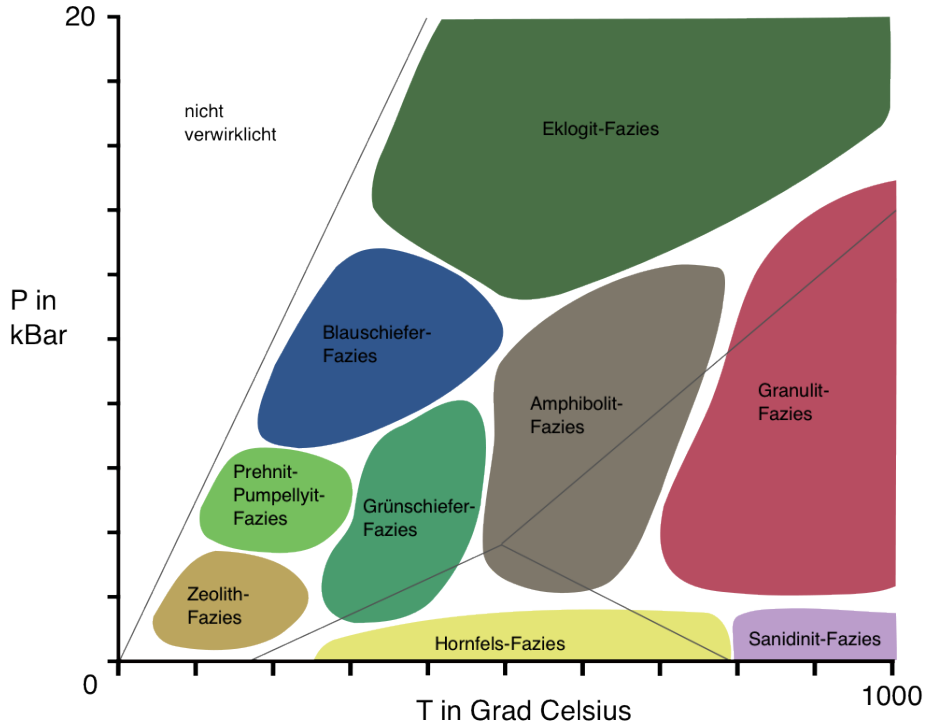
d) . Wie ist die Metamorphose abgegrenzt? Geben Sie den Temperaturbereich an, in dem Metamorphose stattfindet.

1. **Diagenese** $< 150°C$
   Keine klare Abgrenzung Diagenese/Metamorphose, da auch bei der Diagenese Mineralumwandlungen stattfinden können.
2. **Aufschmelzung**(Anatexis) $>$ 900-1100°C

e) . Was ist eine metamorphe Fazies? Für welches Gestein wurde sie Ursprünglich entwickelt?

Definierte P-T-Bedingungen, innerhalb derer sich in Abhängigkeit vom Chemismus der Gesteine spezifische Mineralvergesellschaftungen (= **Paragenesen**) bilden. Ursprünglich für basaltische Gesteine!

f) . Lernen Sie die Feldbeschriftungen des Fazies-Diagramms!



g) . Welche Arten der Metamorphose gibt es? Durch welche P-T-Bedingungen sind sie gekennzeichnet? (z.B. hohe P, niedrige T....)

- **Regionalmetamorphose** Bsp. Glimmerschiefer, Gneis, Amphibolit
  Typisch an kollidierenden Plattenrändern/Gebirgsbildung → mittlerer bis hoher P, hohe T
- **Versenkungsmetamorphose** Bsp.
  in niedriger Tiefe, Übergang Sediment zu Metamorphit → niedriger P und T
- **Hochdruckmetamorphose** Bsp. Blauschiefer, Eklogit
  Typisch in Subdutkionszonen, Druckbetont → sehr hoher P und niedrige T
- **Kontaktmetamorphose** Bsp. Hornfelse, Frucht-/Knotenschiefer
  eng begrenzter Bereich an magmatischen Intrusionen (Kontakthof), Temperaturbetont → meist niedrige P und hohe T

- **Hydrothermal-Metamorphose/Metasomatose** Bsp. Grünschiefer, Amphibolit
  Typisch: Mittelozeanischer Rücken, heiße Wässer zirkulieren in magmatisch aktiven Gebieten (z.B. zerklüfteter Basalt) → niedriger P und hohe T

- **Schockmetamorphose** Bsp. Suevit, Coesit
  Aufschlag von Meteoriten → kurzzeitig hohe T und sehr hohe P

h) . Nennen Sie ein typisches metamorphes Gestein für jede Metamorphoseart.

siehe g)

i) . Nennen Sie typische metamorphe Minerale und dazugehörige metamorphe Gesteine. In welcher Fazies sind diese stabil?

1. Erdgeschichte

a. Was versteht man unter der radiometrischen Altersbestimmung? Nennen Sie ein Beispiel für ein Isotopensystem, welches geeignet ist das Alter der Erde zu ermitteln.

Grundlage radiometrischer Altersbestimmung ist der natürliche **radioaktive Zerfall** bestimmter Elemente. Geeignetes Isotopensystem: ^{238}Uran $\rightarrow$ ^{206}Blei mit einer Halbwertszeit von $4,25 \times 10^9$ a.

b. Wie alt ist die kontinentale Kruste, wie alt die ozeanische Kruste? Erklären Sie die Unterschiede.

Die ältesten kontinentalen Krustenstücke sind bis zu 3,8 Mrd Jahre alt. Die ozeanische Kruste erreicht höchstens ein Alter von ca. 180 mio Jahren.

Grund:

In den Ozeanen wird Mantelmaterial an die Oberfläche gefördert $\rightarrow$ es entsteht neue Kruste!

Die Platten divergieren, kühlen mit der Zeit ab und werden schwerer (Dichte/Temperatur-Abhängigkeit) $\rightarrow$ Subduktion

c. Geben Sie die stratigraphischen Ären des Phanerozoikums an und ordnen Sie diesen jeweils ein Alter zu.

- **Paläozoikum** - 540 Ma
- **Mesozoikum** - 250 Ma
- **Känozoikum** - 65 Ma

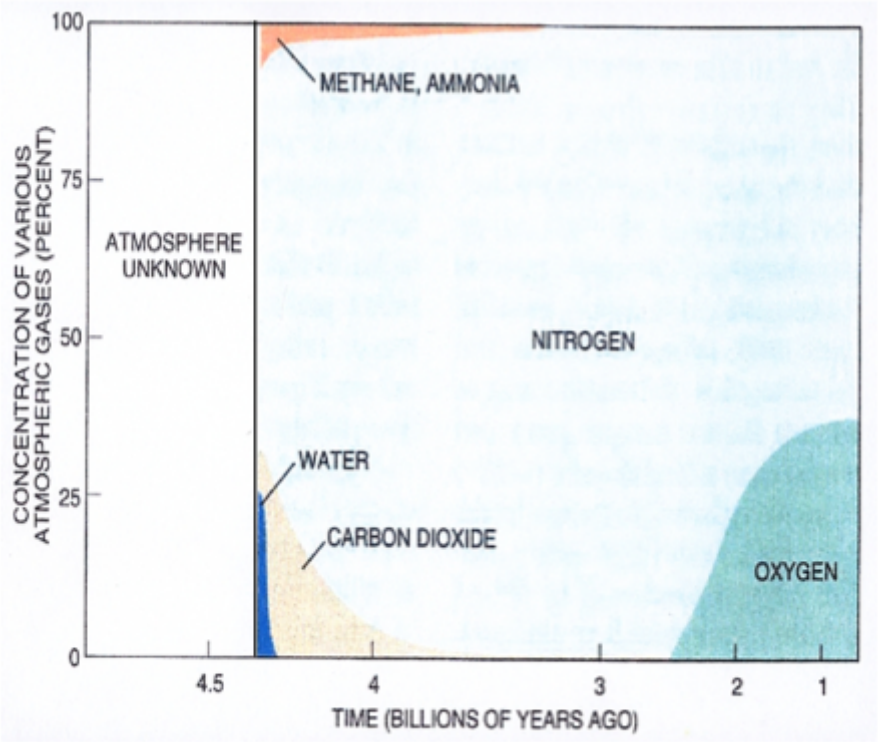
d. Nennen Sie drei Argumente, die für eine frühere Extistenz des Superkontinents Pangäa sprechen und damit auch die Kontinentaldrifttheorie von Alfred Wegener stützen.

- geolog. Verbindung über Ozeane hinweg:
  Ähnliche Gesteinsformationen/Gebirgszüge/Gesteine auf verschiedenen Kontinenten nachweisbar.

- Paleontologie:
  Fossilien der gleichen Gattung und zugehöriger Flora auf versch. Kontinenten.

- Klimazeugen:
  Kohlevorkommen in der Arktis, die sich nur in tropischem Klima bilden können. Gleiche Pflanzen in versch. Klimazonen.

e. Skizzieren Sie die zeitliche und stoffliche Entwicklung der Atmosphäre auf der Erde!



f. Nennen Sie die einzelnen stratigraphischen Perioden des Paläozoikums und geben Sie deren Alter an!

- **Perm** - 251-299 Ma
- **Karbon** - 299-359 Ma
- **Devon** - 359-416 Ma
- **Silur** - 416-444 Ma
- **Ordovizium** - 444-488 Ma
- **Kambrium** - 488-542 Ma

g. Nennen Sie die einzelnen stratigraphischen Perioden des Mesozoikums und geben Sie deren Alter an!

- **Kreide** - 65-145 Ma
- **Jura** - 145-200 Ma
- **Trias** - 200-251 Ma

h. Was versteht man unter dem Begriff "Biostratigraphie"?

Bei der B. wird mittels Fossilien das relative Alter der Gesteinseinheiten bestimmt.

i. Was sind Leitfossilen?

Leitfossilien sind stratigraphisch wertvolle Fossilien, die eine **rasche Evolution** zeigen, **leicht zu gewinnen** sind, sowie **häufig und in großen Mengen** vorkommen.

j. Leitfossilien des Paläozoikum bzw. Mesozoikum

Paläozoikum:

- Trilobiten – Kambrium
- Graptolithen – Ordovizium, Silur
- Ammonoiden – Devon, Karbon, Perm

Mesozoikum:

Hauptsächlich verschiedene Untertypen der Ammonoiden.

k. Welche Prozesse können für das massenhafte Aussterben von Faunengruppen in der Erdgeschichte verantwortlich sein? Nennen Sie 3 Möglichkeiten!

- **Meteoriteneinschlag**

  Hat ein Meteorit eine ausreichende Größe/Geschwindigkeit, wird beim Impact so viel Staub freigesetzt, dass jegliche Fotosynthese unmöglich wird → kein Leben

- **Vulkanismus**

  Asche in der Atmosphäre behindert die Sonneneinstrahlung und kann so zu einem abrupten Klimawandel führen → Eiszeit

- **Klimawandel**

  Eiszeit → Verlust großflächigen Lebensraumes

2. Sedimentgesteine

a. Erklären Sie den Unterschied in der mineralogischen Zusammensetzung! (Magmatische Gesteine $\leftrightarrow$ Sedimente)

Sedimente entstehen durch verschiedene Verwitterungsprozesse aus Magmatischen Gesteinen. Bei der Verwitterung wird das Gesteinsgefüge zerstört. Minerale haben eine spezifische Verwitterungsresistenz. So hat z.B. Quarz eine hohe Resistenz gegenüber Verwitterung und kommt so in hohen Anteilen im Sedimentgestein vor.

b. Was versteht man unter physikalischer und chemischer Gesteinsverwitterung. Nennen Sie jeweils zwei Beispiele.

Physikalisch:
Gesamtheit aller Vorgänge, die zur Auflockerung eines Gesteinsverbandes führt, die mit Temperatur- oder Volumenänderungen der beteiligten Substanzen zusammenhängen.

- Temperaturverwitterung – unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten
- Frostsprengung – Volumenzunahme von H_2O

Chemisch:
Als chemische Verwitterung bezeichnet man Veränderungen von Böden, Lockersedimenten und Gesteinen, die durch die Reaktion ihres Mineralbestandes sowohl mit dem zirkulierenden Wasser selbst, als auch mit den in ihm enthaltenen Stoffen hervorgerufen werden.

- Lösungsverwitterung – Korrosion durch Salzhaltige Lösungen und Kohlensäure
- Hydrolyse – Silikatverwitterung durch saure Wässer

c. Was versteht man unter dem Begriff Diagenese? Geben Sie ein Beispiel!

Alle Prozesse, die ein Sediment (locker) nach der Ablagerung verändern und in ein festes Gestein überführen, werden unter dem Begriff *Diagenese* zusammengefasst (bei geringen Drücken und Temperaturen). Beispiel:

- Versenkung → Kompaktion und Abgabe von Porenwasser → Lithifizierung
- Ausfällung oder Weiterwachsen vorhandener Minerale → Zementation → Lithifizierung

d. Was versteht man unter den Begriffen Verwitterung und Erosion? Verdeutlichen Sie die Unterschiede!

Verwitterung:

- *Zersetzung* und *Zerfall* von Gestein durch physikalische, chemische oder biologische Verwitterung.

Erosion:

- Zerstörung bzw. Schaffung von Oberflächenformen durch die *Abtragung* von mehr oder weniger stark verwitterten Gesteinen einschließlich der Böden.

e. Diagenetische Prozesse können unter vadosen oder phreatischen Bedingungen stattfinden. Erläutern Sie die Unterschiede.

Es gibt **meteorische** (also Niederschlag + Grundwasser) und **marine** (Meerwasser)Diagenese. Beide können wiederum in **vados** (Wasser-ungesättigt) und **phreatisch** (Wasser-gesättigt) unterteilt werden.

f. Geben Sie die Korngrößenbereiche für die Kies-, Sand-, Silt- und Tonfraktion von Sedimentgesteinen an

Korngröße	Sediment	Sedimentgestein
$>$ 63 mm	Steine	Konglomerat/Brekzie
2-63 mm	Kies	
0,063-2 mm	Sand	Sandstein
0,002-0,063 mm	Silt/Schluff	Silt-/Schluffstein
$<$ 0,002 mm	Ton	Tonstein

g. Was versteht man unter siliziklastischen Sedimenten? Nennen Sie 3 Beispiele!

Siliziklastische Sedimente gehören zur Gruppe der Klastischen Sedimentgesteine und bestehen überwiegend aus Silikatmineralen wie Quarz oder Feldspat. Beispiele: Brekzie, Konglomerat, Sandstein, Tonstein

h. Was sind chemische Sedimente? Nennen Sie drei Beispiele!

Chemische Sedimente sind Ausfällungen, die aus wässriger Lösung durch chemische oder biochemische Prozesse ausgeschieden werden. Beispiele: Karbonatgesteine, Evaporite , Phosphate

i. Wie unterscheidet sich eine Arkose von einer Grauwacke?

Arkosen enthalten neben Quarz viele Feldspäte. Grauwacken enthalten neben Quarz viele Tonminerale (Schichtsilikate).

j. Erklären Sie den Unterschied zwischen Ooid und Onkoid!

Ooide sind gut gerundete, häufig kugelförmige Komponenten mit einem Durchmesser zwischen 0,5 und 2 mm, die aus einem Kern und einer oder mehreren konzentrischen Hüllen aufgebaut sind.
Onkoide sind Partikel mit einem Durchmesser > 2 mm und einem konzentrischen Lagenbau um einen Kern.
Der Unterschied liegt also in der Größe!

k. Wo bilden sich Karbonatgesteine? Geben Sie drei Beispiele für typische Bildungsräume und nennen Sie die Namen entsprechender Karbonatgesteine.

Nicht-Marin:

- Sub-aerisch:
  Travertin (Sinterkalk) $\rightarrow$ CO_2-Verlust durch Entgasung/Photosynthese bewirkt Kalkabscheidung.
  Caliche-Krusten $\rightarrow$ Verdunstung von aufsteigendem Grundwasser in ariden Gebieten

- Lakustrin (Umgebung eines Süßwassersees):
  Seekreide

Marin:

- Gezeitenbereich:
  Beachrocks

- Schelf:
  Karbonatriffe

Lerninhalte Teil 4 – Deformation von gesteinen

Was ist bruchhaftes, was ist duktiles Verhalten? Nennen Sie jeweils zwei Beispiele für bruchhafte und duktile Strukturen.

Bruchhaftes Verhalten: Gesteine verhalten sich spröde und zerbrechen

Beispiele: Störungen, Klüfte
(kalte, obere Erdkruste)

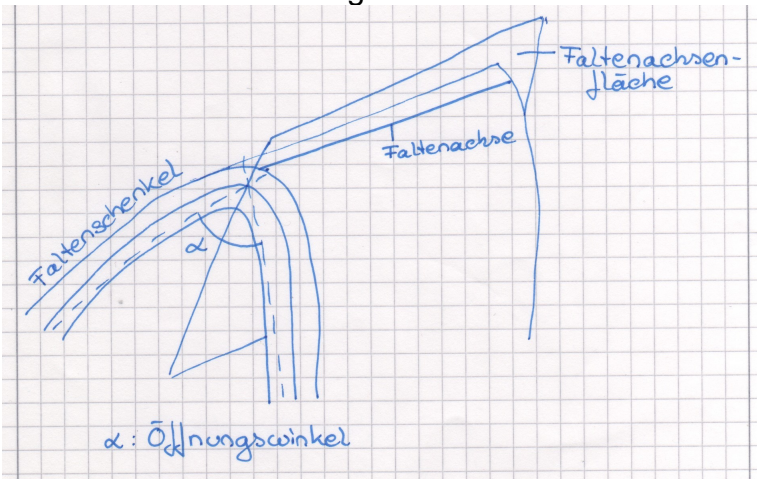
Duktiles Verhalten: Gesteine verformen sich OHNE zu zerbrechen
("Fließen" im festen Zustand)

Beispiele: Falten, metamorphe Foliation
(warme untere Erdkruste)

Welche Kräfte spielen bei tektonischen Vorgängen eine Rolle?

- kompressive Kräfte
- Dehnungskräfte
- Scherkräfte

Machen Sie eine Skizze von einer Falte und markieren Sie Faltenschenkel, Faltenachse, Faltenachsenfläche sowie den Öffnungswinkel der Falte.

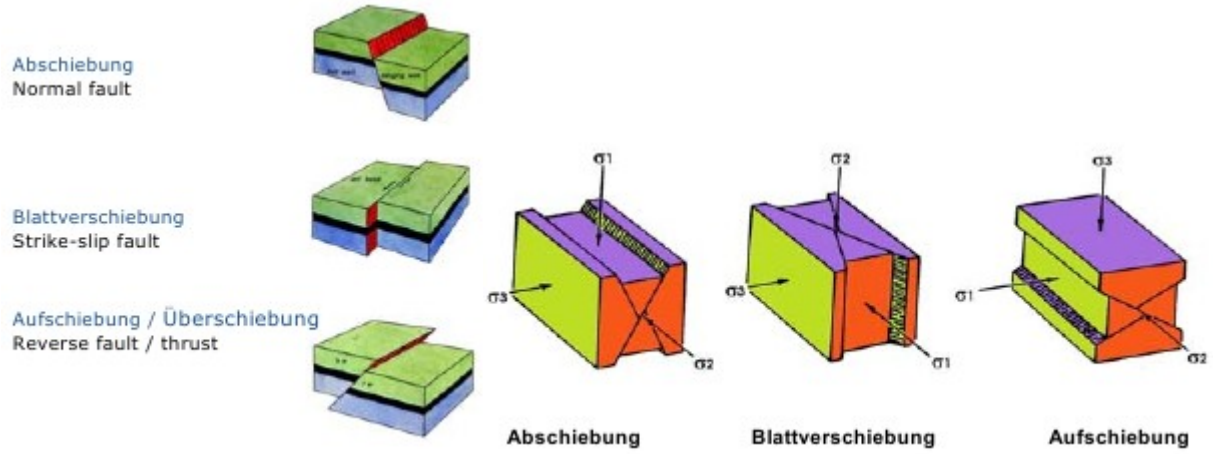


Was versteht man unter der Vergenz einer Falte?

Vergenz bezeichnet in der Geologie die Kipprichtung geneigter Falten. So wird zum Beispiel eine nach Osten geneigte Falte als *ostvergent* bezeichnet.
Der Winkel, den die Achsenfläche mit der Vertikalen bildet, wird *Vergenzwinkel* oder *Vergenzgrad* genannt.

Nennen Sie drei Strömungstypen und geben sie für die verschiedenen Störungsgeometrien das tektonische Spannungsfeld an.

Störungstypen: Spannungsfelder:



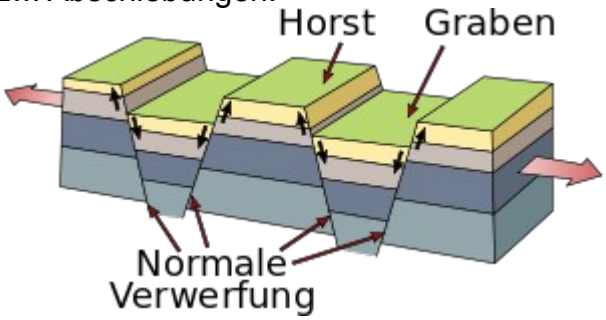
Nennen Sie zwei typische Störungszonengesteine.

Kataklasit, Mylonit

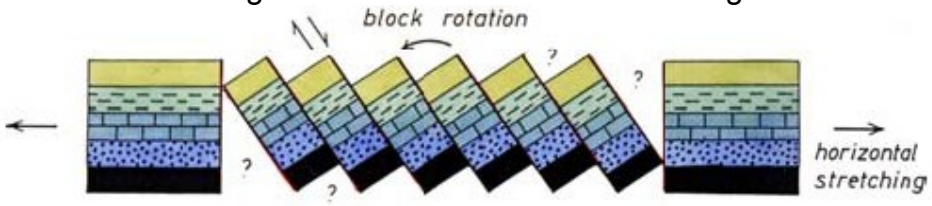
Machen Sie eine Skizze zur Entstehung von Überschiebungen und markieren Sie den Abscherhorizont, die Rampe und Flachbahn.

Unter welchen tektonischen Bedingungen entstehen Horste und Gräben, Schollenrotation sowie listische Abschiebungen? Machen Sie eine Skizze zu diesen Strukturen.

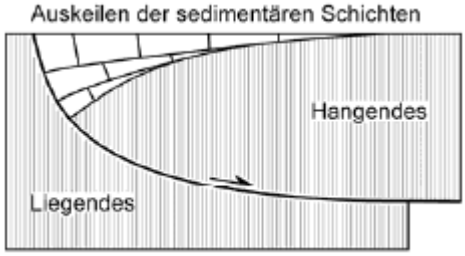
Horste und Gräben: Treten meist zusammen in Schwächezonen (kontinentalplattenränder, Grabenbrüche, geologische Störungen wie Gebirgsbildung) der Erdkruste auf, bei denen es zu horizontaler Dehnung kommt und infolge dessen zu Auf- bzw. Abschiebungen:



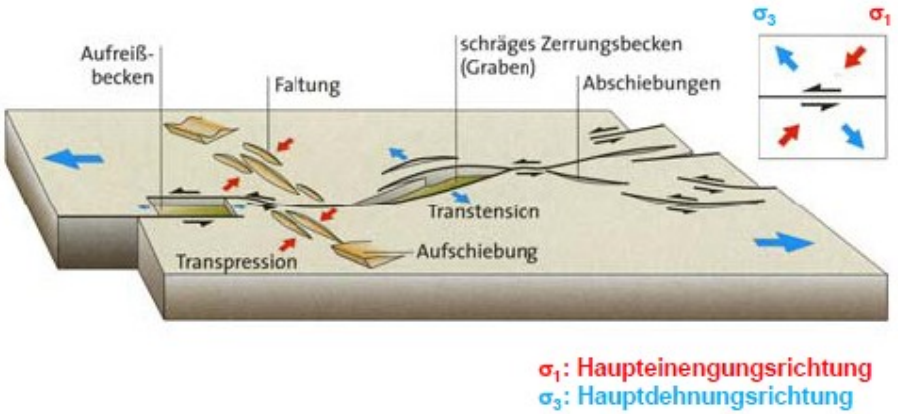
Sollenrotation: Entstehung durch horizontale Krustendehung:



listrische Abschiebungen: Ein listrischer Bruch ist eine gebogene, nach oben hin konkave Verwerfung, der in die Tiefe hin abflacht:



Welche Strukturen können in einem kontinentalen Transformstörungs-System auftreten? Nennen Sie ein Beispiel für ein kontinentales Transformstörungs-System.



Beispiel: San Andreas Störung

Wie unterscheiden sich Klüfte von Störungen?

Klüfte oder Kluftflächen sind feine Trennflächen im Gestein bzw. Im Gebirge, die durch tektonische Beanspruchung entstehen, aber auch durch diagenetische Prozesse oder Abkühlung (Kontraktion) von Gesteinen.

Eine **Störung** bezeichnet einen tektonischen Vorgang, der das ursprüngliche Gefüge eines Gesteins stört. In der Regel werden größere Gesteinspakete gegeneinander verschoben.

→ Gemeinsamkeit: Bildung von Trennflächen

Unterschied: Bei den Klüften kommt es zu keiner Dilatation, bei den Störungen kommt es zur Dilatation

Nennen Sie zwei Beispiele für nicht-tektonische und zwei für tektonische Extensionsbrüche.

Nicht-tektonische Extensionsbrüche	Tektonische Extensionsbrüche
- Abkühlungsklüfte	- Gänge
- Entlastungsklüfte	- Fiederklüfte
- Stoß-, Schock- oder Strahlenkegel	- Tektonische Klüfte

Nennen Sie drei geologische Prozesse für die Extensionsbrüche von Bedeutung sind.

Gänge sind Extensionsbrüche, die auf intrudierendes Magma zurückzuführen sind. Es handelt sich um subvertikale Diskontinuitäten, die mit magmatischen Gesteinen gefüllt sind.

?

?

Lerninhalte Teil 5 – Plattentektonik

Grundlagen

Bei welcher Tiefe, Temperatur und Druck ist die Kern-Mantel-Grenze, bei welcher die Kruste-Mantel-Grenze anzutreffen? Wie können Kern und Mantel weiter unterteilt werden?

Wie ist die (grobe) Zusammensetzung der unterschiedlichen Schalen der Erde?

Was ist die Ursache des Erdmagnetfeldes? Wie kann das Erdmagnetfeld gespeichert werden?

Welche Bedeutung hat das Erdmagnetfeld für die Plattentektonik?

Was ist das maximale Alter der ozeanischen Kruste? Wie alt sind zum Vergleich die ältesten kontinentalen Gesteine?

Welche Kräfte treiben plattentektonische Prozesse an? Machen Sie eine schematische Skizze mit mittelozeanischem Rücken und Subduktionszone und zeichnen Sie die Kräfte ein.

Nennen Sie zehn Platten. Was sind durchschnittliche Bewegungsraten an den Plattengrenzen? Welche Arten von Plattengrenzen kennen Sie?

Welche Phänomene können mit der Theorie der Plattentektonik erklärt werden?

Erläutern Sie die Entstehung von Erdbeben.

Welche weiteren Naturkatastrophen können durch Erdbeben ausgelöst werden? Nennen Sie zwei.

Mittelozeanische Rücken

Skizzieren Sie den Aufbau der ozeanischen Kruste an einem mittelozeanischen Rücken und benennen Sie die dort auftretenden Gesteine.

Durch welchen Mechanismus kommt es zur Schmelzbildung und was passiert mit dem primitiven Mantelgestein (Lherzolith)?

Welche Lagerstätten können in der ozeanischen Kruste auftreten? Erläutern Sie ihre Entstehung.

Woher wissen wir wie die ozeanische Kruste aufgebaut ist?

Durch welche Strukturen werden MOR-Spreizungssegmente verbunden?

Heiße Flecken

Wo treten heiße Flecken auf?

Warum sind heiße Flecken für die Plattenrekonstruktion wichtig?

Wie kommt es zur Bildung eines Manteldiapirs und wo bildet er sich?

Was ist der Unterschied zwischen einem Guyot und einem Tiefseeberg (seamount)?

Nennen Sie jeweils ein geographisches Beispiel für ozeanischen und kontinentalen Intraplattenvulkanismus sowie ein Beispiel wo ein Manteldiapir mit einem Spreizungsrücken zusammen fällt.

Was ist der Unterschied in der Art der Ausprägung des Vulkanismus bei ozeanischem und kontinentalem Intraplattenvulkanismus? Nennen Sie jeweils die typische Vulkanstruktur, die beobachtet werden kann.

Kontinentale Grabenbrüche

Skizzieren Sie einen symmetrischen und einen asymmetrischen Grabenbruch! Welche Art von Störungen findet man an Grabenbrüchen?

Wie hängen Grabenbrüche und Vulkanismus zusammen? Welche besondere Art von Vulkaniten gibt es im Bereich von Grabenbrüchen?

Wann und wie bildete sich der Oberrheingraben? Wie hat sich im Laufe seiner Entwicklung das Spannungsfeld verändert?

Skizzieren Sie die Struktur und Stratigraphie des Oberrheingrabens! Wie hoch sind die Versatzbeträge und wie mächtig sind die Sedimentfüllungen?

Beschreiben Sie dietektonischen Zusammenhänge zwischen Rotem Meer und Jordan-Graben! Um welche Art von Struktur handelt es sich beim Jordan-Graben?

Subduktionszonen

Welche Typen von konvergierenden Plattenrändern kennen Sie? Nennen Sie jeweils auch ein geographisches Beispiel.

Was bedeutet Sial und Sima?

Welche Typen von Subduktion kennen Sie und wie hängen diese mit den Typen von konvergierenden Plattenrändern zusammen?

Skizzieren Sie ein Plattenrandsystem mit einer Subduktionszone, benennen Sie die verschiedenen Teile und geben Sie an welche Gesteine dort auftreten.

Was sind Schlammvulkane und wo können diese auftreten?

Was ist die Wadati-Benioff-Zone?

Welche Typen von Erdbeben treten in der subduzierten Platte auf und durch welchen Mechanismus werden sie hervorgerufen?

Was ist der wesentliche Mechanismus der Schmelzbildung an Subduktionszonen und welche Schmelzzusammensetzungen überwiegen?

Was sind typische Vulkangebäude über Subduktionszonen?

Welche Lagerstätten sind mit dem magmatischen Gürtel über Subduktionszonen verknüpft?

Gebirgsbildung

Welche Mächtigkeit kann die kontinentale Kruste im Bereich von Gebirgen erreichen?

Nennen Sie die drei Grundtypen der Gebirgsbildung und beschreiben Sie jeweils den plattentektonischen Rahmen dieser Typen!

Erklären Sie das Prinzip der Isostasie und erläutern Sie die isostatische Hebung von Gebirgen! Welche Hebungsraten sind dabei zu beobachten?

Wie hängen Metamorphose und Gebirgsbildung zusammen?

Was sind Ophiolithe und wie ist deren Vorkommen in Kollisionsorogenen plattentektonisch zu erklären?

Nennen Sie die wichtigsten Baueinheiten der Alpen! Welches sind die dominierenden tektonischen Strukturen der Alpen?

Wann und wie ist das Molassebecken entstanden?

Grundlagen

Plattentektonik

1. Kern-Mantel-Grenze: ca. 2900 km 136 GPa
   Grenze zwischen äußeren und inneren Kern: ca. 5150 km 329 GPa
   Mantel-Kruste-Grenze: ozeanische Lithosphäre: ca. 6 km
   kontinentale Kruste: ca. 30-35 km

Innerer Kern:
- fest
- besteht vorwiegend aus Fe und Ni

äußere Kern:
- flüssig
- besteht vorwiegend aus Fe und Ni auch Si

unterer Mantel (Mesosphäre):
- fest (Materialfließen)
- besteht vorwiegend aus Mg(Fe)-Si-O-Verbindungen (Oxide)

oberer Mantel:
- Grenze bei ca. 670 km
- besteht aus wenige dichten Silikaten und Oxiden (siehe Blatt 2)
- Asthenosphäre ist Teil des oberen Mantels (Grenze: 250 km)

Lithosphäre:
- gehört zum oberen Mantel, aber beinhaltet auch die Kruste
- besteht aus der typischen Mantelmineralogie (siehe Blatt 2)
- Gradient der oberen Lithosphäre ca. 1K pro 30 m.

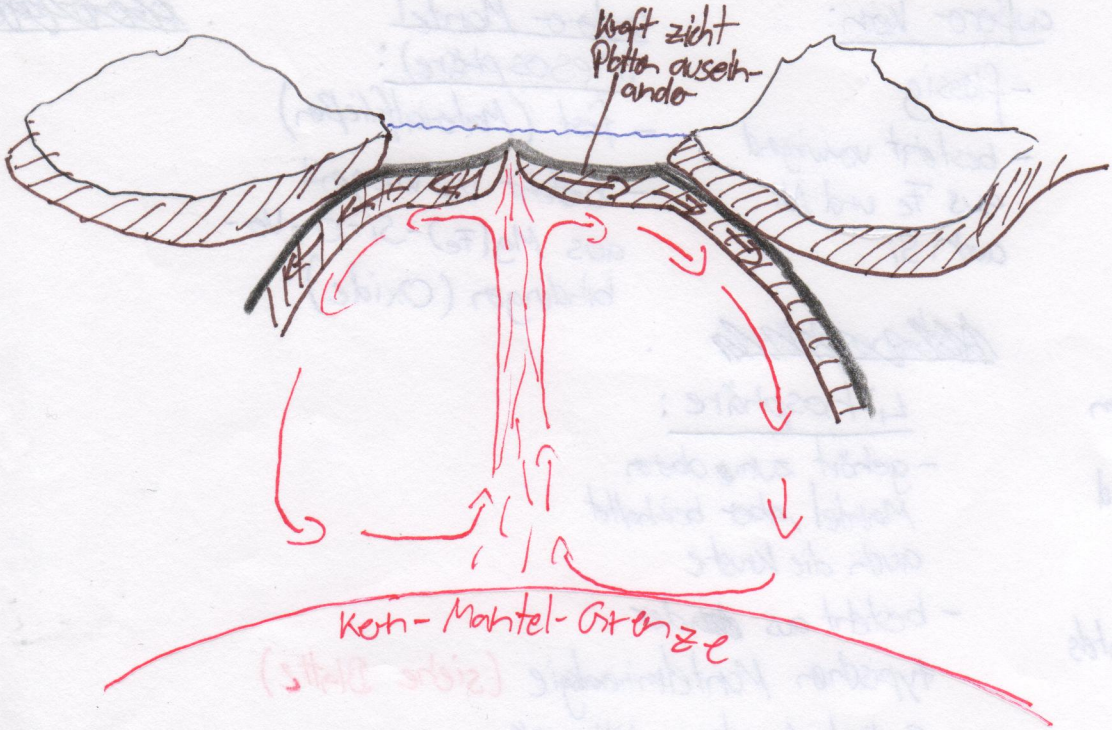
2. Konvektionsströmungen im äußeren Kern erzeugen das Magnetfeld. Durch die Rotation der Erde kommt es aufgrund der Corioliskraft zu schraubenförmigen Konvektionsströmungen im flüssigen äußeren Kern. Es wird ein schwaches Magnetfeld durch Induktion so etwa verstärkt. (Geodynamo)

In ferrimagnetischen Materialien (Fe, Ni, Co) wird das äußere Magnetfeld bei Abkühlung unter die Curie-Temperatur T_c eingefrieren. Bei höheren Temperaturen sind diese Stoffe paramagnetisch.

3. Das Erdmagnetfeld ändet sich in geologisch relativ kurzen Zeiträumen, dadurch konnte die Kontinentaldrifttheorie bestätigt werden. Abkühlende ferromagnetische Materialien an den mittelozeanischen Rücken bilden ein magnetisches Streifenmuster an diesen Spreizungsachsen.

4. Das maximale Alter liegt bei 185 Mio Jahren für die ozeanische Kruste.
Das maximale Alter liegt bei 4000 Mio Jahren für die kontinentale Kruste.

5. Konvektionsbewegungen im Mantel treiben die Plattentektonik an.
Thermische Auftriebskräften treiben so die Plattentektonik an,
die aus Dichteunterschiede im tiefen Erdmantel resultieren.



6. Es gibt 15 bekannte Platten: 1. Eurasische Platte
2. Afrikanische Platte
3. N- Amerikanische Platte
4. S- Amerikanische Platte
5. Antarktische Platte
6. Pazifische Platte
7. Australische Platte
8. Indische Platte
9. karibische Platte
10. Arabische Platte
11. Nazca Platte
12. Cocos Platte
13. Juan de Fuca Platte
14. Phillipinische Platte

Die Platten bewegen sich mit 1 bis 17 cm/Jahr.
Es gibt divergierende Plattengrenzen (Mittelozeanische Rücken)*1, konvegierende Plattengrenzen (Subduktionszonen*2) und konservative Plattengrenzen (Transformstörungen)

*1 Grabenbildung
*2 Gebirgsbildung

Plattentektonik

7. Phänomene: - Küstenlinien von Südamerika und Afrika passen genau zusammen, vor allem wenn man die Schelfränder betrachtet
- Fossilfunde in Südamerika und Südafrika belegen gleiche Faunenprovinz

8. Erdbeben entstehen meist nur in den oberen Schichten der Lithosphäre, da das Krustenmaterial mit zunehmender Tiefe immer duktiler wird und somit nicht mehr spröde genug ist um zu brechen.

Erdbeben an Plattengrenzen: Spannungen im Gestein werden aufgebaut
↓
Scherfestigkeit des Gesteins überschritten
↓
Entladung der Spannung durch ruckartige Bewegung

Erdbeben durch Vulkanismus: Durch aufsteigendes Magma erzeugt

Erdbeben im Bergbau und bei Geologischen Bohrungen: Durch Druckveränderung ändern sich auch die Spannungsverhältnisse im Untergrund

9. Tsunamis durch Erdbeben im Meer.
Erdrutsche durch Erdbeben in gebirgigem Gebiet.

~~Mittelozeanische Rücken~~

Aufbau der Erde: Bekannte Phasenübergänge, die zu seismischen Inkontinuitäten im Erdmantel führen.

ab 410 km: Olivin → β-Olivin

500–530 km: β-Olivin → γ-Olivin

ab 660 km: γ-Olivin → Perovskit + MO (Dichtesprung 3,7 auf 3,9)

---

ab 300 km: Cpx, Opx, Granat → Majorit

ab 550 km: Majorit → Perovskit (vereinzelt Periklas)

Häufigste Minerale der Erdkruste

Minerale:

1	Feldspäte	56%
2	Quarz	12%
3	Pyroxene	10%
4	Amphibole	5%
5	Glimmer	4%
	⋮	

Elemente:

O	46,6%
Si	27,7%
Al	8,1%
Fe	5,0%
Ca	3,6%

Häufigste Minerale des oberen Erdmantels

1	Olivin	60%
2	Pyroxene	30%
3	Granat (Spinell)	9%

} Silikate

Gebirgsbildung (Orogenese)

1. Sie kann eine Mächtigkeit bis zu 70 km erreichen

2. Inselbögen: ozeanische Kruste wird unter ozeanische Kruste subduziert, es entsteht ein magmatischer Inselbogen

Andiner Typ: Ozeanische Kruste wird unter kontinentale Kruste subduziert, es bildet sich ein magmatischer Bogen.

Alpiner Typ: Kontinentale Kruste kollidiert mit kontinentaler Kruste es entsteht eine Auffaltung bzw. ein Gebirge.

3. Isostasie ist der geologische Gleichgewichtszustand zwischen den Massen der Erdkruste und dem darunter befindlichen Erdmantel.

$D_{\text{kontinentale Kruste}} = D_1$ $D_{\text{Lithosphärischer Mantel}} = D_2$ $D_{\text{Asthenosphäre}} = D_3$

D ≙ Dichte M ≙ Mächtigkeit

$$D_1 M_1 + D_2 M_2 + D_3 M_3 = \text{konstant}$$

Hebung kann so berechnet werden, mit der Annahme, dass die max. Tiefe der Asthenosphäre bei 200 km liegt.
Skandinavien hebt sich im Zentrum um ca. 1cm/Jahr.

Durch Erosion nimmt die Auflast der Gebirge auf den Mantel ab. Um das isostatische Gleichgewicht beizubehalten werden diese Gebirge angehoben.

4. Bei der Gebirgsbildung bzw. Orogenese entstehen mittlere bis hohe Drücke und ansteigende Temperaturen. Man spricht von Regionalmetamorphose. Die Metamorphose ist hier oft mit großräumigen Überschiebungen und Verfaltungen verbunden. Typisch: Amphibolit- oder Grünschiefer-Fazies *

5. Ophiolithe sind Teile der ozeanischen Lithosphäre, die während einer Subduktion des Ozeanbodens auf das Festland geschoben (obduziert) wurden.

---

* Die Metamorphose verläuft erst bei hohem Druck → steigt die Temperatur an
→ Bei zunehmender Hebung des Gebirges Abnahme der Temperatur.

Die Ophiolithe wurden von der subduzierenden ozeanischen Kruste abgeschürft. Entsteht häufig wenn ein Teil einer ozeanischen Kruste zwischen die Kollision zweier kontinentalen Platten geät.

6. Westalpen: - Helvetikum (hauptsächlich Sedimentablagerungen) (Europäischer Kontinentalschelf)
   - Penninikum (liegt über dem Helvetikum und kann zum Teil auch noch in die Ostalpen rein tragen). (ozeanischer Bereich)

   Zentral- und Ostalpen: - Ostalpin (Zentralalpen eher kristallin, Ostalpen eher Grauwacken Zone oder kalkhaltig) ("Afrikanische" bzw. Adriatische Platte)

   Südalpen: - Südalpin (Oberfläche aus Kalk und Dolomit)

- Beginn der Alpenbildung vor ca. 135 Millionen Jahren
- Abschluss vor ca. 30 bis 35 Millionen Jahren.
- Die dominierenden Strukturen sind Falten, Überschiebungen, Decken

7. Das Molassebecken des Alpenvorlands ist in der Tertiärzeit (vor 65 - 2,6 Millionen Jahre) entstanden. Durch Erosion der aufsteigenden Alpen entstand das bis zu 5000 m mächtige Sedimentenbecken aus Schluff, Ton, Sand und Geröll.

1. Heiße Flecken sind nicht an plattentektonische Prozesse gebunden. und treten so oftmals innerhalb von Lithosphärenplatten auf. Heiße Flecken konzentrieren sich auf Aufwölbungen des Erdkerns und den daraus resultierenden thermischen Anomalien im tiefen Erdmantel

2. Hotspots werden als ortsfest angenommen (hotspot reference frame) und die Lithosphärenplatten bewegen sich darüber. somit hinterlassen Heiße Flecken Plattendriftspuren, wodurch der Verlauf rekonstruiert werden kann.

3. Instabilitäten an der Kern-Mantel-Grenze führen zum Aufstieg eines Manteldiapirs. Die Front des Manteldiapirs ist Pilzkopfartig ausgebildet. Trifft das aufsteigende Material auf Lithosphären Material kann es durch Druckentlastung zur Aufschmelzungen kommen. Diese Schmelzen sind viel weniger Dicht als das umgebende Gesteinsmaterial und steigen deshalb durch Klüfte und Spalten weiter auf. Tritt das Magma an der Erdoberfläche aus spricht man von einen "Hot Spot" - Vulkan.

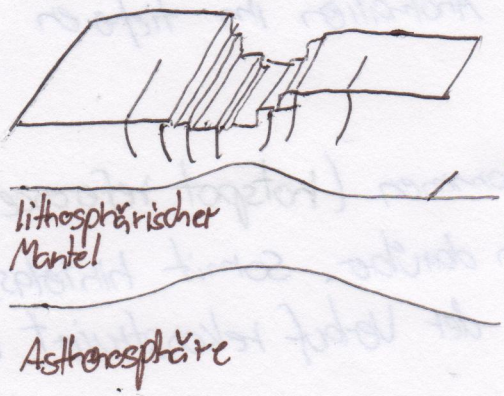
4. Tiefseeberge: Vulkane, die in der Tiefsee entstehen und nie über die Wasseroberfläche hinaus ragen behalten ihre Spitze. Sie werden auch Seamounts genannt.

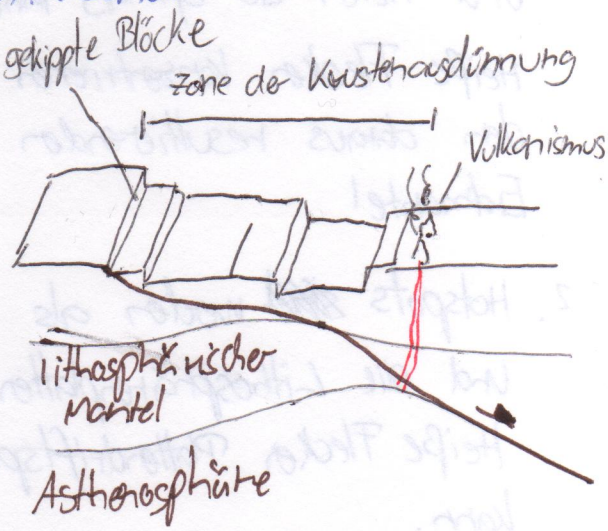
Guyots: Ähnlich wie die Seamounts handelt es sich auch um Tiefseevulkane, die jedoch meist aus dem Wasser ragt haben und die Spitze durch Erosion abgeplattet wurde. Durch Absinken der Vulkane bei zunehmender Entfernung zum Manteldiapir entsteht so ein Tiefseeplateau.

5. Ozeanischer Intraplattenvulkanismus: z.B. Hawaii
kontinentaler Intraplattenvulkanismus: z.B. Yellowstone-Plateau, Eifel
Manteldiapir fällt mit Spreizrücken zusammen: z.B. Island

Kontinentale Grabenbrüche

1.





Es treten hauptsächlich disjunktive Dislokationen auf
([redacted] Zerrungen oder Dehnungen)

2. Vulkanismus herrscht an Asymmetrischen Grabenbrüchen und an [redacted] Aktiven Grabenbrüchen. Besonders Schildvulkane und Spaltvulkane.

3. Durch Zugspannung in der Erdkruste und im Erdmantel entstanden. Führt zum sogenannten Passiven Rifting. Ausdünnung [redacted] und Dehnung der Erdkruste. Vorstufe der Bildung eines Rifts bzw. Ozeans.
Absenkung des Graben v.a. im Eozän, Oligozän, Miozän und Pliozän vor etwa 35 Millionen Jahren
Zu Beginn nur Orthogonales Spannungsfeld (⇒ Grabenbildung)
In der zwischenzeit im südlichen [redacted] bereich auch Spannungen, die zu Scherungen führten.

Kontinentale Grabenbrüche

4. - Vertikaler Versatz an Störungen bis zu 5km
   - Bis zu 3km Sedimentfüllung
   - Etwa 300km lang und 35 - 40km breit.

Struktur: Basis des Grabens: Granit und Gneis, Sedimentgestein aus Trias und Jura

oberste Schichten: Quartäre Kiese und Sande

Grabenfüllung: Sedimente aus Eozän, Oligozän und Pliozän.

5. Es handelt sich hier um eine Graben-in-Graben-Struktur. Durch das Rote Meer verläuft ein Graben in diesem Graben bildete sich das Afar-Rift.

Subduktionszonen

1. Aktiver Kontinentalrand: Mittelamerika, Peru-Chile

auf kontinentaler Kruste entstanden: Ensialischer Inselbogen: Japan

Ensimatischer Inselbogen: Phillipienen (auf ozeanischer Kruste entstanden)

Konvergenz kontinentaler Platten: Himalaja

2. Kontinentale Kruste ≙ Sial besteht hauptsächlich aus Silizium und Aluminium

ozeanische Kruste ≙ Sima besteht hauptsächlich aus Sauerstoff und Silizium und weist einen hohen Magnesiumanteil auf.

3. Freie Subduktion (z.B. Japan)
   - tiefe Tiefseerinne
   - geringe Topographie des Inselbogens
   - Dehnung der Oberplatte

Erzwungene Subduktion (z.B. Anden)
   - Kompression der Oberplatte
   - hohe Gebirgsbildung
   - starke Erosion → hohen Sedimentationsrate.

4.- Schlammvulkane fördern Ton, Wasser und Methan
- Schlammvulkane bilden einen effektiven Entwässerungsmechanismus an aktiven konvergenten Plattengrenzen
- Schlammvulkane tragen zur Gashydratbildung am Meeresboden bei

5. Die Zone in der durch, abtauchende Platten, Erdbeben bis in eine Tiefe von 700 km möglich sind nennt man Wadati-Benioff-Zone.

6. Flachbeben bis ca. 100 km Tiefe (Brüche an Überschiebungsbahnen)

Zwischenbeben 70 - 400 km Serpentin-Entwässerung (Serpentin wird zu Olivin und Pyroxen)

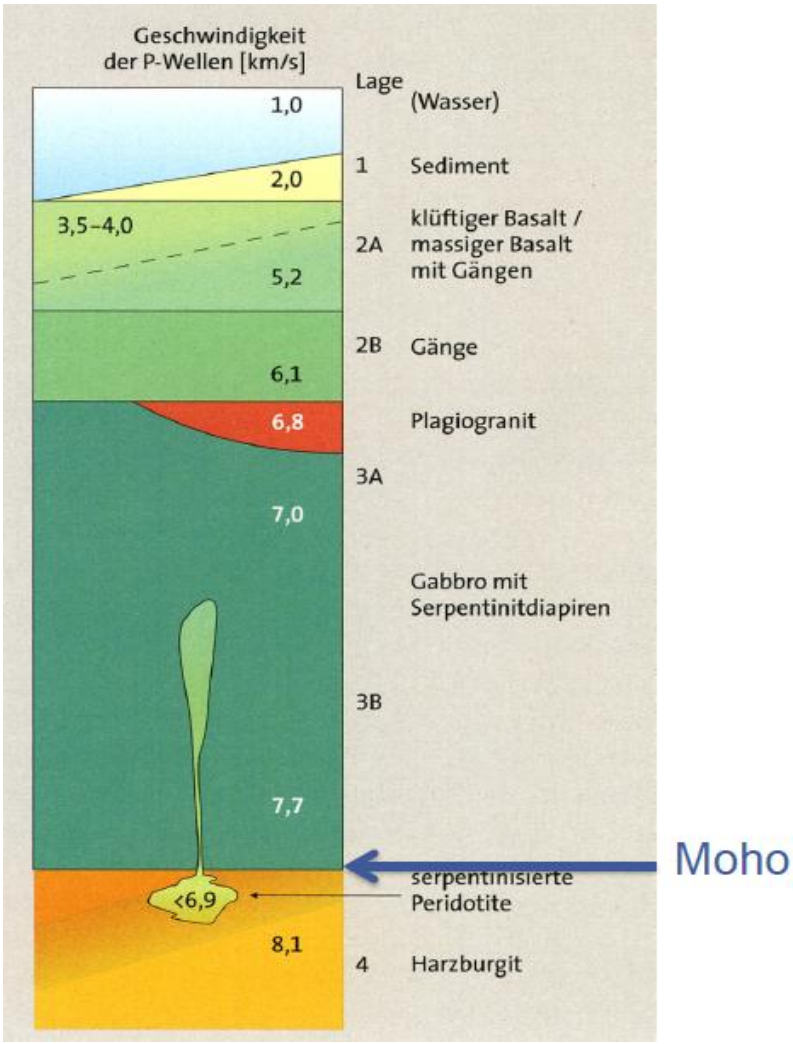
Tiefbeben 70 - 700 km Olivin-Spinell Umwandlung → Volumenverminderung

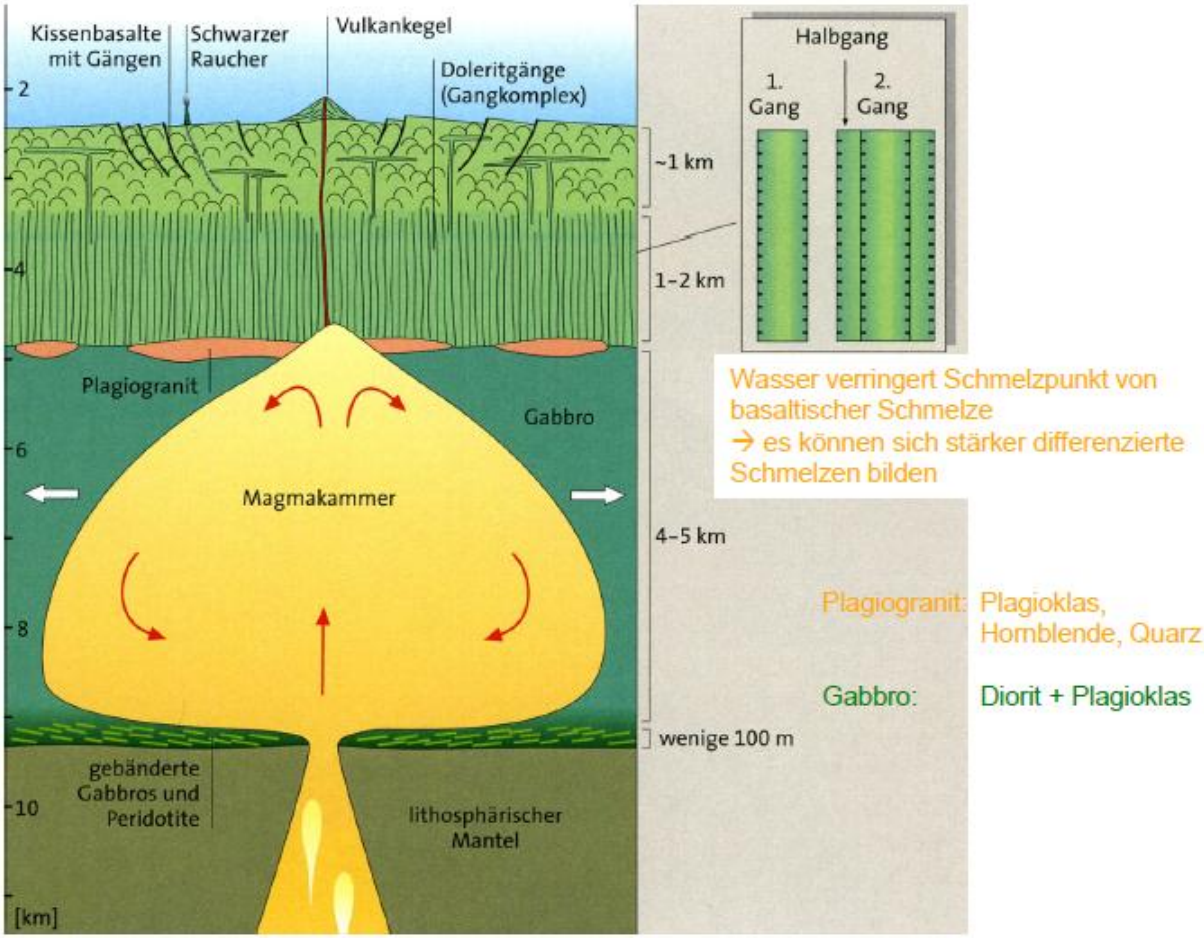
7. Lagiger Aufbau von Vulkanen ⇒ Schichtvulkane oder Stratovulkane

8. Hauptsächlich Erzlagerstätten, z.B. Kupferkies, Pyrit ...

Mittelozeanische Rücken

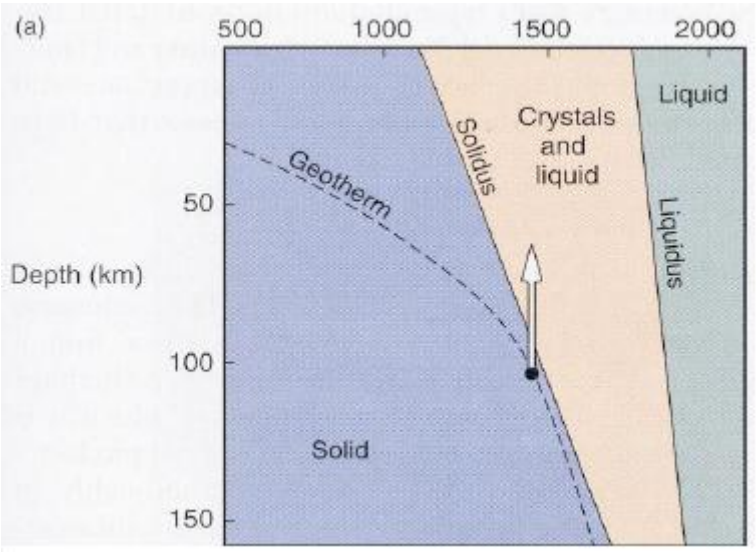
Skizzieren Sie den Aufbau der ozeanischen Kruste an einem mittelozeanischen Rücken und benennen Sie die dort auftretenden Gesteine.





Durch welchen Mechanismus kommt es zur Schmelzbildung und was passiert mit dem primitiven Mantelgestein (Lherzolith)?

An mittelozeanischen Rücken geschieht die Schmelzbildung durch Druckentlastung.



Lherzolith-Gestein aus dem Erdmantel, das beim Aufstieg an den Spreizungs- oder Riftzonen einer starken Druckminderung unterworfen ist, erfährt eine partielle Ausschmelzung. *Lherzolith = Harzburgit + Basaltschmelze* (die basaltschmelze steigt weiter auf und der Harzburgit wird ausgefällt.

Welche Lagerstätten können in der ozeanischen Kruste auftreten? Erläutern Sie ihre Entstehung.

Lagerstättenbildung Hydrothermal
Transportmittel: heiße Lösungen
Ausfällung von Erzmineralen in zertrümmerten Gesteinen oder am Meeresboden
Massivsulfidlagerstätten (Cu, Zn, Au)
z.B. Troodos-Komplex, Zypern

Entstehung: Kaltes Meerwasser dringt in Spalten im Meeresboden ein und sinkt ab!
Es erwärmt sich und kann bei höheren Temperaturen mehr Ionen und Minerale binden. Das heiße Wasser steigt aufgrund geringerer Dichte wieder auf und tritt über schwarze oder weiße Raucher am Meeresgrund aus. Dort kühlt es ab und die gelößsten Minerale fallen wieder aus.

Woher wissen wir wie die ozeanische Kruste aufgebaut ist?

Seismische Untersuchungen haben entscheidend dazu beigetragen den Lagenbau der ozeanischen Kruste zu entschlüsseln (siehe Abbildung 1).

Auch die Untersuchung des geförderten Materials an Spreizzonen lässt Rückschlüsse zu.

Durch welche Strukturen werden MOR-Spreizungssegmente verbunden?

Durch materialneutrale (es wird kein Material gebildet oder vernichtet) Transformstörungen (Blattverschiebungen).