



**geo-life.ch**

**Erlebnisgeologie**

## Einführung in die Geologie

Mineralien und Gesteine  
kennen lernen

Dr. Mark Feldmann



## Inhalt

- Aufbau der Erde
- Kristall, Mineral, Gestein
- **Magmatische Gesteine**
- Sedimente
- Metamorphe Gesteine
- Prozesse

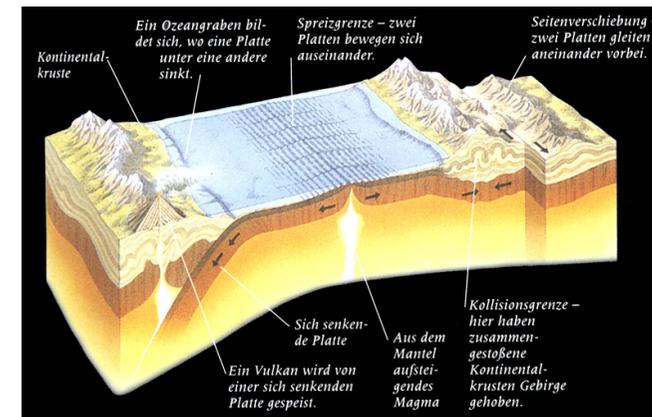
## Magmatische Gesteine

Die auffälligste magmatische Erscheinung sind sicher die Vulkane, durch die das Magma aus dem Erdinnern als Lava an die Erdoberfläche tritt.



## Magmatische Gesteine

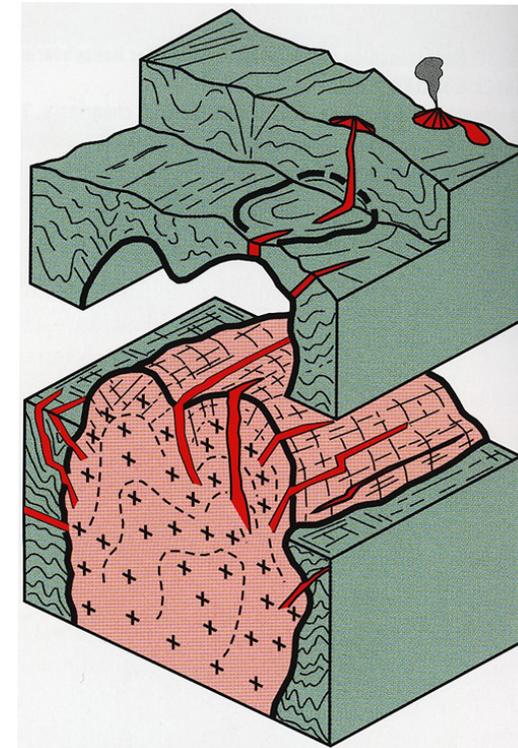
Magmatische Gesteine werden durch Abkühlung von Gesteinsschmelzen (Magmen) gebildet. Solche Schmelzen sind  $600^{\circ}$  bis über  $1500^{\circ}$  C heiss und bilden sich in grosser Tiefe durch den natürlichen Zerfall von radioaktiven Elementen. Aus dem oberen Erdmantel steigen sie in flüssiger oder gasförmiger Form gegen die Erdoberfläche auf.



## Magmatische Gesteine

Auf dem Weg zur Erdoberfläche kühlen sich die heißen Schmelzen langsam ab und erstarren in der Tiefe oder werden von Vulkanen an die Erdoberfläche befördert. Es entstehen dadurch unterschiedliche Gesteinsarten:

- Tiefengesteine (Plutonite)
- Ergussgesteine (Vulkanite)



## Magmatische Gesteine

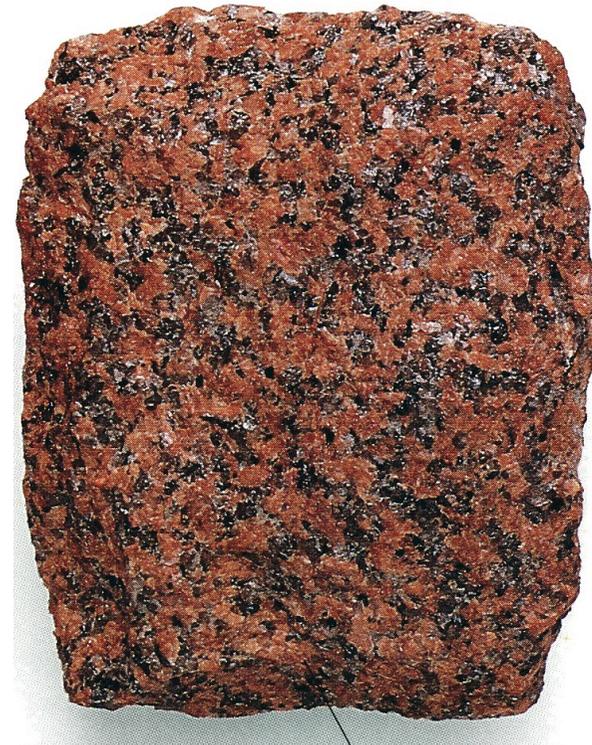
Die aufsteigende Schmelze durchschlägt die überlagernden Gesteine. Sie kann sich in einer Magmakammer ansammeln, in Form von Gängen Sedimente durchbohren oder als Lava eines Vulkans an der Erdoberfläche austreten.

Abhängig von der Abkühlungsgeschwindigkeit entstehen unterschiedliche Texturen.



## Tiefengesteine - Plutonite

Magmen, die in der Erdkruste erstarren, kühlen langsam ab. Abhängig von der jeweiligen Temperatur beginnen verschiedene Minerale Kristalle zu bilden. Wenn unterschiedliche Minerale bei ähnlichen Temperaturen auskristallisieren, behindern sich die Kristalle in ihrem gegenseitigen Wachstum. Es entsteht eine grobkörnige Textur. Häufig zeigen Granite solche Texturen.



## Tiefengesteine - Plutonite

Wenn die Abkühlung des Magmas langsam genug erfolgt, haben gewisse Kristalle ausreichend Zeit, um mehrere Zentimeter Grösse zu erreichen, bevor die restliche Masse als grobkörniges magmatisches Gestein auskristallisiert ist.



Max Bill Skulptur

## Tiefengesteine - Plutonite

Tiefengesteinskörper, sogenannte Plutone, können sehr gross sein. Ihr Durchmesser kann mehrere 100 km betragen.

Ein Pluton, der mit der Bildung der Alpen entstanden ist, findet sich im Bergell.

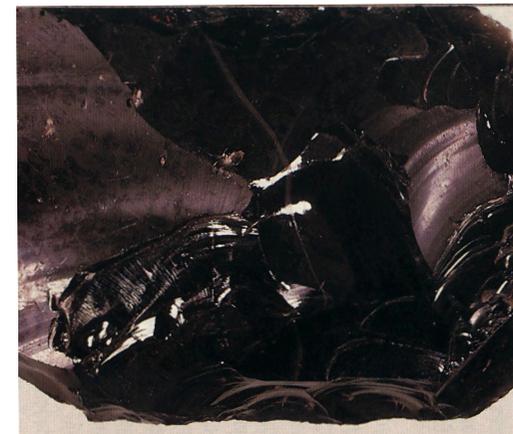
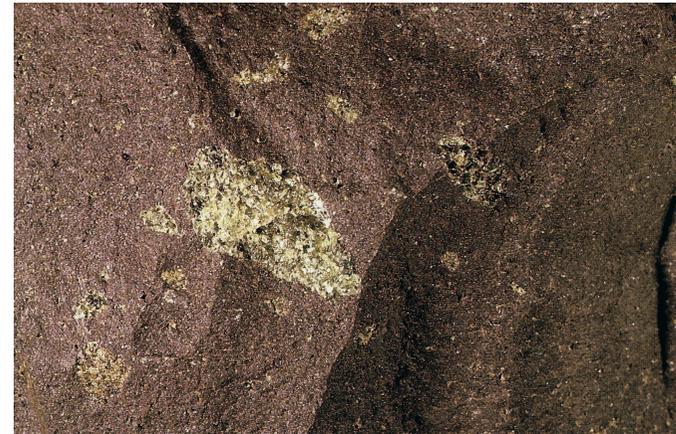


Bergeller Pluton

## Ergussgesteine - Vulkanite

Wenn Magma an der Oberfläche aus einem Vulkan ausfließt oder ausbricht, spricht man von Lava. Lava kühlt an der Oberfläche viel schneller ab, als das Magma in der Tiefe. Durch das rasche Erstarren oder Abschrecken können die einzelnen Kristalle nicht mehr wachsen. Es bilden sich winzige Kristalle, die sich zu einer Gesteinsmasse oder zu einem vulkanischen Glas formen.

Der Basalt ist der bekannteste und häufigste Vertreter der Vulkanite.



Dichte basaltische Gesteinsmasse (oben) und Obsidian als vulkanisches Glas (unten).

## Ganggesteine

Magma kann sich auch in Gängen ausbreiten, die von einer Magmakammer oder vom Hauptschlot eines Vulkans wegführen. In solchen Gängen kühlt das Magma gewöhnlich schneller ab als in der Magmakammer.



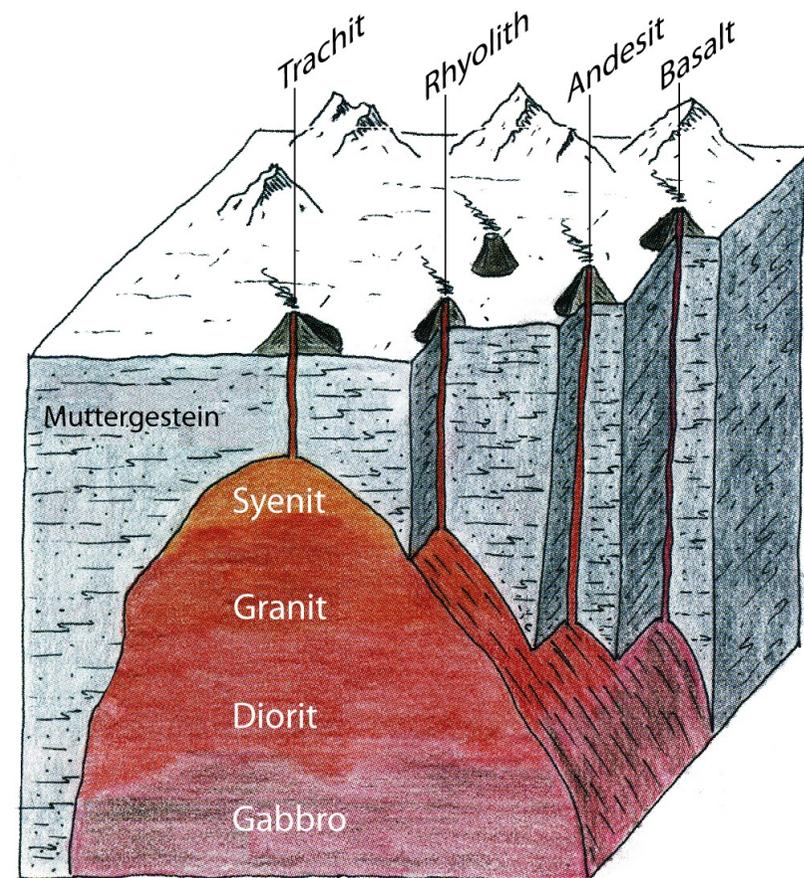
Aplit

## Klassifikation der magmatischen Gesteine

Die magmatischen Gesteine werden aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung sowie ihres Quarzgehaltes unterteilt.

Wenn sich Magma langsam abkühlt, verändert es seine ursprüngliche Zusammensetzung durch Differentiationsprozesse.

Zuunterst entstehen Gesteine mit schweren eisen- und magnesiumreichen dunklen Mineralien - Peridotite und Gabbros. Aus der noch flüssigen Gesteinsschmelze in den oberen Stockwerken des Plutons entstehen in der Folge Diorite bis Syenite, welche reich an leichteren, hellen Mineralien sind.



Stockwerke der Plutonite  
und Vulkanite

## Klassifikation der magmatischen Gesteine

Eine einfache Klassifikation erfolgt mit der Bestimmung des Quarzgehaltes. Quarzreiche Gesteine werden als sauer (oben im Pluton), quarzarme als basisch (unten im Pluton) bezeichnet.

### Saure Gesteine



Granit



Rhyolith

### Basische Gesteine



Gabbro

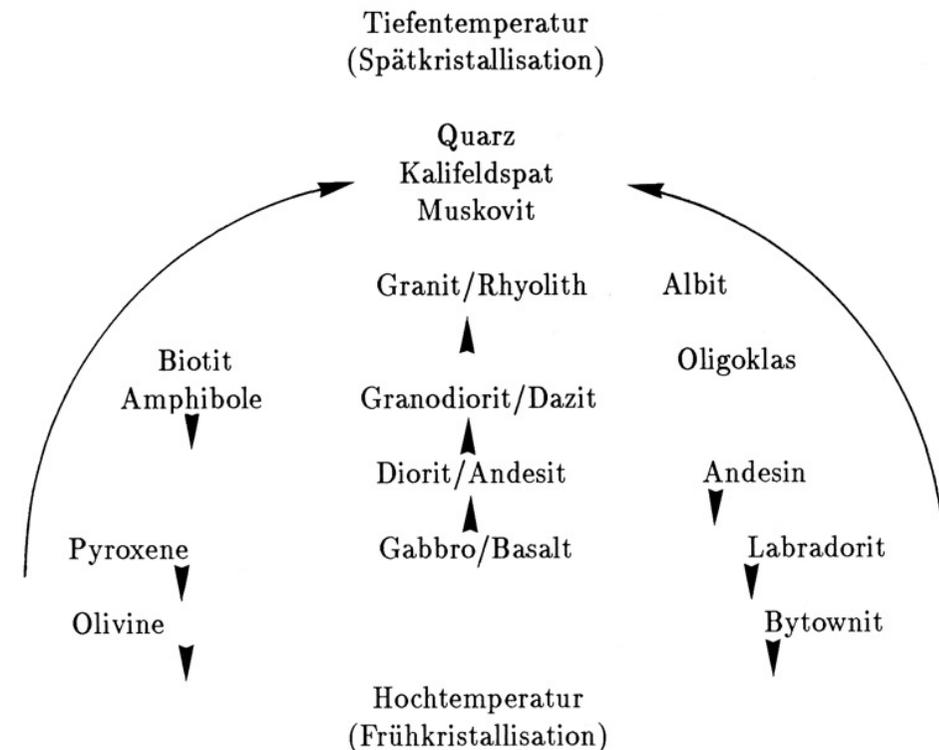


Basalt

## Klassifikation der magmatischen Gesteine

Durch gravitatives Absinken spezifisch schwerer Mineralien wie Olivin, Pyroxen u.a. entsteht an der Basis von Magmenkammern eine Kumulatlage bei Kristallisationstemperaturen von 1400° C bis 1270° C. Diese Mineralien sind reich an Magnesium (Mg), Eisen (Fe), Chrom (Cr) und Nickel (Ni). Es bleibt eine Restschmelze zurück, welche an Silizium (Si), Aluminium (Al), Calcium (Ca) und Kalium (K) angereichert ist. Durch fortschreitende Differentiation entstehen weitere Magmen, die eine Vielfalt vulkanischer und plutonischer Gesteine ergeben können.

Granit ist ein Beispiel eines langsam, vollständig auskristallisierten, relativ stark differenzierten Tiefengesteins, bestehend aus Plagioklas, Kalifeldspat und Quarz, das bei Temperaturen von 600° C bis 700° C entstanden ist.

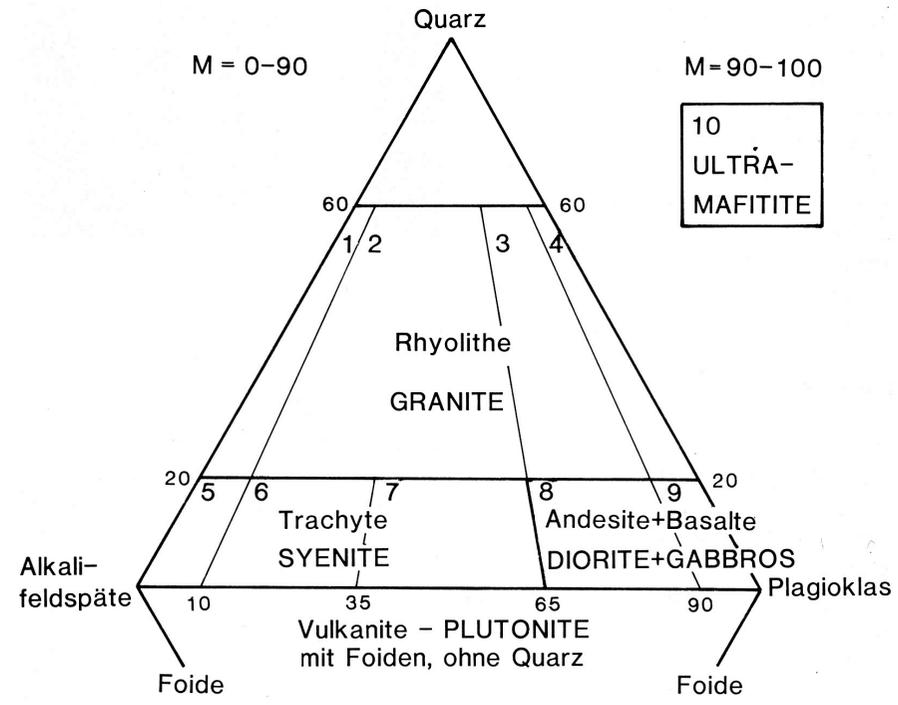


## Internationale Klassifikation

Die magmatischen Gesteine werden in eine Anzahl von Gesteinsfeldern eingeteilt.

Ist der Anteil an dunklen (mafischen) Mineralen grösser als 90%, handelt es sich um Ultramafitite.

Ansonsten werden die Gesteine aufgrund der hellen Mineralien Quarz, Alkalifeldspat und Plagioklas eingeteilt. Dabei gibt es für jedes Feld einen Plutonit und einen Vulkanit.



	Vulkanite	PLUTONITE
1	Alkalifeldspat-Rhyolith	ALKALIFELDSPAT-GRANIT
2	Rhyolith	GRANIT
3	Dacit	GRANODIORIT
4	Plagidacit	TONALIT
5	Alkalifeldspat-Trachyt	ALKALIFELDSPAT-SYENIT
6	Trachyt	SYENIT
7	Latit	MONZNIT
8	Latandesit/Latibasalt	MONZODIORIT/MONZOGABBRO
9	Andesit/Basalt	DIORIT/GABBRO
10	Pikrit	PERIDOTIT/PYROXENIT/ HORNBLENDIT

M- Gehalt (%) an dunklen (mafischen) Mineralien

## Gesteinsbestimmung

Für den täglichen Gebrauch wird eine einfache Einteilung herangezogen, bei der zur Gesteinsbestimmung folgendermassen vorgegangen wird:

1. Ist das Gestein ganz auskristallisiert (wobei zwischen fein-, mittel- und grobkörnig unterschieden werden kann), teilweise auskristallisiert oder amorph/glasig?
2. Enthält das Gestein Quarz und Feldspat, nur Feldspäte (welche?) oder keine dieser Mineralien? Jetzt wird das Feld, in dem das Gestein zu suchen ist bestimmt.
3. Bimsstein und Obsidian sind glasige, saure Vulkanite. Bimsstein ist hell und äusserst porös (schwimmt), Obsidian ist ein dichtes schwarzes Glas.



Bimsstein

4. Helle feinkörnige Ganggesteine heissen Aplite, die grobkörnigen nennen wir Pegmatite (interessant für Edelsteine und Gold).



Pegmatitgang  
in Granit



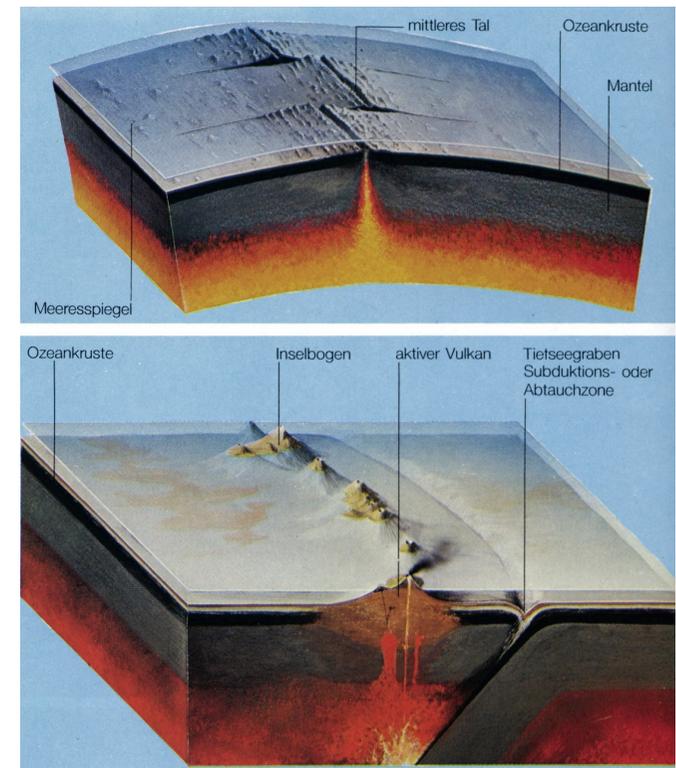
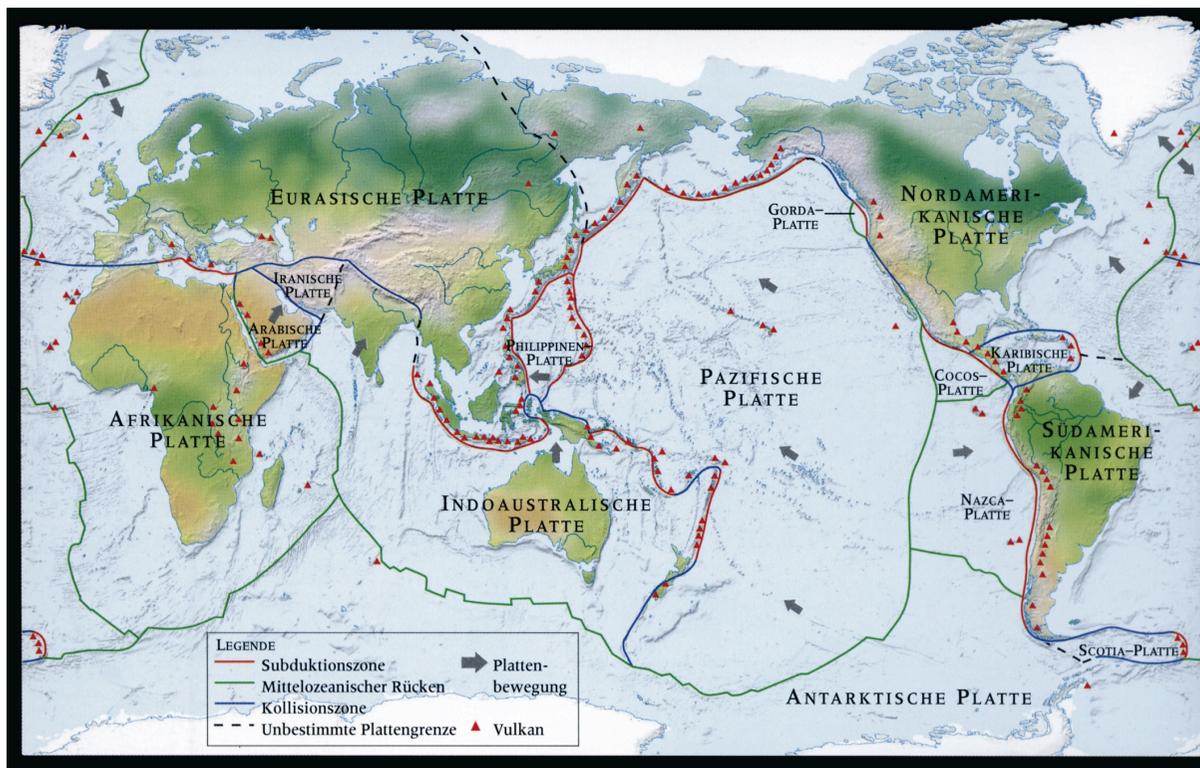
Turmaline in  
Pegmatitgang

## Übersicht über die magmatischen Gesteine

	Struktur						
Vulkanische Gesteine	glasig porös dicht	Bimsstein Obsidian					
	teilweise kristallisiert	Ignimbrit Rhyolith	Trachyt	Andesit	Basalt		
Ganggesteine	ganz kristallisiert	feinkörnig	Aplit	Lamprophyr	Diabas	Dolerit	
		grobkörnig	Pegmatit				
Plutonische Gesteine und ihre mineralogische Zusammensetzung		mittelkörnig	GRANIT Quarz + Kalifeldspat + Plagioklas + Biotit	SYENIT Kalifeldspat + Hornblende	DIORIT intermediärer Plagioklas + Hornblende	GABBRO basischer Plagioklas + Pyroxen + Olivin + Hornblende	PERIDOTIT Olivin + Pyroxen + Hornblende
Chemismus			sauer	intermediär		basisch	ultrabasisch

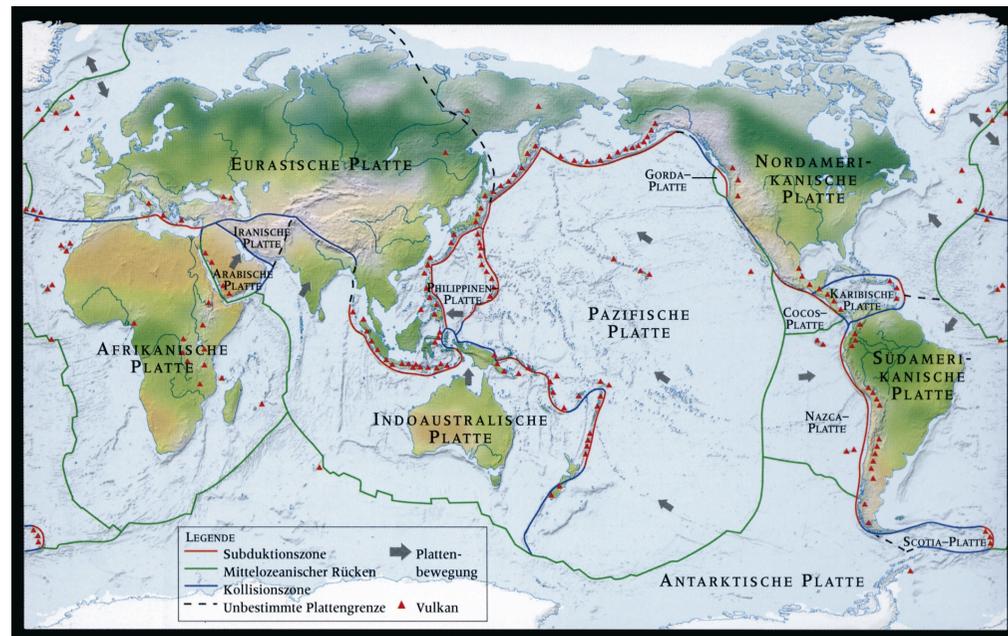
## Entstehungsorte magmatischer Gesteine

Die Orte, an denen magmatische Gesteine entstehen können, sind nicht wahllos über die Erde verteilt, sondern richten sich nach den plattentektonischen Strukturen. Man findet sie an Plattengrenzen (Island), in Dehnungszonen (Rheingraben, Ostafrikanischer Graben) oder in extrem heißen Zonen, sogenannten „Hot Spots“ (Hawaii).



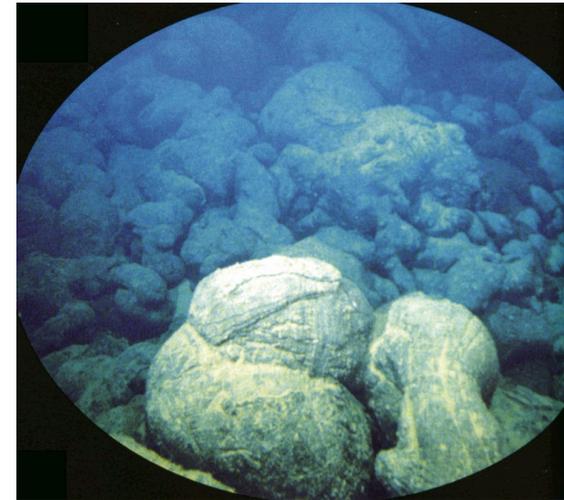
## Konstruktiver Plattenrand

Im Bereich konstruktiver Plattengrenzen steigt Wärme aus dem oberen Erdmantel auf. Geschmolzenes Material dringt durch die Kruste und ein Teil davon kristallisiert langsam aus. Die noch flüssige Restschmelze dringt bis an die Oberfläche, wo sie in untermeerischen Vulkanen als Basalt ausfließt.

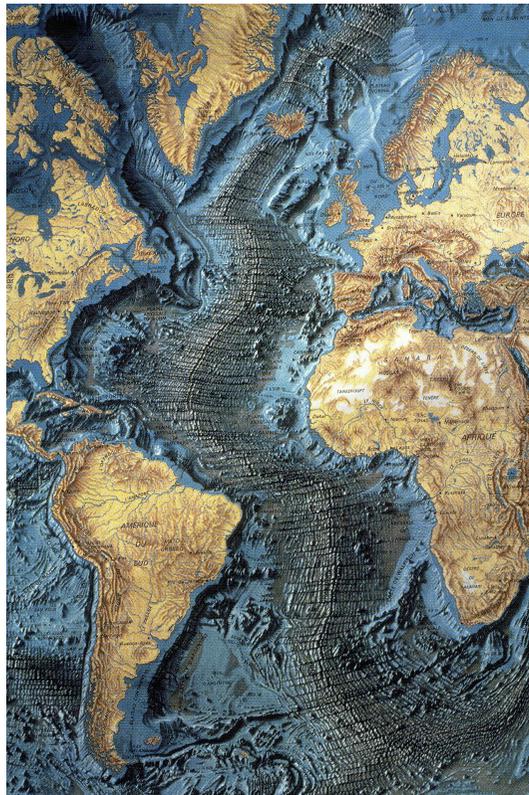


## Kissenlava

Flüssige Lava fließt ins Meer, wird durch das kalte Wasser abgeschreckt und es bilden sich kissenförmige Lavaklumpen.



## Mittelozeanischer Rücken



Atlantikboden



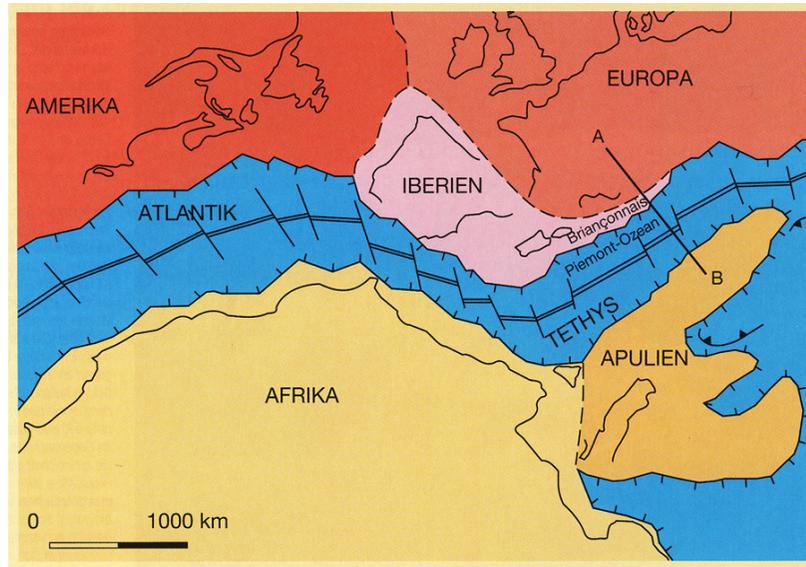
Black smoker



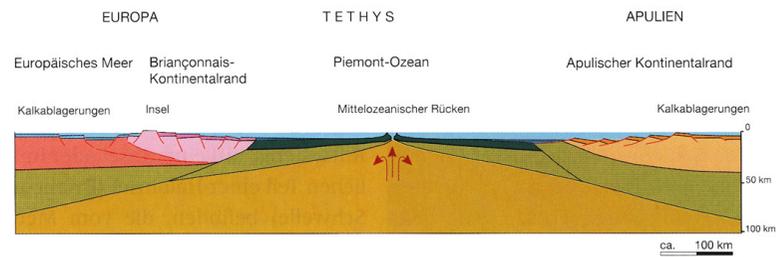
Seafloor spreading



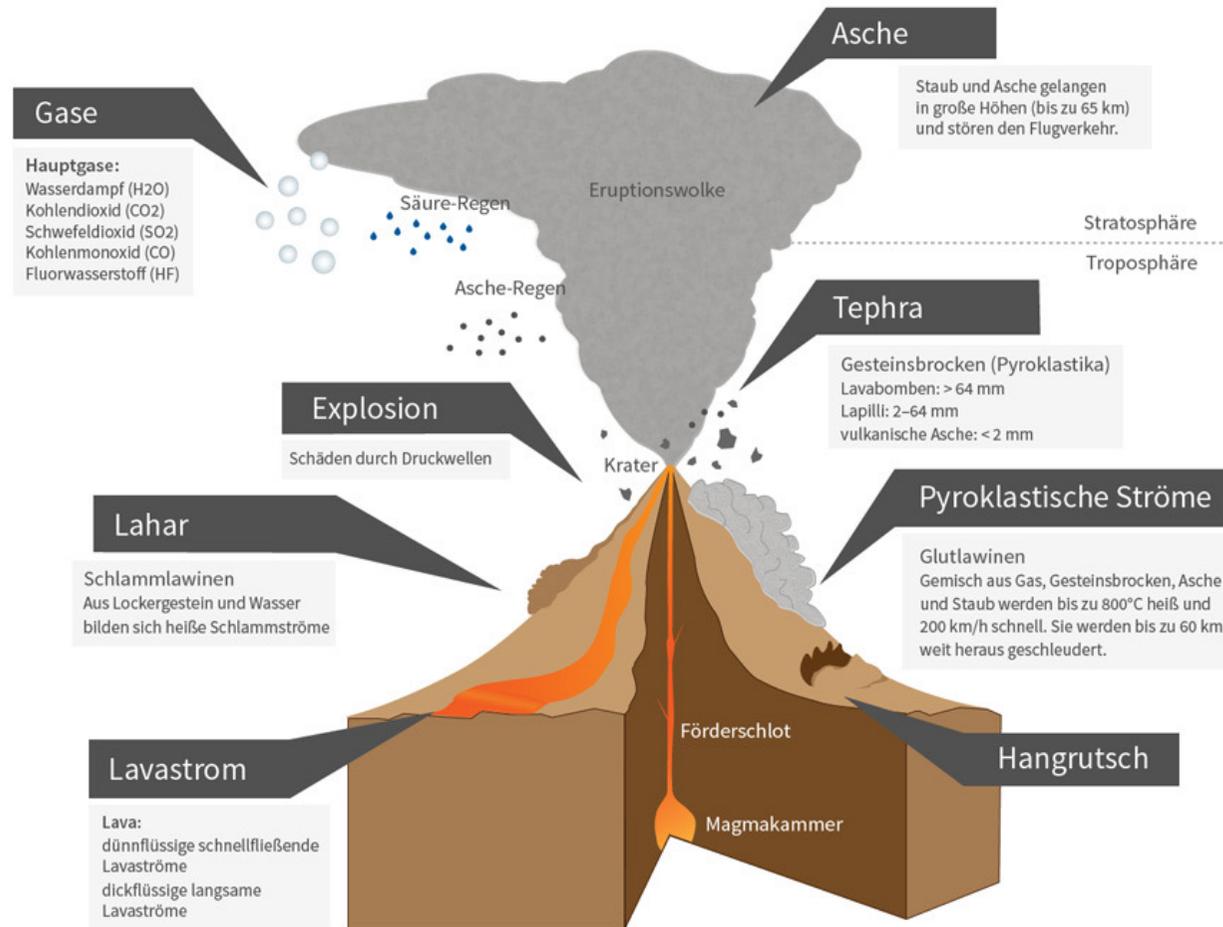
Pillow lava

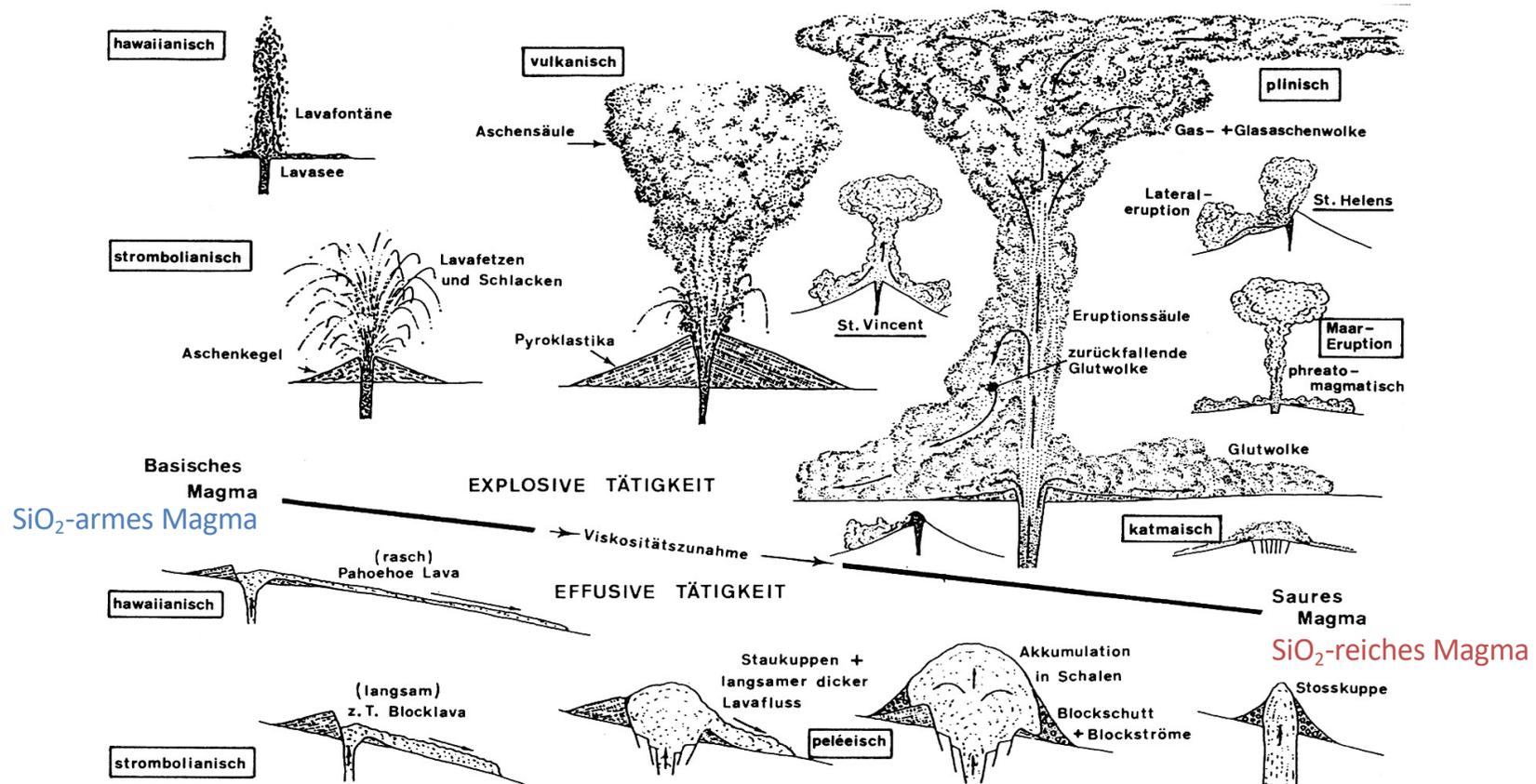


Kissenlava (Pillows),  
Marmorera Stausee (GR)



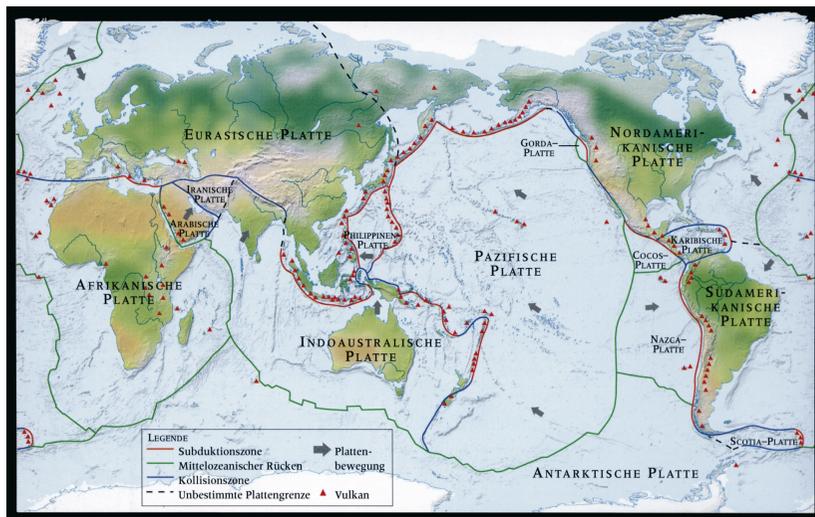
## Vulkan - Auswirkungen





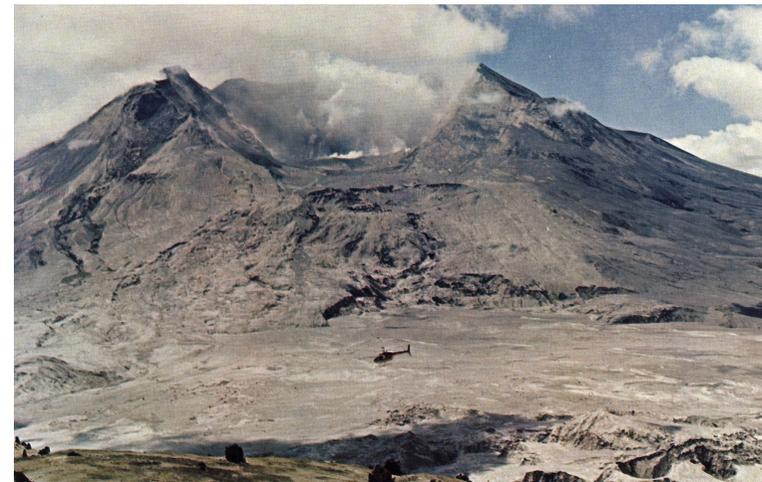
## Destruktiver Plattenrand

In Subduktionszonen (destruktive Plattengrenze) wird das Material aus einem oberflächlichen, kühlen Stockwerk in ein tieferes viel wärmeres gebracht, wo es plötzlich zur Gesteinsaufschmelzung kommt. Diese Magmen steigen in die darüberliegende Kruste der oberen Platte auf. Hier kann zusätzlich noch Krustenmaterial aufgeschmolzen werden. Die Magmen kristallisieren als Plutone aus (Bildung von „granitischen“ Gesteinen) oder bilden an der Oberfläche „rhyolithische“ Vulkane.



Fujijama

Mount Saint Helens, Washington (USA)

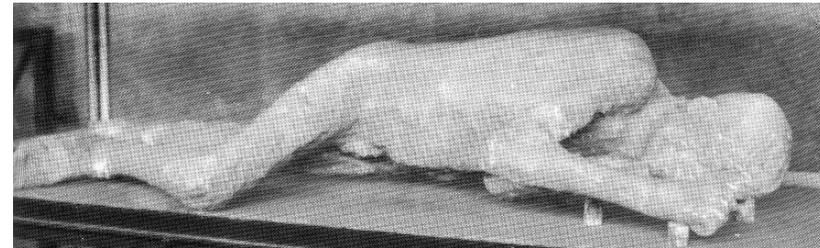


## Auswirkungen von Vulkanen



Bei Vulkanen treten neben der Haupteruption oft auch Aschenregen auf. Dabei wird vulkanische Asche mehrere km in die Atmosphäre geschleudert, von wo sie dann auf das umliegende Land „niederregnet“. Durch die Unmenge Asche, die sich dabei absetzt, können sich in Verbindung mit Regen auch Schlammlawinen bilden, die verheerende Folgen für umliegende bewohnte Gebiete haben.

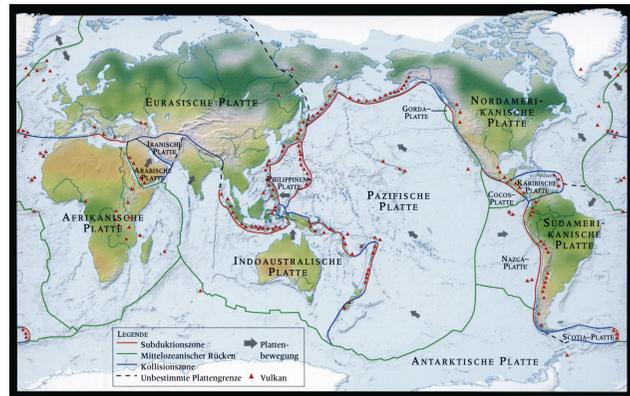
## Auswirkungen von Vulkanen



Ist ein Krater zu einem See geworden, so wird bei einem Ausbruch die Gewalt der Explosionen durch eindringendes Wasser, das sich als Wasserdampf mit dem Magma vermischt, noch erhöht. Die mit dem Wasser vermischte Asche fließt als Schlammstrom zu Tal und wirkt ebenso zerstörerisch wie der Lavastrom.

## Dehnungszone (Graben)

Bricht eine Platte mit kontinentaler Kruste langsam auseinander, so steigen in der sich bildenden Dehnungszone (Graben) Magmen auf, die chemisch ganz unterschiedlich zusammengesetzt sein können. Bestes Beispiel dafür sind die ostafrikanischen Grabensysteme mit ihren Vulkankomplexen.



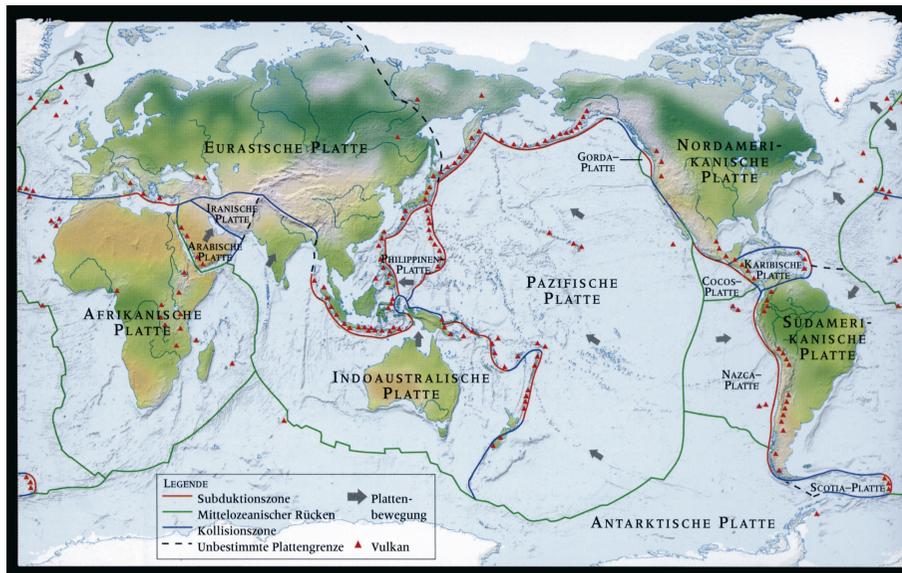
Kilimandscharo



Rift-Valley, Kenia

## Hot Spot

Manchmal finden sich in der Asthenosphäre besonders heisse Zonen, die nicht an Plattenrändern liegen, sogenannte „Hot Spots“. An diesen Stellen dringt die Schmelze durch die Kruste bis an die Oberfläche und bildet Vulkane wie beispielsweise die Hawaii-Inseln. Hot Spots können einen Durchmesser von einigen hundert Kilometern erreichen. Die Lithosphärenplatten bewegen sich über den Hot Spots. Daraus entsteht mit fortlaufendem Alter eine Kette von Vulkanen.



## Hot Spot Vulkane, Hawaii

