

# MAGMATISMUS (C. Heinrich)

## I. Eigenschaften und Auftreten magmatischer Gesteine

Gefüge – Begriffe und Bedeutung:

- Magma ↔ Lava ↔ Schmelze
- magm. Gesteine:
  - *Vulkanite* (z.B. hemikristallin-porphyrisch; hyalin: **Obsidian**)
  - *Ganggesteine* (z.B. holokristallin-porphyrisch)
  - *Plutonite* (= Tiefengestein; z.B. holokristallin-gleichkörnig)
- Beschreibung magm. Gesteine durch *Gefüge* (= Platznahme) und *Mineralogie* (= Chemie)
- Gefügebeschreibung:
  - Struktur:
    - i. *Grad der Kristallinität*: holokristallin, hemikristallin, holohyalin (= glasig)
    - ii. *Korngrösse*: absolut (grob-, mittel-, feinkörnig), relativ (gleichkörnig, porphyrisch)
    - iii. *Korngestalt* (→ Grundmasse, Einsprenglinge): idiomorph, hypidiomorph, xenomorph, Habitus (z.B. nadelig)
  - Textur: räuml. Anordnung, Ausrichtung (z.B. massig, fluidal, kugelig)

mineralogische-chemische Klassifikation:

- *Mineralogie* = chem. Zusammensetzung des Gesamtgesteins
- Mineralbestand: *felsische* und *mafische* Minerale
- Gesteinschemismus: SiO<sub>2</sub>-Gehalt = *sauer* ↔ *basisch*
- wichtigste Magmatite:
  - *plutonisch*: **Granit**, (**Granodiorit**, **Diorit**,) **Gabbro**
  - *vulkanisch*: **Rhyolit**, (**Dazit**, **Andesit**,) **Basalt**
- Streckeisen-Definition von Gesteinsnamen: Streckeisen-Doppeldreieck
- Häufigkeit von Eruptivgesteinen, Serien

magmatische Prozesse und geologische Körper:

- *Oberflächen-Eruption* → Vulkanite; Vulkantypen:
  - Stratovulkane: *Tuff* (= Asche und Lapilli), *Ignimbrite* (= Glutwolken), dickflüssige Lavaströme (z.B. Mount St. Helens, Stromboli)
  - Schildvulkane/Plateaubasalte an Land: Plateaubasalte aus Spalteneruption; dünnflüssige Lavaströme (z.B. Stricklava (= Pahoehoe) auf Hawaii, Säulenbasalt auf Schottland)
  - Kissen-/Pillow-Lava = submarine Basaltergüsse (z.B. Island)
- *Magma-Förderkanäle* → Gänge und Vulkanschlote
- *Calderen* (= Verbindung von Magmakammer und Oberfläche; Einbrechen des Dachs nach Entleerung; z.B. Crater Lake, Oregon) und *Magmakammern* → Plutonite
- Intrusionen: *diskordant/konkordant*
- Malenco-Platta-Arosa: *Ophiolith-Zone* (= **Serpentinit**, **Gabbro**, **Pillowbasalt**) aus Überschiebung
- Zus.fassung:
  - chem. Zus.setzung des Magmas → *Mineralogie* (→ Streckeisen)
  - Platznahme von Magma in Kruste → Erstarrungsgeschw. → *Gefüge* } → Nomenklatur

globale, wiederkehrende Beobachtungen:

- *extrusive Basalte* – *intrusive Granite*:
  - **Basalt** = häufigstes vulkanisches Gestein: *mittelozeanische Rücken* (= divergierende Plattengrenzen), *Platten-Inneres* (Flutbasalte, Schildvulkane)
  - **Granit** = häufigstes plutonisches Gestein: *Orogen-/Subduktionszonen* (= konvergente Plattengrenzen)
- *Orogen- und Subduktionszonen*: Magmen enthalten Wasser
  - OH-haltige Mineralien: **Amphibol**, **Biotit**, ...
  - explosiver Vulkanismus
  - hydrothermale Erzbildung
- in jedem grosstekton. Milieu grosse kontinuierliche Variation der Mineralverhältnisse und der chem. Zus.setzung

## II. Entstehung magmatischer Schmelzen

- geolog. Evidenz für Herkunft der Schmelzen:
  - Xenolithe
  - Migmatite (= lokale partielle Aufschmelzung)
  - seism. Tomographie: seism. Wellen zur Abbildung „weicherer“ (= wegen erhöhter Temp. und/oder Partialschmelzung) Mantelpartien
  - Labor-Experimente: Gesteinsschmelzung bei Erdmantel-Bedingungen

Wärmezufuhr (= Temp.erhöhung):

- Schildvulkane (= Hotspots) im Platteninneren: v.a. basaltisch; „stationär“ rel. zu mobileren Platten; oft Flutbasalte (= Plateau-Basalte) am „Startpunkt“ → Mantle Plumes = Aufstieg heißen festen Mantels von >660 km Tiefe (ev. von Kern/Mantel-Grenze)

Druckentlastung:

- in Gebieten der Dehnung der Lithosphäre: kont. Riftzonen, mittelozean. Rücken
- isothermer Aufstieg von Mantelmaterial → Partialschmelzung

Schmelzpunkterniedrigung durch Wasserzufuhr:

- subduziertes Wasser wirkt als „Flussmittel“ → explosiver Magmatismus an Subduktionszonen, in Gebirgsgürteln
- Evidenz für Wasser in Magmen:
  - OH-haltige Mineralien: **Amphibol**, **Biotit**, ...
  - explosiver Vulkanismus durch volatile Komponenten
  - hydrothermale Erzbildung

Schlussfolgerung (globale Verteilung von 3 Haupttypen magmatischer Aktivität):

- basaltischer Vulkanismus im Platteninnern
- basaltischer Magmatismus an Rift-Zonen (v.a. MOR)
- wasser-haltiger Magmatismus an Subduktionszonen

## III. Aufstieg, Kristallisation und magmatische Differentiation

- Aufstieg magmatischer Schmelzen vom Mantel in die Kruste:
  - kühle wasser-reiche Magmen bleiben oft stecken (Magma verliert Wasser) → granitoide Intrusionen
  - heiße trockene Magmen dringen bis zur Erdoberfläche vor (geringe Dichte) → basaltischer Vulkanismus

Schmelzdiagramme (= experimentelle Grundlage):

- mehrere Komponenten: Schmelze + Mineralien koexistieren in T-Bereich
- System Albit – Anorthit: Schmelze und Mineralien (Plagioklasreihe) mischbar → *kontinuierliche Variation* der Schmelzzus.setzung und der Mineralzus.setzung
- System Diopsid – Anorthit: Schmelze mischbar, Mineralien unmischbar → *kontinuierliche Variation* der Schmelzzus.setzung richtung *Eutektikum* (= „Restschmelze“ fixer Zus.setzung bei niedrigster Temp.), *diskontinuierliche Abfolge* der Mineralausfällung
- Variation der Schmelzzus.setzung: mit fallender Temp. Trennung Schmelze – Kristalle → *Differentiation* magmatischer Gesteine
- Differentiationsserien:
  - *alkalisch*: **Alkali-Olivin-Basalt** → ... → **Phonolith**; **Foide** (**Nephelin** Na<sub>2</sub>O, **Leucit** K<sub>2</sub>O); SiO<sub>2</sub>-Abnahme; Vorkommen in ozean. Inselbasalten, kont. Riftsystemen
  - *kalkalkalisch*: **Basalt** → **Andesit** → **Dazit** → **Rhyolith**; **Glimmer** (Al, H<sub>2</sub>O); SiO<sub>2</sub>-Zunahme, Alkalien-Zunahme; Vorkommen in Kont.rand, reifen Inselbögen
  - *tholeiitisch*: **Olivin-Tholeiitbasalt** → ... → **tholeiitischer Andesit**; SiO<sub>2</sub>-Gehalt gleichbleibend, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-/FeO-Zunahme, Alkalien-Abnahme; Vorkommen in MOR, jungen Inselbögen

fraktionierte Kristallisation (= geolog. Anwendung und Konsequenz):

- *fraktionierte Kristallisation* = physischer Prozess: gravitative Trennung absinkender Kristalle in Magmakammer → *Kumulat* (= Kristall-Brei) → Auspressen des Kumulats → fraktionierte *Restschmelze* wandert weiter, ev. in neue Magmakammer
  - Abschreckungsrand
  - *Pegmatit* = granitische Restschmelze
- Bowen'sche Reaktionsreihe (diskontinuierliche Reihe der mafischen Mineralien ⇔ kontinuierliche Reihe der Plagioklas-Feldspäte): kontinuierliche magm. Differentiationsreihen durch fraktionierte Kristallisation (± Magma-Mischung)

weitere Prozesse – Ausblick auf Forschung:

- *Kristallfraktionierung* kann Granite erklären, aber nicht deren grosse Mengen in der Erdkruste
- Krusten-Assimilation und Magma-Mischung: aufsteigende wasser-reiche Mantelschmelzen → Aufschmelzung bestehender Kontinentalkruste → vermehrte Magma-Menge, Magmen werden sauer (→ *Andesite/Diorite*, ..., *Rhyolithe/Granite*)
- Evidenz: Feld, Isotopen, Schmelzeinschlüsse