

Grundlagen der Sprache der Gesteine

2 Minerale, die Bausteine der Erdkruste

Auf der Erde sind bis heute rund 5'300 Minerale bekannt, wovon jedoch nur etwa 20 für die Bildung der häufigsten Gesteine wichtig sind. Diese werden als gesteinsbildende Minerale bezeichnet. Darin widerspiegelt sich die Tatsache, dass in der Erdkruste nur wenige chemische Elemente in grösserer Menge vertreten sind. 99% der Erdkruste sind aus den acht Elementen O, Si, Al, Fe, Mg, Ca, K und Na aufgebaut.

2.1 Minerale und Kristalle

Ein **Mineral** ist ein anorganischer, im Allgemeinen kristalliner Feststoff, der durch natürliche Prozesse gebildet worden ist. Der grösste Teil der Minerale ist aus mehreren chemischen Elementen aufgebaut, sie können jedoch auch nur aus einem einzigen Element bestehen.

Die Bausteine der Minerale, die Atome, bilden in den allermeisten Fällen eine geordnete, sich in allen drei Raumdimensionen wiederholende Struktur, die als **Kristallgitter** bezeichnet wird und die den jeweiligen Bauplan eines **Kristalls** bildet (Abb. 1). Minerale, welchen eine solche geordnete Gitterstruktur fehlt, werden als **amorph** (griech. formlos) bezeichnet. Amorphe Feststoffe bilden in der Natur jedoch die Ausnahme.

Die Geometrie eines Kristallgitters drückt sich in der äusseren Form des entsprechenden Kristalls aus. Bei einfachen Kristallgittern ist dieser Zusammenhang von Auge ersichtlich (z. B. Steinsalz, Abb. 1A), bei komplexen Gittern offenbart er sich nur durch aufwändige Vermessung der Kristalle (z. B. Quarz, Abb. 1B). Einige Kristalle zeigen die Geometrie ihres Gitters erst, indem sie bei physischer Einwirkung – z. B. bei einem Schlag mit dem Hammer – entlang ihrer Gitterflächen brechen (z. B. Kalzit, Abb. 1C).

Kristalle wachsen durch die Anlagerung der, für einen bestimmten Mineraltyp spezifischen Atome. Im Fall von Quarz also z. B. durch die Anlagerung von Silizium- und Sauerstoffatomen (Abb. 1B). In der Natur geschieht dies hauptsächlich auf vier Arten (Abb. 3):

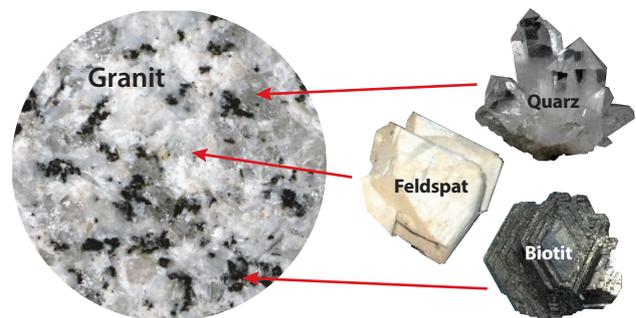


Abb. 2: Minerale gesteinsbildend in Granit (links) und frei gewachsen (rechts).

- Bei der Abkühlung von Schmelzen (auch Magma oder Lava genannt) zwischen ca. 1'250°C und ca. 700°C, je nach Mineralart (Abb. 3A).
- In Gesteinshohlräumen, sog. Klüften infolge Abkühlung von übersättigten, wässrigen Lösungen bei Temperaturen ab ca. 300° abwärts (Abb. 3B).
- In festen Gesteinen infolge chemischer Reaktionen bei Druck- und Temperaturveränderungen (Abb. 3C). Dabei wandern bestimmte Atome entlang der Grenzen der Kristalle.
- Durch Resublimation aus Gasen (Abb. 3D).

Minerale, die frei wachsend in Klüften kristallisieren, wo sie genügend Raum zum Wachsen haben und perfekte Kristallformen ausbilden können, sind Ausnahmereischeinungen. Die allermeisten Minerale bauen Gesteine auf, sie sind also **gesteinsbildend**. Beim Wachstum behindern sie sich meist gegenseitig und bilden deshalb selten perfekte Kristallformen aus. Etliche Minerale kommen sowohl frei wachsend wie auch gesteinsbildend vor (Abb. 2).

2.2 Physikalische Eigenschaften der Minerale

Die chemische Zusammensetzung und die Anordnung der Atome im Kristallgitter bestimmen im wesentlichen die physikalischen Eigenschaften der Minerale wie Form, Härte, Spaltbarkeit, Bruch, Glanz, Farbe, und Dichte. Die physikalischen Eigenschaften spielen eine zentrale Rolle bei der Bestimmung der Minerale von Auge.

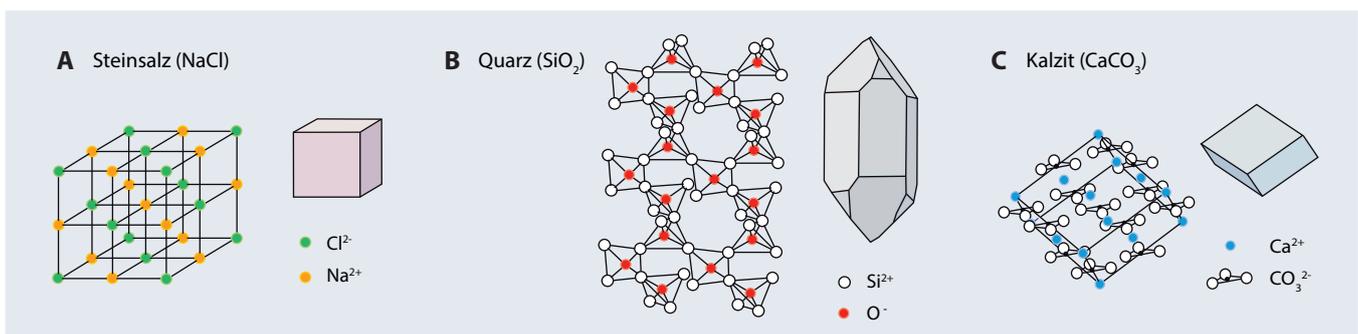
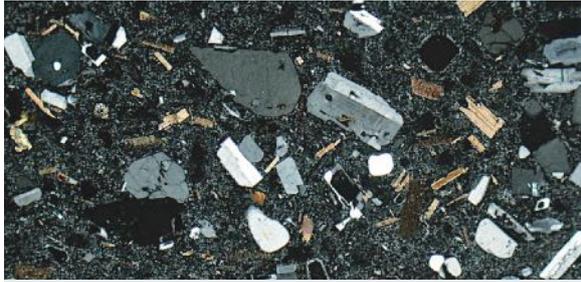


Abb. 1: Kristallgitter und ideale Kristalle. A: Steinsalz; B: Quarz; C: Kalzit.



A: Aus einer Schmelze kristallisierte Minerale (Feldspat, Quarz Biotit).



B: Quarzkristalle in einem Hohlraum (Kluft).



C: Kristallwachstum in festem Gestein. Die dunkelgrünen Ränder um die roten Granatkristalle (Pfeil) entstanden infolge einer chemischen Reaktion, bei der sich Granat in Chlorit umwandelte.



D: Schwefelkristalle, die an einem Vulkan aus heissen Gasen resublimieren.

Abb. 3: Häufige Arten des Kristallwachstums in der Natur.

Kristallform: Dies ist der geometrische Körper des Kristalls. Würfel, Oktaeder oder Prisma sind einfache Kristallformen, das 24-flächige Ikositetraeder hingegen ist eine etwas komplexere Form (Abb. 4). Die Geometrie der meisten Kristallgitter ermöglicht nicht nur eine, sondern mehrere Kristallformen. Die Kristalle des Minerals Kalzit zum Beispiel zeigen eine besonders grosse Formenvielfalt (Abb. 5).

Habitus (Pl. Habiti): Damit wird die Ausdehnung des Kristalls im Raum beschrieben, z. B. isometrisch (in alle Richtungen gleich), prismatisch, nadelig, tafelig, oder blättrig (Abb. 6).

Härte: Jedes Mineral besitzt eine spezifische Ritzhärte, Schlaghärte, Bohrhärte etc., die mit verschiedenen Methoden bestimmt werden müssen. Zur Mineralbestimmung

wird ausschliesslich die Ritzhärte genutzt, welche von 1 (sehr weich) bis 10 (sehr hart, Diamant) reichen kann. Im geologischen Alltag wird vor allem mit der Härte eines Messers (6.5) und eines Fingernagels (2.5) verglichen.

Spaltbarkeit: Die Spaltbarkeit eines Minerals zeigt sich darin, dass es bei mechanischer Einwirkung wie z. B. einem Hammerschlag entlang ebener Flächen bricht, die durch die Geometrie des Kristallgitters vorgegeben sind. Es gibt Minerale mit guter Spaltbarkeit wie Kalzit oder Feldspat, die meisten Minerale jedoch sind nicht spaltbar.

Bruch: Minerale ohne Spaltbarkeit brechen unregmässig. Die Art und Weise, wie ein Mineral bricht, charakterisiert den sog. Bruch, z. B. muschelig oder faserig.



Abb. 4: Häufige Kristallformen.

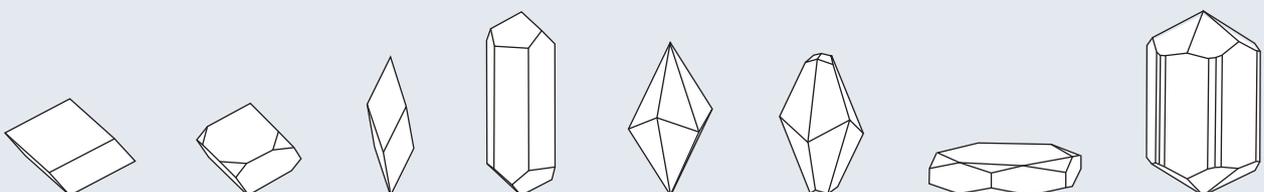


Abb. 5: Formenvielfalt der Kalzitkristalle.

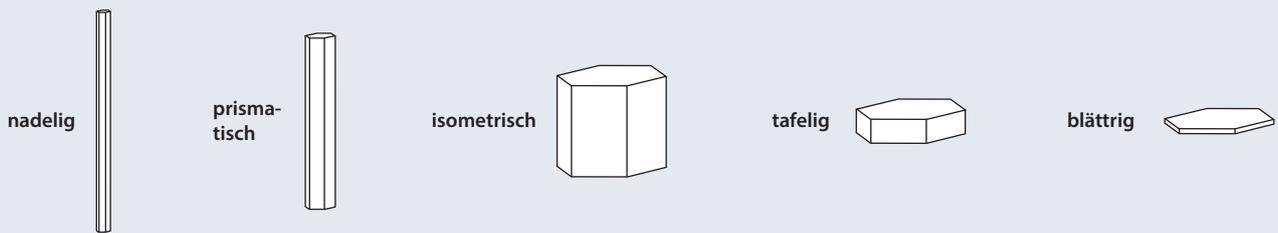


Abb. 6: Gebräuchliche Habiti (Sg. Habitus) am Beispiel eines hexagonalen Prismas. Auch jede andere Kristallform kann unterschiedliche Habiti haben.



Abb. 7: Mineralfarben.

A: Natürliche Granatkristalle und geschliffene Schmucksteine. Granate sind meist rot-braun. Es gibt jedoch auch grüne Granatkristalle, die sich in ihrem chemischen Aufbau deutlich von den rot-braunen Kristallen unterscheiden.

B: Vier Variationen von Quarz: Am häufigsten kommt farbloser Bergkristall vor. Zu Rauchquarz wird dieser, wenn er natürlicher radioaktiver Bestrahlung im Gestein ausgesetzt ist. Amethyst verdankt seine violette Farbe einem Defekt im Kristallgitter, wodurch teilweise Eisenatome statt Siliziumatome eingebaut sind. Rosenquarz wird durch die Einlagerung eines äußerst fein verteilten Fremdminerals rosa gefärbt.

Glanz: Art und Weise der Lichtreflexion auf den Flächen eines Minerals, z. B. matt, Metallglanz oder Fettglanz.

Farbe: Die Farbe eines Minerals scheint auf den ersten Blick ein charakteristisches Merkmal zu sein, trotzdem ist sie nicht der verlässlichste Anhaltspunkt. Einige Minerale zeigen kaum Farbvariationen, andere zeichnen sich durch einen grossen Farbenreichtum aus. Die Farbe kann als optische Eigenschaft eines reinen Minerals auftreten, sie kann aber auch durch eingelagerte Fremdstoffe verursacht sein (Abb. 7).

2.3 Chemische Eigenschaften der Minerale

Die chemischen Eigenschaften von Mineralen lassen sich selten schnell und einfach überprüfen. In der Regel ist dazu ein gut ausgerüstetes Labor notwendig. Der einfachste, überall verwendbare Test ist der Salzsäuretest. Dabei wird ein Gestein mit zehnpromzentiger Salzsäure beträufelt. Schäumt das Gestein auf, enthält es mit grosser Wahrscheinlichkeit das Mineral Kalzit bzw. besteht aus Kalk.

2.4 Einige wichtige Minerale

Welche Minerale bei der alltäglichen Arbeit von Geologinnen und Geologen wichtig sind, hängt von der jeweiligen Fragestellung ab. Ein Geologe, der nach mineralischen Bodenschätzen, also Erzen sucht, wird auf andere Minerale achten als eine Geologin, welche zu klären versucht, un-

ter welchen Temperatur- und Druckbedingungen ein Gestein in einem Gebirge entstanden ist.

In Abb. 8 werden einige Minerale vorgestellt, die für das Verständnis der Sprache der Gesteine eine wichtige Rolle spielen und die im Alpenraum und im Jura häufig vorkommen und/oder dort bei sorgfältiger Beobachtung leicht gefunden werden können.

Obwohl die Farbe ein trügerisches Bestimmungsmerkmal sein kann, ist sie nützlich zur Unterscheidung häufig auftretender Minerale. Eine andere wichtige Eigenschaft ist ihre Ritzhärte. Mit einfachen Hilfsmitteln lässt sich diese eingrenzen: Die Härte eines Fingernagels beträgt ca. 2.5, die Härte eines Messers 6.5.

Während die Kristallform bei gesteinsbildenden Mineralen häufig schwierig zu erkennen ist, kann der Habitus meist leicht erkannt werden. Besonders gut sind stengelige oder nadelige sowie tafelige oder blättrige Minerale unterscheidbar. Minerale können in den verschiedensten Gesteinen vorkommen (Abb. 8).

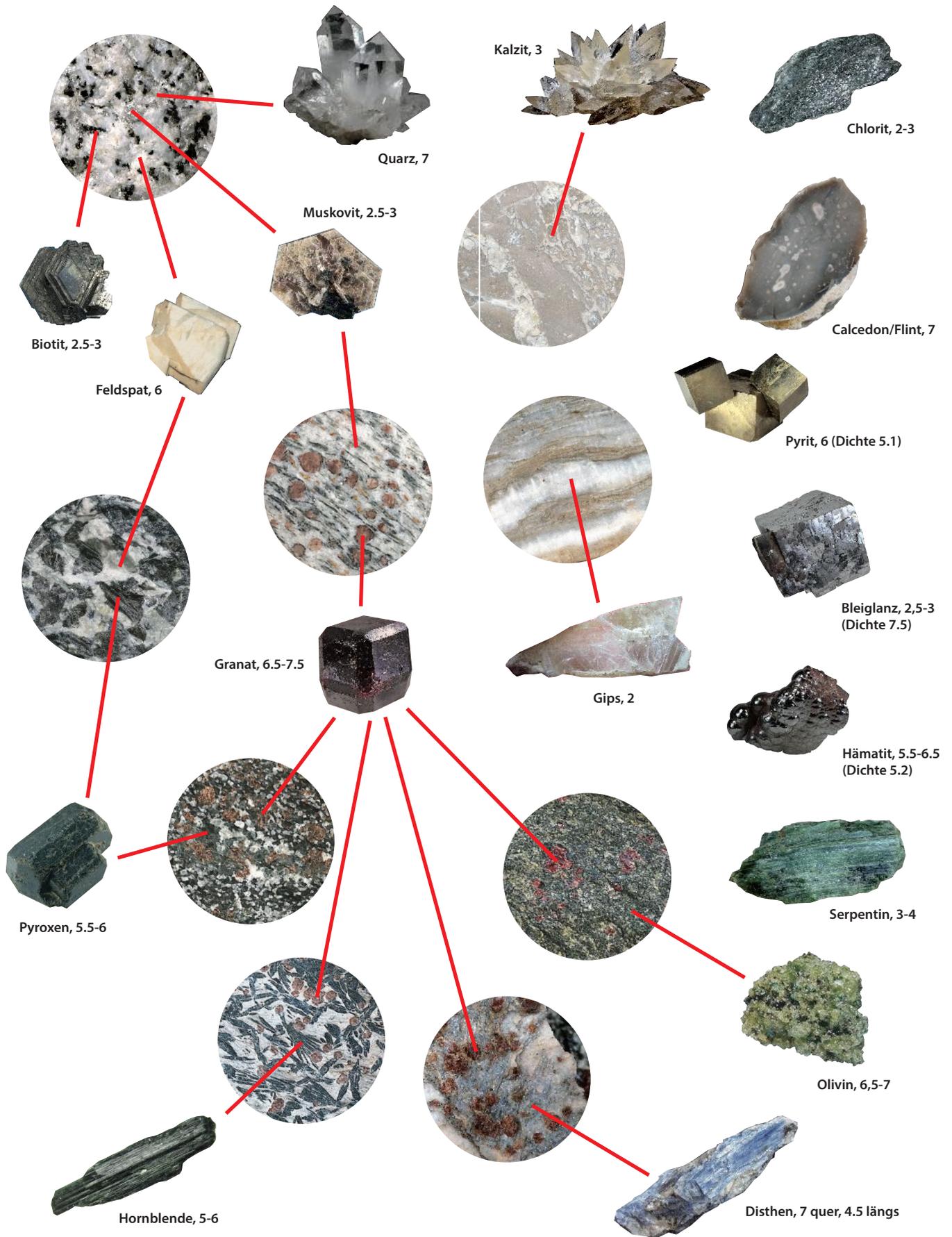


Abb. 8: Minerale einzeln und im Gesteinsverband, mit jeweiliger Ritzhärte. Disthen ist längs weicher als quer; die drei Erze Pyrit, Hämatit und Bleiglanz haben eine hohe Dichte und sind deshalb besonders schwer.