

# Die Bestimmung gesteinsbildender Minerale

- 2.1 Definition – 8
- 2.2 Mineralgliederung – 8
- 2.3 Mineraleigenschaften – 8
- 2.4 Gesteinsbildende Minerale – 9

## 2.1 Definition

Minerale sind

- natürlich gebildete
- anorganische
- meist feste (kristalline)
- stofflich homogene
- chemische Verbindungen.

Mit diesen fünf Punkten lassen sich Minerale klar definieren und vor allem gegen Nichtminerale abgrenzen. Im Einzelnen:

**Natürlich gebildet** Minerale können selbstverständlich künstlich hergestellt werden. Der Diamant zum Beispiel wird für industrielle Zwecke synthetisch erzeugt. Allerdings muss es für ein solches künstliches Mineral ein natürliches Vorbild geben. Reißbrettsubstanzen, für die es in der Natur kein Pendant gibt, gelten nicht!

**Anorganisch** Zucker und andere organische Substanzen würden die restlichen Bedingungen locker erfüllen, fallen aber durch diese Bedingung heraus.

**Meist fest** Zum Beispiel Wasser ist anorganisch und natürlich gebildet. An Minerale ist darüber hinaus jedoch die Forderung gestellt, kristallin zu sein, zumindest im mikroskopischen oder submikroskopischen Maßstab und in einem bestimmten Temperaturbereich. Das natürlich vorkommende Metall Quecksilber ist unter Normaltemperaturen allerdings flüssig, es gilt trotzdem als Mineral. Ausnahmen bestätigen die Regel.

**Stofflich Homogen** Jedes Mineral muss sich durch eine chemische Formel beschreiben lassen, die in ihrer Zusammensetzung allerdings variabel sein kann. Ungeachtet dessen, kann es auch verschiedene Minerale mit ein und derselben Formel geben, wenn sich diese in ihrer Kristallstruktur unterscheiden.

## 2.2 Mineralgliederung

Als chemische Verbindungen gliedert man die Minerale am besten chemisch.

- Elemente (gediegene Minerale), z. B.
  - Diamant, C
  - Kupfer, Cu
- Sulfide (Schwefelverbindungen ohne Sauerstoff), z. B.
  - Pyrit,  $\text{FeS}_2$
  - Zinkblende,  $\text{ZnS}$
- Oxide & Hydroxide, z. B.
  - Hämatit,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$
  - Limonit,  $\text{FeOOH}$
- Halogenide (Salze der Elemente der 7. Hauptgruppe), z. B.
  - Halit, NaCl
  - Fluorit,  $\text{CaF}_2$
- Karbonate (Salze der Kohlensäure), z. B.
  - Calcit,  $\text{CaCO}_3$
  - Siderit,  $\text{FeCO}_3$
- Sulfate (Salze der Schwefelsäure), z. B.
  - Gips,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
  - Schwerspat,  $\text{BaSO}_4$
- Phosphate (Salze der Phosphorsäure), z. B.
  - Pyromorphit,  $\text{Pb}_5\text{Cl}(\text{PO}_4)_3$
  - Apatit,  $\text{Ca}(\text{F}, \text{OH})(\text{PO}_4)_3$
- Nitrate (Salze der Salpetersäure), z. B.
  - Kalisalpeter,  $\text{KNO}_3$
  - Chilesalpeter,  $\text{NaNO}_3$
- Borate (Salze der Borsäure), z. B.
  - Borax,  $\text{Na}_2(\text{OH})_4\text{B}_4\text{O}_5 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
  - Boracit,  $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn})_3\text{ClB}_7\text{O}_{13}$
- Silikate (Salze der Kieselsäure), z. B.
  - Kalifeldspat,  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$
  - Kaolinit,  $\text{Al}_4(\text{OH})_8\text{Si}_4\text{O}_{10}$

Für die Gesteinsansprache stellen die Silikate die wichtigste Gruppe dar. Über 90 % der Erdkruste bestehen aus Silikaten. Das wichtige Mineral Quarz ( $\text{SiO}_2$ ) ist seiner Chemie nach ein Oxid, wird aufgrund seiner Eigenschaften jedoch meist zu den Silikaten gezählt.

## 2.3 Mineraleigenschaften

Um Minerale identifizieren zu können müssen bestimmte Eigenschaften der Minerale teilweise buchstäblich unter die Lupe genommen werden. Nicht alle Eigenschaften sind wirklich für alle Minerale relevant. Meist erkennt man ein Mineral an

einer oder zwei ganz ausgewählten Eigenschaften, den diagnostischen Merkmalen. Hier werden die wichtigsten Eigenschaften, auf die es zu achten gilt, kurz vorgestellt.

- **Farbe:** optische Eigenschaft, wichtigstes diagnostisches Merkmal (sofern man nicht farbenblind ist).
- **Strichfarbe:** Farbe des Pulvers, erhält man durch Reiben auf unglasiertem Porzellan (z. B. Rand der Unterseite einer Kaffeetasse oder spezielle Strichtafel).
- **Durchsichtigkeit:** unabhängig von der Farbe kann ein Mineral durchsichtig, durchscheinend oder undurchsichtig (opak) sein.
- **Glanz:** beschreibende Eigenschaft, wie z. B. Glas-, Diamant-, Fett-, Metall- oder Perlmutterglanz.
- **Spaltbarkeit:** Art und Weise, wie ein Mineral auf äußere mechanische Einwirkung reagiert. Auf einer Skala von 5 bis 0 wird angegeben ob ein Mineral sehr gut bis nicht spaltbar ist.
- **Bruch:** Reaktion auf mechanische Einwirkung bei fehlender Spaltbarkeit, wird beschrieben, z. B. eben, hakig, muschelrig, splittrig.
- **Ritzhärte:** durch Vergleichsminerale aufgestellte Skala von 1 bis 10 (Mohshärte), wichtig ist grobe Orientierung:
  - 1 – 2 mit Fingernagel ritzbar, z. B. Gips
  - 3 – 5/6 mit Taschenmesser ritzbar, z. B. Calcit
  - 6/7 – 10 ritzt Fensterglas, z. B. Quarz
- **Dichte:** spezifisches Gewicht, abschätzbar, z. B. Quarz 2,65 g/cm<sup>3</sup>, Pyrit 5 g/cm<sup>3</sup>, Gold 19 g/cm<sup>3</sup>
- **Ferromagnetismus:** Fähigkeit Kompassnadel abzulenken, nur Magnetit und Pyrrhotin.
- **Reaktion auf Salzsäure:** Indikator für Karbonate, z. B. Calcit  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ , Kohlendioxid entweicht brausend, funktioniert bei anderen Karbonaten mit heißer Salzsäure.
- **Geschmack:** nur für Halogenide anwendbar (und zu empfehlen).
- **Kristallform:** setzt Kenntnisse in Kristallographie und eine Mindestgröße der Kristalle im Handstück voraus.

## 2.4 Gesteinsbildende Minerale

Die 20 wichtigsten Minerale und Mineralgruppen der Erdkruste werden kurz besprochen. Nicht alle sind wirklich gesteinsbildend. Einige sind am Gesteinsaufbau zwar nur gering beteiligt, geben aber manchem Gestein eine typische Farbe.

### ■ Quarz $\text{SiO}_2$

Da Glas maßgeblich aus Quarz besteht, sind einige typische Eigenschaften von Quarz denen von Glas sehr ähnlich, vor allem die Durchsichtigkeit, der glasige bis fettige Glanz und der muschelige bis splittrige Bruch. Die hohe Ritzhärte (7) hilft bei der Abgrenzung zum Beispiel gegen Calcit. Winzigste Beimengungen fremder Elemente und Minerale können verschiedene (Fremd-)Farben verursachen.

### ■ Feldspat (K, Na, Ca) (Al, Si)<sub>2</sub>O<sub>8</sub>

Feldspat macht mit 60 Masse-% das Gros der Erdkruste aus. Wer Quarz und Feldspat sicher erkennt, ist in der Lage über zwei Drittel aller Gesteine mineralogisch aufzulösen.

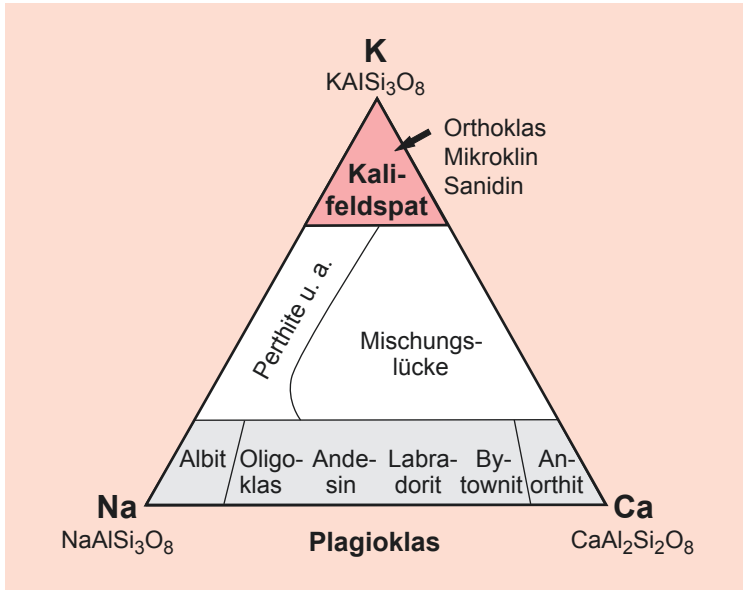
Feldspat zeichnet sich gegenüber Quarz vor allem durch seine Eigenfarbe (weiß, gelblich, fleischfarben, rosa) und die gute Spaltbarkeit aus.

Man unterscheidet je nach Kation drei verschiedene Feldspäte, die sich teilweise vermischen können (■ [Abb. 2.1](#)). Für die praktischen Belange genügt es zwischen Kalifeldspat (Orthoklas, Mikroklin und Sanidin) und Plagioklas zu unterscheiden. Als Faustregel gilt: Kalifeldspat ist meist rötlich oder gelblich gefärbt, während der Plagioklas meist weiß ist. Ausnahme ist der Labradorit, ein blau bis braun schillernder Plagioklas, der den Fußboden so mancher Bank oder öffentlichen Einrichtung ziert.

### ■ Glimmer

Glimmer sind Schichtsilikate und bestehen aus dünnblättrigen schuppenförmigen Kristallen. Hervorstechende Eigenschaft der Glimmer ist damit eine perfekte Spaltbarkeit in eine Richtung.

Zwei Sorten Glimmer sind für uns sinnvoll zu unterscheiden, Biotit und Hellglimmer.



■ Abb. 2.1 Das vereinfachte Feldspatdreieck

**Biotit**  $K(Mg, Fe, Mn)_3(OH, F)_2(Al, Fe)Si_3O_{10}$  Der Biotit ist ein Mischmineral eines Magnesium- und eines Eisenendglieds. Die Eisenbestandteile färben das Mineral schwarz. Zusammen mit Quarz und Feldspat (Feldspat, Quarz und Glimmer, ...) macht er meistens den Granit aus.

**Muskovit**  $KAl_2(OH, F)_2AlSi_3O_{10}$  Auf der anderen Seite existieren Glimmer, die hell sind und silbrig glänzen. Der wichtigste Hellglimmer ist der Muskovit. Sind die Schuppen dünn genug, erkennt man, dass das Mineral eigentlich farblos ist.

■ **Amphibole und Pyroxene**

Den Mineralgruppen der Amphibole und Pyroxene ist gemein, dass sie mehr oder weniger schwarze und prismatische Kristalle ausbilden. Die Unterschiede sowohl zwischen den Gruppen als auch innerhalb dieser sind sehr filigran und selbst für erfahrene Geologen im Handstück kaum auflösbar.

Kommt es dennoch darauf an zwischen Amphibolen und Pyroxenen zu unterscheiden, dann hilft die Spaltbarkeit weiter. Bei Pyroxenen schneiden sich die zwei Spaltflächenscharen im Winkel von ca. 90°. Bei Amphibolen sind es etwa 124°.

Stellvertretend je ein prominentes Beispiel:  
 Amphibol – **Gemeine Hornblende**  $(Na, K)Ca_2(Mg, Fe, Al)_5(OH, F)_2(Si, Al)_2Si_6O_{22}$   
 Pyroxen – **Augit**  $(Ca, Mg, Fe, Ti, Al)_2(Si, Al)_2O_6$

■ **Tonminerale**

Tonminerale sind Kolloide und damit immer kleiner als 0,002 mm. Sie bilden den Ton und ihre Eigenschaften sind nur im Kollektiv erkennbar.

Die geringe Kristallgröße bringt eine sehr große innere Oberfläche mit sich, die wiederum für eine hohe Haftwassermenge verantwortlich ist. Damit sind feuchte Tone hoch plastisch und an ihrer Eigenschaft, gut zwischen den Fingern ausrollbar zu sein, werden sie im Gelände erkannt.

Neben Wasser können verschiedene Kationen an die Tonblättchen angelagert werden, was die Fruchtbarkeit von tonreichen Böden verursacht, aber auch die Eignung der Tone als geochemische Sperre. Diese Eigenschaft heißt Kationenaustauschkapazität (KAK). Die Dreischicht-Tonminerale verfügen noch über eine weitere Eigenschaft, die Thixotropie. Verursacht durch gleiche elektrische Ladungsüberschüsse an den Oberflächen stoßen sich die Tonblättchen voneinander ab und bilden im Ruhezustand eine Kartenhausstruktur. Sie ver-

leht dem Ton eine trügerische Stabilität, die bei mechanischer Beanspruchung schnell zusammenbricht. Diese Eigenschaft macht man sich in der Bohrtechnik zunutze um die Bohrspülung in Bohrpausen zu stützen.

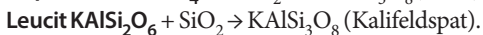
Bekanntestes Zweischicht-Tonmineral ist der **Kaolinit**, der Rohstoff für Porzellan:  $\text{Al}_4(\text{OH})_8\text{Si}_4\text{O}_{10}$ . Häufig in Tongesteinen vorhandene Tonminerale sind **Illit** ( $\text{K}, \text{H}_2\text{O})\text{Al}_2(\text{H}_2\text{O}, \text{OH})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}$  und **Montmorillonit**  $\text{Al}_{1,67}\text{Mg}_{0,33}(\text{OH})_2\text{Si}_4\text{O}_{10} \cdot \text{Na}_{0,33}^-(\text{H}_2\text{O})_4$ , der auch im Bentonit der Bohrspülung verwendet wird.

#### ■ **Serpentin** $\text{Mg}_6(\text{OH})_8\text{Si}_4\text{O}_{10}$

Gruppe von Silikaten, die durch Umwandlung von Olivin und Pyroxen entstehen. Grünliche faserige bis schuppige Aggregate mit der Härte 3 bis 4.

#### ■ **Foide**

Diese Gruppe von Mineralen, die auch als Feldspatvertreter bezeichnet wird, kristallisiert aus  $\text{SiO}_2$ -armen Magmen aus. Quarz und Foid schließen sich daher im Gestein aus. Feldspatvertreter spielen bei der Benennung magmatischer Gesteine eine wichtige Rolle. Trotzdem sind sie selten mit bloßem Auge im Gestein erkennbar. Allgemein lässt sich sagen, dass sie dem Quarz in Glanz und Bruch recht ähnlich sind, aber im Gegensatz zu ihm meist eine eigene Farbe haben. Zwei wichtige Vertreter sind Nephelin und Leucit. Fügt man diesen beiden Mineralen rechnerisch  $\text{SiO}_2$  hinzu, dann ergeben sich formelmäßig jene Feldspäte, die durch sie vertreten werden:



#### ■ **Olivin** ( $\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$

Silikat, das an grünes Bierflaschenglas erinnert. Es wird im Erdmantel gebildet. Es ist ein Kennzeichen ultrabasischer Magmatite und kommt daher nie zusammen mit Quarz in einem Gestein vor.

#### ■ **Granat**

Der Granat ist eigentlich gar nicht so häufig, aber er charakterisiert viele metamorphe (und manche ultrabasisch-magmatische) Gesteine. Darüber hinaus ist dieses Silikatmineral leicht an seiner »Fußballform« (genau genommen ein Zwölfflächner) zu er-

kennen. Von den vielen chemischen Varianten sind die häufigsten rot und heißen:

**Almandin**  $\text{Fe}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$  - rot bis rotbraun

**Pyrop**  $\text{Mg}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$  - rosa- bis dunkelrot.

#### ■ **Calcit** $\text{CaCO}_3$

Wichtigstes Nichtsilikat. Reagiert aufbrausend mit Salzsäure, ist mit dem Messer ritzbar (Härte 3) und hat eine gute dreidimensionale Spaltbarkeit.

#### ■ **Dolomit** $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

Zweitwichtigstes Karbonatmineral, das sich vom Calcit dadurch unterscheidet, dass es erst als Pulver (größere Oberfläche) auf Salzsäure reagiert oder dass man heiße Salzsäure benutzen muss. Die Härte ist mit 3,5 bis 4 auch etwas höher.

#### ■ **Limonit** $\text{FeOOH}$

Dieses Gemisch aus Goethit und Lepidokrokit kommt kaum in Form sichtbarer Kristalle vor, spielt aber als färbende Beimengung in vielen Gesteinen eine Rolle. Der gelbliche Sand, der »dreckige« Erdboden, rostbraune Ortsteine und Eisenkrusten werden immer von diesem Mineral gefärbt. Er ist das Eisenmineral unserer Klimazone.

#### ■ **Hämatit** $\text{Fe}_2\text{O}_3$

Was in unserem Klima der Limonit, das ist im Wüstenklima der Hämatit. Er färbt Gestein und Boden rot. Auch die roten Farben mancher Granite und Gneise und das Purpur des Porphyr gehen auf den Hämatit zurück.

#### ■ **Pyrit** $\text{FeS}_2$

Ohne Sauerstoff in der chemischen Formel, bildet sich dieses Sulfid in reduzierenden Milieus, wie in magmatischen Gängen oder in sauerstoffarmen Meeresböden und Faulschlamm. Er ist durch seine hellgelbe Farbe und den metallischen Glanz nur mit seinem nahen Verwandten, dem **Markasit**  $\text{FeS}_2$ , zu verwechseln. Fein verteilt im Sediment wirkt er allerdings schwarz und es umgibt ihn dann oft ein Schwefelgeruch.

#### ■ **Anhydrit** $\text{CaSO}_4$

Anhydrit ist ein sedimentäres Mineral. Es hat keine so markanten diagnostischen Eigenschaften wie andere Minerale. Das heißt, das Ausschlussprinzip

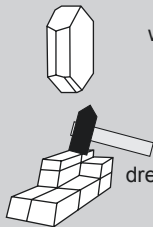













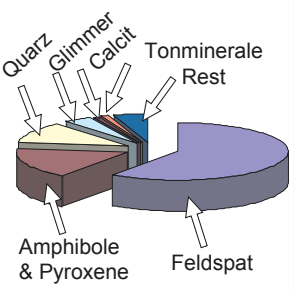
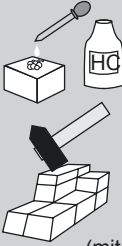
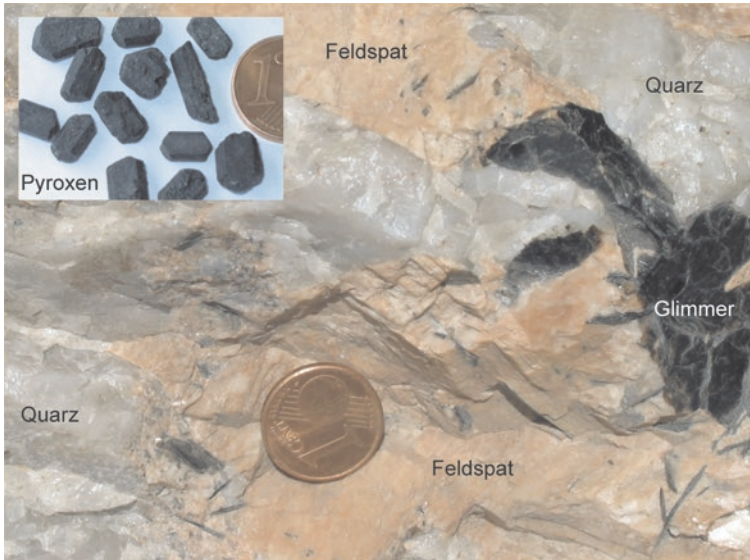
Mineralgruppe	Anteil an der Erdkruste	Diagnose	weitere Unterteilung
<b>Feldspat</b>	60 %	 <p>weiß, rosa, fleischrot gut dreidimensional spaltbar</p>	<b>Kalifeldspat</b> eher rötlich fleischfarben 
			<b>Plagioklas</b> eher weiß 
<b>Pyroxene &amp; Amphibole</b>	17 %	 <p>schwarz, dunkelbraun, dunkelgrün prismatisch</p>	<b>Pyroxen</b> Spaltwinkel ca. 90° 
			<b>Amphibol</b> Spaltwinkel ca. 125° 
<b>Quarz</b>	13 %	 <p>glasartig farblos, milchig, gefärbt muschliger Bruch, Härte 7 (ritz Glas)</p>	<b>z. B. Bergkristall</b> farblos, klar 
			<b>Milchquarz</b> weiß 
			<b>Amethyst</b> violett 
<b>Glimmer</b>	4 %	 <p>schuppig, blättrig spaltend</p>	<b>Biotit</b> schwarz 
			<b>Hellglimmer</b> farblos, silbrig 
<b>Tonminerale</b>	1 %	 <p>&lt; 0,002 mm plastisch</p>	 <p>Quarz Glimmer Calcit Tonminerale Rest Amphibole &amp; Pyroxene Feldspat</p> <p>Summe der aufgeführten Minerale: 96 %</p>
<b>Calcit</b>	1 %	 <p>braust mit Salzsäure gut dreidimensional spaltbar Härte 3 (mit Messer ritzbar)</p>	

Abb. 2.2 Diagnosetabelle der wichtigsten gesteinsbildenden Minerale



■ **Abb. 2.3** Anhand des im großen Foto abgebildeten grobkörnigen Magmatits (Pegmatit) können die wichtigsten diagnostischen Merkmale von Quarz, Feldspat (Orthoklas) und Glimmer (Biotit) gezeigt werden. Im Gegensatz zum blättrigen Glimmer sind die Amphibole und Pyroxene prismatisch ausgebildet (kleines Foto: aus einem Vulkanit herausgewitterte Pyroxene).

hilft weiter. Gips ist weicher, Calcit reagiert auf Salzsäure und Halit hat einen (Salz-) Geschmack.

#### ■ Gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Gips sollte jeder schon einmal gesehen haben. Vielleicht am eigenen Bein. Aufgrund seines feinkörnigen Auftretens im Gestein erscheint er meist weiß (oder verunreinigt: grau), obwohl er eigentlich farblose Kristalle bildet (Marienglas). Gips ist wie kaum ein anderes Mineral weich und mit dem Fingernagel gerade so ritzbar.

#### ■ Halit $\text{NaCl}$

Halit ist simples Kochsalz, das in Würfeln spaltet, durchsichtig ist und – wie in der Küche – eben nach Salz schmeckt.

Die ■ **Abb. 2.2** stellt das mineralogische Mindestwissen nebeneinander. Die Diagnosetabelle sollte in fast allen Lebenslagen zur Gesteinsansprache befähigen. Das Erscheinungsbild der vier wichtigsten Mineralgruppen geben die beiden Fotos in ■ **Abb. 2.3** wieder.



<http://www.springer.com/978-3-662-55322-0>

Gesteinskunde

Ein Leitfaden für Einsteiger und Anwender

Sebastian, U.

2018, VIII, 209 S. 142 Abb. in Farbe., Softcover

ISBN: 978-3-662-55322-0