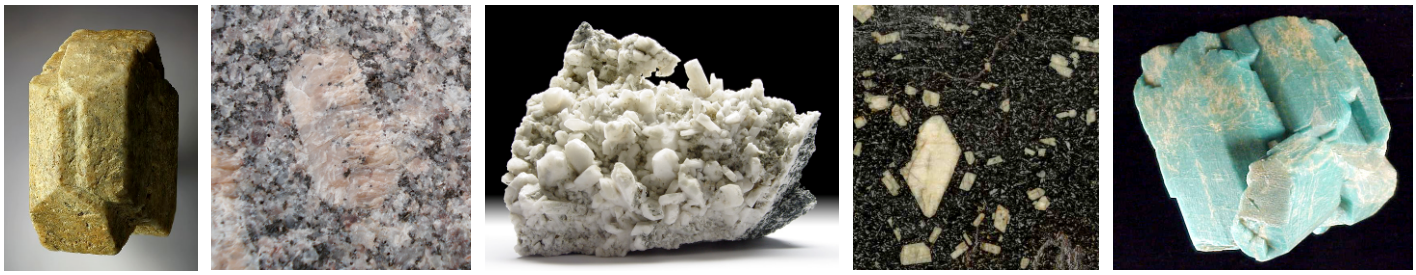
Was sind Minerale?

© Jürg Meyer 2011
www.juerg-meyer.ch

Laien reden gerne von „Steinen“ und „Kristallen“, die Geologen reden von „Mineralen“ und „Gesteinen“. Für das Verständnis geologischer Prozesse ist es wichtig, klare Vorstellungen zu haben, was unter Mineralen und Gesteinen verstanden wird.



Verschiedene Ausbildungsformen von Mineralien der Feldspat-Familie.
Diese sind in der Erdkruste die häufigste Mineralgruppe überhaupt.

Definition Mineral

Ein Mineral ist ein homogener, natürlich vorkommender, kristalliner, im allgemeinen anorganischer Festkörper bestimmter chemischer Zusammensetzung.

Homogen

Minerale können durch mechanische Verfahren nicht weiter in ihre Einzelteile zerlegt werden. In der Realität können Minerale insofern inhomogen sein, als sie kontinuierliche Mischreihen bilden können (s. unten), oder im Wachstum sich zonenweise verändern.

Natürlich vorkommend

Künstlich hergestellte anorganische kristalline Substanzen werden nicht zu den Mineralen gerechnet

Festkörper

Minerale sind weder gasförmig noch flüssig, sondern bei Bedingungen der Erdoberfläche fest.

Kristallin

Minerale bestehen aus Atomen, welche in drei Dimensionen in einem regelmässigen, für das jeweilige Mineral charakteristischen und überall gleichen Art und Weise angeordnet sind. Man redet bei dieser Art von atomarer Struktur von einem Kristallgitter. Bei frei gewachsenen Mineralkristallen ist die regelmässige Aussenform Ausdruck des Kristallgitters.

Im allgemeinen **anorganisch**

Organische Substanzen – aufgebaut aus organisch gebildeten Kohlenstoff-Grundeinheiten – werden nicht zu den Mineralen gerechnet, auch wenn sie natürlich vorkommen und kristalline Strukturen bilden. Allerdings können organische Lebensprozesse bei der Bildung von Mineralien beteiligt sein.

chemische Zusammensetzung

Die mineraltypischen Kristallgitter sind durch ihrer regelmässige Anordnung von Atomtypen (chemischen Elementen) gekennzeichnet – also hat jedes Mineral eine bestimmte chemische Zusammensetzung, die in einer chemischen Formel wie etwas SiO_2 oder $CaCO_3$ ausgedrückt werden kann. Allerdings gibt es auch Mischreihen, bei denen einzelne Elemente kontinuierlich durch andere, ähnliche Elemente ersetzt werden können. Es ist dann Definitionssache, ob und wie man diese Mischreihen unterteilt und bestimmten Mischbereichen einzelne Mineralnamen zuordnet.

Beispiele und Ausnahmen

Überlege, ob folgende Substanzen als Minerale gelten:

1. Kochsalz aus dem Lebensmittelgeschäft
2. Salzkristalle in natürlich eingetrocknetem kleinen Becken am tropischen Meeresstrand
3. Steinsalz aus den Minen von Bex im Unterwallis
4. Gletschereis
5. Regenwasser
6. Rauhreif am winterlichen Fenster
7. Natürlich gefundenes flüssiges Quecksilber
8. Reines Calciumkarbonat in einer Meeresmuschelschale
9. Im Labor hergestellter Diamant
10. Quarzkristall in der Quarzuhr
11. Calciumphosphat-Kristalle in einem menschlichen Nierenstein
12. Reines Eisen in einem Eisenmeteorit
13. Gelbe Schwefelkristalle am Rand des Vulkanschlotes auf der Insel Vulcano in Süditalien
14. Quarzkörner am Sandstrand der Ostsee
15. Bakteriell gebildetes mikrokristallines Calciumkarbonat aus einer Algenmatte in Westaustralien (Stromatolithen).

Auflösung

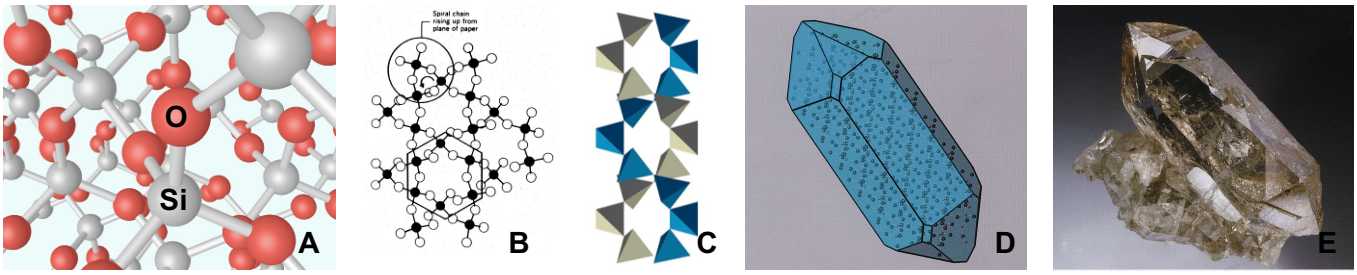
1. Nein, obwohl aus natürlichen mineralischen Salzvorkommen gewonnen, wurde dieses Salz nach Auflösung in Wasser künstlich durch Eindampfen neu kristallisiert.
2. Ja, weil natürlich gebildet, fest, anorganisch, mit bestimmter chemischen Zusammensetzung (NaCl). Unter bestimmten klimatisch-geologischen Bedingungen kann solches Salz von weiteren Sedimenten überdeckt und schliesslich als Steinsalz in die Gesteinsschichten eingebaut werden.
3. Ja. Es entstand zur Zeit der Trias vor rund 220 Mio. Jahren, als in diesem Gebiet ein riesiges tropisches Küstenmeer bestand, in dem riesige Mengen von Meersalz eindampften und gewaltige Salzschichten bildete.
4. Ja, weil ..... argumentiere selbst!
5. Nein, weil flüssig und nicht kristallin
6. Ja, weil .... siehe Gletschereis
7. Ja – als einzige Ausnahme flüssiger Substanzen. Das hochgiftige Schwermetall Quecksilber (Hg) kommt wie viele andere Metalle in bestimmten geologischen Formationen in natürlicher Form vor. Quecksilber ist aber bei Umgebungsbedingungen flüssig, es tritt in kleinen Tropfen in Gesteinsspalten auf. Deswegen wurde es als Ausnahme in das Reich der Minerale aufgenommen.
8. Das reine Calciumkarbonat (Calcit, $CaCO_3$), wie es von Muscheln, Korallen, Schnecken und vielen andern Meereslebewesen durch biochemische Prozesse für ihre festen Schalen gebildet wird, unterscheidet sich in keiner Weise von mineralisch kristallisiertem Calcit. Es wird deshalb zu den Mineralen gerechnet, so wie andere ähnlich gebildete Substanzen wie etwa Calciumphosphat auch.
9. Nein, da künstlich hergestellt, auch wenn sich diese Diamanten mineralogisch nicht von natürlich gebildeten unterscheiden.
10. Nein, weil aus industriell hergestelltem Quarz bestehend.
11. Ja, nach Dafürhalten des Autors dieses Merkblattes. In der Fachwelt umstritten, von der „International Mineralogical Association“ nicht als Mineral anerkannt.
12. Ja. Natürlich vorkommendes elementares Eisen ist ein Mineral, unabhängig davon ob es auf der Erde oder in einem andern Himmelskörper gebildet wurde.
13. Ja. Solcher Schwefel bildet oft auch schöne Kristalle mit Aussenflächen.
14. Ja. Diese Quarzkörner sind zwar durch den Transport im Fluss und Meer gerundet, haben aber nichtsdestotrotz den gleichen regelmässigen kristallinen Innenbau wie der Quarz aus einer Bergkristallkluft.
15. Ja, Argumentation wie bei Nr. 8.

Erscheinungsformen von Mineralien

Es bereitet Laien immer wieder Schwierigkeiten zu verstehen, dass das gleiche Mineral in ganz unterschiedlicher Ausbildungsform vorkommen und trotzdem immer dasselbe ist. Die Thematik sei an den beiden Mineralen Quarz und Calcit illustriert.

Beispiel 1: Quarz SiO_2 (Siliziumdioxid)

Quarz ist nach den Feldspäten das zweitwichtigste Mineral in der Erdkruste. Die chemische Zusammensetzung ist einfach, die Kristallstruktur ist geprägt durch eine dreidimensional stark vernetzte Anordnung der Silicium- und Sauerstoff-Atome. Dies führt dazu, dass Quarz erstens sehr hart ist (Härte 7 von 10), zweitens keine regelmässigen Spaltflächen aufweist („muscheliger Bruch“), und drittens auch chemisch sehr resistent ist (z.B. kaum löslich in Wasser). Durch minimste Beimengungen anderer chemischer Elemente, durch feinste Einschlüsse etc. kann Quarz ganz unterschiedlich gefärbt vorkommen (Beispiele: farblos = Bergkristall, braun = Rauchquarz, violett = Amethyst, gelb = Citrin).

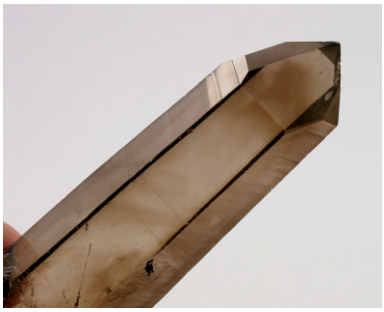


Die Kristallstruktur von Quarz in verschiedener Darstellung. A: Si (grau) und O (rot) sind in dreidimensional verknüpften Tetraedern miteinander verbunden. Dies ergibt eine sechszählige Symmetrie (B). Die Tetraeder bilden in Achsenrichtung gedrehte Verknüpfungen (C), die zur äusseren Form der Quarzkristalle führen (D, E).



Bergkristall - Stufe

Glasklare Kristalle, die durch verheilte Risse und Flüssigkeitseinschlüsse stellenweise etwas getrübt sind.
Der kristalline Aufbau manifestiert sich in den Kristall-Aussenflächen.



Rauchquarz Einzelkristall

Misst man die Winkel zwischen Säulen- und Pyramidenflächen, so ergeben sich immer die genau gleichen Grössen. Das ist das „Gesetz der Winkelkonstanz“ der Mineralogie.



Bergkristalle

In einer alpinen Zerrkluft frei gewachsene Bergkristalle. Zur Zeit ihrer Bildung war die Kluft in ca. 10 km Tiefe, gefüllt mit heisser mineralischer Lösung. Die Auskristallisation der Kristalle dauerte viele Hunderttausend Jahre.



Quarzkluft

Ein Riss in einem Granit, die sich während der Heraushebung, wurde durch Auskristallisation aus heissem wässrigem Tiefengrundwasser mit Quarz ganz gefüllt, sodass keine frei gewachsenen Kristalle übrig blieben.



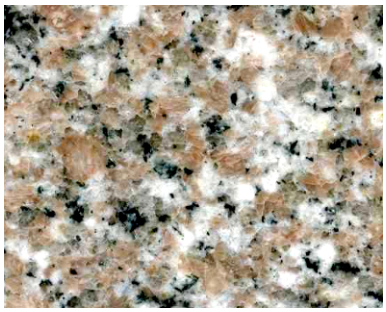
Quarzader

In einem Gneis öffnete sich während der Metamorphose langsam ein Riss, der laufend durch grobkristallinen Quarz verheilt wurde.



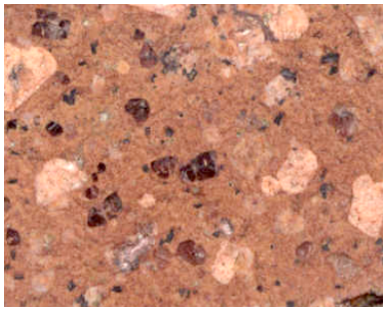
Derber Quarz

In Klüften und Adern wie oben kristallisiert Quarz in dieser Form, wenn kein Hohlraum bleibt, in den die Kristalle frei und mit den natürlichen Aussenflächen hineinwachsen können.



Quarz in Granit

In diesem körnigen Granit bildeten sich die rundlichen, grauen Quarzkörner während der Kristallisation aus dem heissen Magma. Wegen Behinderung durch andere wachsende Kristalle konnte der Quarz keine schönen Aussenflächen entwickeln.



Quarz in Porphyr

Die rundlichen graubraunen Quarze in diesem vulkanischen Gestein kristallisierten im aufsteigenden Magma.



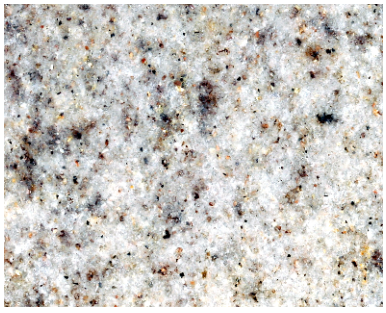
Schriftquarz

In diesem magmatischen Ganggestein kristallisierten der graue Quarz und der weisse Feldspat gemeinsam und der Quarz bildete Formen, die an alte Runenschrift gemahnen.



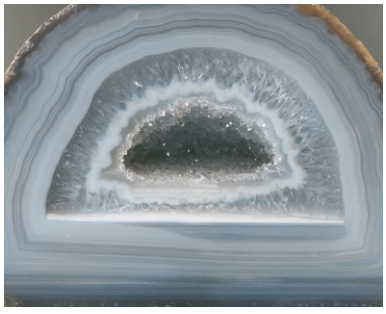
Quarzsand

Strandsand von Meeresküste. Die gerundeten Quarzkörner können z.B. von Gesteinen wie dem Granit oder Vulkanit herstammen, die im Hinterland verwitterten und mit Flusstransport ins Meer gelangten.



Sandstein

Aus Lockersand wie oben durch Kompaktion und Zementation entstandener harter Quarzsandstein, bei dem die ehemaligen Quarzkörner noch erkennbar sind.



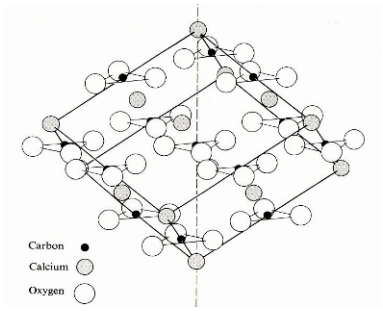
Achat mit Druse

In einem Hohlraum in einem vulkanischen Gestein kristallisierte vom Rand her feinstkörniger Quarz in unterschiedlichen Lagen (Achat), in der Mitte blieb ein Hohlraum, in dem noch Quarzkristalle frei wachsen konnten.

Beispiel 2: Calcit oder Kalkspat $CaCO_3$ (Calciumkarbonat)

Calcit ist ebenfalls eines der wichtigsten Minerale der Erdkruste. Durch biochemische Kristallisation im Meer ist es zentral für die Bildung von karbonatischen Sedimentgesteinen, vorab Kalksteinen. Korallenriffe, Muschelschalen, Ammonitenschalen, Planktonskelette und viele weitere Festteile von Meeresorganismen bestehen aus $CaCO_3$. Der Grund dafür ist der hohe Gehalt im Meerwasser an Calcium und CO_2, aus denen Calcit gebildet wird.

Calcit weist in seinem Kristallgitter drei ausgesprochene Schwächeebenen auf, die sich in schiefen Winkeln schneiden. Entlang dieser atomaren Schwächezonen spalten Calcitkristalle an geraden Spaltflächen. Calcitkristalle zerfallen deshalb beim Zertrümmern in rhomboederförmige Klötzchen, die stets dieselben Kantenwinkel aufweisen. Im Gegensatz zum Quarz, der bei frei wachsenden Kristallen stets Prismen mit steilen Dachflächen bildet, kristallisiert Calcit in mannigfachen Formen aus.



Kristallstruktur Calcit

Die Ca- und CO_3 – Gruppen sind so angeordnet, dass sich eine rhombenförmige Struktur ergibt, nach der alle Calcitkristalle beim Zerschlagen brechen.



Koralle

Diese noch lebende Koralle baut ihr Gerüst aus Calciumkarbonat auf, welches von den darin lebenden Korallenplypen biochemisch aus dem Meerwasser erzeugt wird.



Spaltstücke

Aus einem grösseren Calcitkristall wurden durch Zerschlagen mit einem Hammer dies rhombenförmigen Spaltstücke erzeugt.



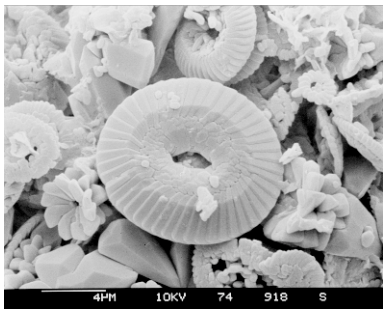
Korallenkalk

Diesem Kalkstein aus der Jurazeit sieht man gut an, dass er im Wesentlichen aus fossilen Korallen aufgebaut ist.



Skaleoneder

Frei wachsende Calcitkristalle wachsen oft in dieser schlanken Pyramidenform, die Skaleoneder genannt wird.



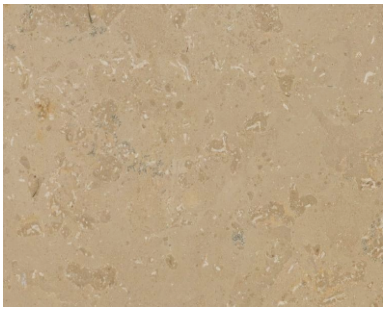
Coccolithenschalen

REM-Aufnahme von Kalkschlamm aus einem Meersbecken. Er besteht aus Schalen von abgestorbenem Plankton, hier von der Familie der Coccolithen. Diese bestehen aus Calcit. Durchmesser der grossen Schale ca. 1/100stel mm.



Blättriger Calcit

Calcit kristallisiert in mannigfachen Formen. Hier plättchenförmige Aggregate, durch etwas Manganbeimenung rosa gefärbt.



Mikritischer Kalkstein

Ein Kalkstein der Jurazeit, der im wesentlich aus feinem Kalkschlamm und einigen Schalenresten grösserer Tiere aufgebaut ist – alles Calcit.



Calcitklüfte

In Kalksteinen und andern calcithaltigen Gesteinen sind die Klüfte und Adern immer mit Calcit gefüllt, der meist weiss ist, durch geringe Eisengehalte aber auch rostbraun gefärbt sein kann.



Schreibkreide

Schreibkreide ist nichts anderes als poröser Kalkstein, der aus wenig verdichteten Massen von Coccolithenschalen besteht – und damit 100% aus Calcit.