

Info: Kristalle und Symmetrie

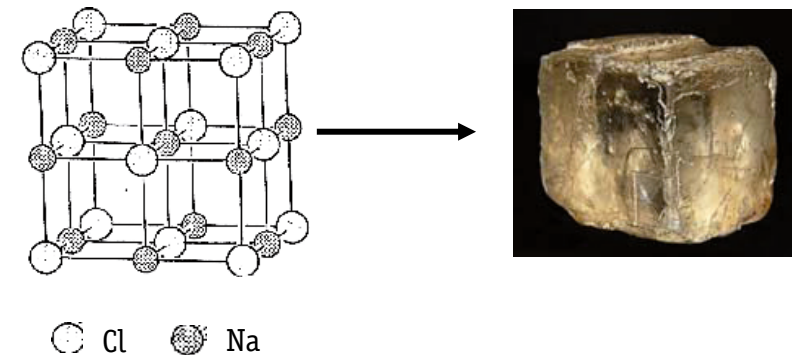
Was die Menschen seit Anbeginn an Kristallen fasziniert hat, ist die Beobachtung, dass diese ebene Flächen ausbilden können. Solche ebenen Flächen erkennen wir beispielsweise am Feldspat, am Quarz, am Magnetit, am Fluorit und am Calcit. Auch die Flächen, die der Kochsalzkristall zeigt, sind natürlich gewachsen und nicht vom Menschen künstlich angeschliffen. Diese äußeren Flächen sind der Ausdruck seiner inneren geordneten Kristallstruktur.

Natürlich gewachsene Kristallflächen zeigen Kristalle dann, wenn sie frei wachsen konnten. So etwas kommt vor, wenn Kristalle wie der Feldspat in einer Gesteinsschmelze beim Abkühlen auskristallisieren. Gut ausgebildete Quarzkristalle, wie z.B. ein Bergkristall oder Amethyst, bilden sich hingegen, wenn diese in Klüften tief in der Erdkruste aus sehr heißen wässrigen Lösungen auskristallisieren.

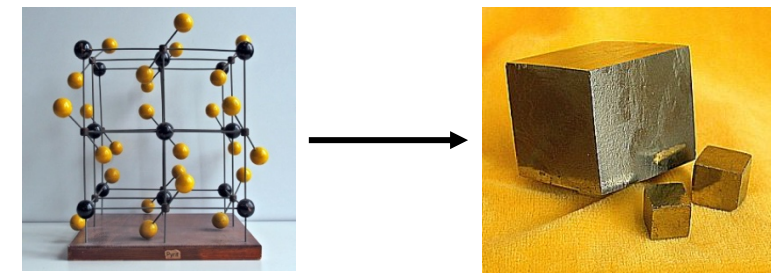
Die Kristallflächen, die ein Kristall zeigt, sind somit Ausdruck seiner inneren atomaren Struktur. Bei gut ausgebildeten Kristallen, wie den Pyriten, dem Granat und dem Kochsalz fällt auf, dass die Flächen alle gleich sind. Der Kochsalzkristall und der Pyrit-Kristall zeigen dabei 6 gleiche Flächen. Der Würfel ist also symmetrisch. Diese äußere Symmetrie der Kristallwürfel ist dabei Ausdruck der inneren Symmetrie der Kristallstruktur.

Symmetrie der äußeren Form eines Körpers bedeutet dabei, dass man diesen drehen oder spiegeln kann und dabei gleiche Flächen zur Deckung kommen. Hält man den Würfel zwischen zwei gegenüber liegenden Ecken, so kann man ihn jeweils um 120° , 240° und 360° drehen, und die Flächen zeigen in exakt dieselbe Richtung wie vor der Drehung. Der Würfel besitzt also das Symmetrieelement einer sogenannten 3-zähligen Drehachse entlang seiner Raumdiagonalen.

Halit (Kochsalz, NaCl)



Pyrit (Katzengold, FeS₂)



Kristallstruktur

bestimmt →

äußere Form

Symmetrieelemente des Fluoritoktaeders

Solch eine 3-zählige Drehachse wie der Würfel des Pyrits hat auch der Oktaeder des Flussspathes. Bei diesem Kristall steht diese dreizählige Achse allerdings senkrecht auf den Oktaederflächen.

Nimmt man diesen Oktaeder so zwischen zwei Finger, dass man ihn über gegenüberliegenden Flächen hält, kann man ihn genau wie den Würfel jeweils um 120° drehen, so dass wieder gleiche Flächen miteinander zur Deckung kommen.

Der Fluoritkristall besitzt aber noch weitere Symmetrieelemente wie 4-zählige Achsen, die durch gegenüberliegende Ecken des Oktaeders gehen. Durch Drehen um jeweils 90° werden die symmetriegleichen Oktaederflächen ineinander überführt.

Neben den 3- und 4-zähligen Achsen besitzt der Fluoritkristall viele 2-zählige Drehachsen. Diese verbinden jeweils die Mitten gegenüberliegender Kristallkanten. Dabei muss der Kristall um jeweils 180° gedreht werden, damit er wieder mit sich selbst zur Deckung kommt.

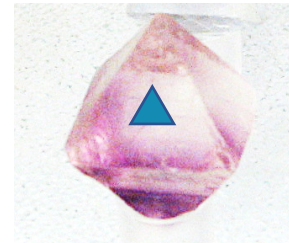
Schließlich besitzt der Fluorit noch Spiegelebenen. Diese verlaufen entlang der Kanten des Kristalls und ausgehend von einer Ecke durch die Mitte der benachbarten Flächen. Eine Spiegelebene „spiegelt“ jeweils eine Hälfte des Oktaeders auf die andere.

Die genannten Drehungen und Spiegelungen werden auch als Symmetrieeoperationen bezeichnet.

Dreizählige Drehachse

Drehwinkel: 120°

Symbol: 3 ▲

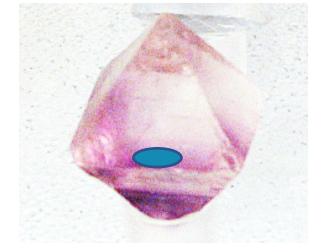


Der Fluoritkristall besitzt 3-zählige Drehachsen auf allen Flächen.

Zweizählige Drehachse

Drehwinkel: 180°

Symbol: 2 ●

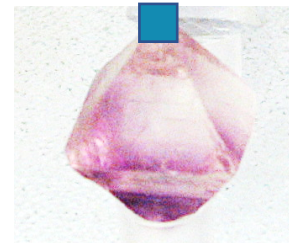


Der Fluoritkristall besitzt 2-zählige Drehachsen auf allen Kanten.

Vierzählige Drehachse

Drehwinkel: 90°

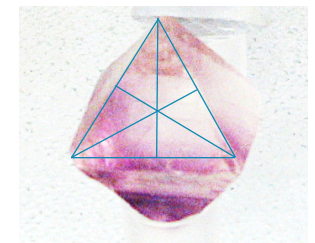
Symbol: 4 ■



Der Fluoritkristall besitzt 4-zählige Drehachsen auf allen Ecken.

Spiegelebene

Symbol: m |



Der Fluoritkristall besitzt Spiegelebenen über alle Kanten und Flächenmitten.

Richtungsabhängigkeit physikalischer Eigenschaften

Dabei ist die Kenntnis der Symmetrieeigenschaften von Kristallen durchaus nützlich. Eine Reihe wichtiger physikalischer Effekte treten nur in ganz bestimmten Richtungen der Kristalle auf.

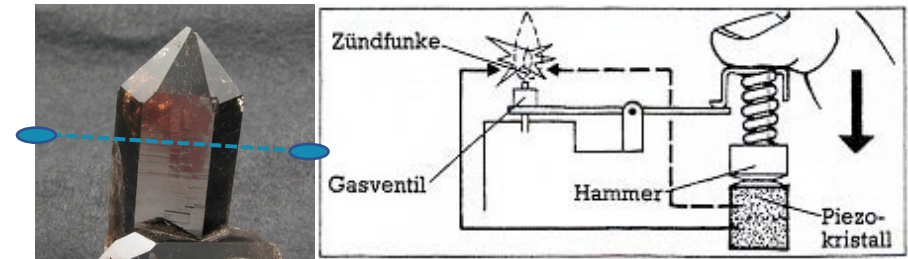
Beim piezoelektrischen Effekt, der z.B. in elektrischen Feuerzeugen Anwendung findet, muss man mit dem Hammer entlang einer ganz bestimmten Richtung auf den Kristall schlagen, damit ein Funke entsteht. Das ist die Richtung der 2-zähligen Achse des Quarzkristalls. Senkrecht dazu würde kein Funke entstehen. Durch den mit dem Hammer ausgeübten Druck wird der Quarzkristall minimal verformt, was zu einer Änderung der Polarisierung und somit zu einer kurzzeitigen hohen Spannung führt. Der sich entladende Funke entzündet dann eine Gasflamme.

Solche Quarzkristalle finden wegen dieses Effektes Anwendung in der Hochfrequenztechnik, der Elektroakustik und der Mikropositionierungstechnologie.

Eine weitere richtungsabhängige Eigenschaft ist der pyroelektrische Effekt. Dieser tritt besonders eindrucksvoll beim Turmalin – einem komplexen Ringsilikat – auf. Kühlt man einen Turmalinkristall, den man in einem Backofen auf 250°C erhitzt hat, auf Raumtemperatur ab, kann man zwischen seinen Enden eine starke elektrische Spannung messen.

Je nach Material führt so selbst eine kleine Temperaturänderung zu einer Spannungsdifferenz, die detektiert werden kann. Empfindliche pyroelektrische Materialien finden damit vor allem Verwendung in der Sensorik – in passiven Bewegungsmeldern und tragbaren Röntgenquellen.

Piezoelektrischer Effekt beim Quarz



Pyroelektrischer Effekt beim Turmalin

