

Reine Krystallographie.

Die Krystalle haben bei vollkommener individueller Ausbildung die Gestalt geometrischer Polyeder und sind demnach von ebenen Flächen umgrenzt, welche untereinander Kanten und Ecken bilden, und mit diesen zusammengenommen die Begrenzungselemente eines Krystalls ausmachen. Für die Anzahl der Begrenzungselemente eines Individuums findet dann das Gesetz $F + E = K + 2$ statt; d. h. die Anzahl der Flächen und die Anzahl der Ecken zusammengenommen übersteigt die Anzahl der Kanten um 2. Unter gleichwerthigen Begrenzungselementen versteht man alle gleichnamigen Begrenzungselemente von gleicher Gestalt, Grösse und Lage.

Die Flächen unterscheidet man durch die in der Geometrie üblichen Namen. Es giebt demnach Drei-, Vier-, Fünf-, Sechs- u. s. w. seite. Die Dreiseite oder Triangel sind entweder gleichseitig, gleichschenkelig oder ungleichseitig, rechtwinklig oder schiefwinklig. Die Vierseite sind entweder Parallelogramme, und zwar als solche Quadrate, Rhomben, Oblonga und Rhomboide, oder Paralleltrapeze, oder Deltoide, oder Trapezoide. Unter den letzteren versteht man meist alle vierseitigen Figuren, welche nicht Parallelogramme und Paralleltrapeze sind, hier werden nur diejenigen noch davon geschieden und Deltoide genannt, welche zweierlei Seiten, zwei gleiche längere und zwei gleiche kürzere in der Art haben, dass je zwei gleiche aufeinanderfolgen, wodurch die eine der zwei möglichen Diagonalen das Deltoide in zwei verschiedene gleichschenkelige Triangel, die andere aber in zwei congruente Triangel theilt. Die letztere Diagonale heisst die symmetrische Diagonale. Die Fünfseite sind an den Krystallen nicht regelmässig, sondern unregelmässig oder symmetrisch nach folgender Art, dass vier aneinanderstossende Seiten gleichlang und verschieden von der fünften, der Hauptseite oder Basis, sind. Je zwei an der Hauptseite anliegende Winkel sind gleich, ebenso auch unter sich die beiden auf diese beiden folgenden, der fünfte Winkel, welcher der Hauptseite gegenüberliegt, ist verschieden von diesen beiden Paaren. Das Perpendikel aus dem Scheitel dieses Winkels auf die Hauptseite, Höhenlinie des Pentagons genannt, theilt dasselbe in zwei congruente Trapezoide. Die Sechseite, Achtseite u. s. w.

sind entweder regelmässig, oder symmetrisch, oder unregelmässig. Symmetrische Polygone haben bei gleichen Seiten abwechselnd gleiche Winkel.

Die Kanten sind untereinander gleichwinklig, oder gleichlang, oder beides zusammengenommen; im letzteren Falle heissen sie gleich. Gleichwinklige Kanten sind solche, deren Kantenwinkel gleich gross sind; gleichlange Kanten sind solche, deren Kantenlinien gleichlang sind, gleiche Kanten haben gleiche Kantenwinkel und gleichlange Kantenlinien. Findet nichts dieser Art Statt, so sind die Kanten ungleich. Der Art nach werden die Kanten als regelmässige, symmetrische und unregelmässige unterschieden. Symmetrische Kanten nennt man die, deren Flächen bei 0° Neigung congruiren, regelmässig nennt man sie, wenn ausser dieser Eigenschaft noch ein im Halbierungspunkt der Kantenlinie auf derselben in der Fläche errichtetes Perpendikel die Fläche in zwei congruente Hälften theilt. Kanten, welche nicht symmetrisch oder regelmässig sind, nennt man unregelmässige. Ist der Kantenwinkel kleiner als zwei Rechte, so sind die Kanten ausspringende, ist er grösser als zwei Rechte, so sind sie einspringende. An einzelnen Individuen kommen nur die ersteren vor.

Die Ecken unterscheidet man zunächst nach der Anzahl der sie bildenden Flächen oder Kanten, daher man sie drei-, vier-, fünf- u. s. w. kantige oder flächige nennt, da der Kanten eben so viele sind als der Flächen. Ecken, welche von gleichen Flächen und gleichen Kanten gebildet werden, nennt man regelmässige, sind dagegen die Kanten nur abwechselnd gleich, so heissen die Ecken symmetrische. Die Unterabtheilungen derselben beziehen sich auf die Anzahl der Kanten. Alle anderen Ecken nennt man unregelmässige.

Jeder Krystall hat als geometrisches Polyeder ein Centrum oder einen Mittelpunkt, d. h. einen Punkt im Innern, von welchem aus gleichwerthige Begrenzungselemente gleichweit entfernt sind; von ihm aus beginnt und wirkt auch die Bildungsfähigkeit der Materie. Alle geraden Linien, welche durch den Mittelpunkt gezogen werden und gleiche Begrenzungselemente verbinden, werden durch denselben halbirt. Unter den vielen möglichen Linien dieser Art werden einige mit dem Namen Axen belegt, und in Bezug auf sie die Lage der Begrenzungselemente, namentlich der Flächen, bestimmt. Man unterscheidet Haupt-, Neben- und Zwischenaxen. Hauptaxe nennt man diejenige Axe, welche durch ihre senkrechte Stellung gegen die Ebene des Horizontes die Stellung des Krystalls bestimmt, und in Bezug auf welche alle Begrenzungselemente symmetrisch vertheilt sind. Die Nebenaxen sind von der Hauptaxe durch die Länge unterschieden und stehen auf derselben senkrecht, so dass sie bei richtiger Stellung der Hauptaxe in horizontaler Lage erscheinen. Zwischenaxen werden die zwischen Haupt- und Nebenaxen liegenden Axen genannt.

Eine jede durch das Centrum gelegte Ebene theilt den Krystall in zwei gleiche

oder ungleiche Theile, und heisst Durchschnitt. Die Gestalt derselben wird durch die Durchschnittslinien mit den Begrenzungselementen des Krystalls bestimmt. Unter den Durchschnitten hebt man einige derjenigen, welche den Krystall in zwei gleiche Hälften theilen, durch besondere Namen hervor, und nennt Hauptschnitte diejenigen, deren Ebenen durch je zwei oder drei Haupt- oder Nebenachsen gelegt sind. Nebenschnitte sind solche Durchschnitte, welche zwischen den Hauptschnitten liegen und in ihrer Lage durch die Zwischenachsen bestimmt werden.

Die Flächen eines Krystalls betrachtet man entweder einzeln, oder nach Paaren, oder nach Systemen. Ein Flächenpaar bilden zwei gleiche an einer Kante liegende, also dieselbe bildende Flächen; ein Flächensystem nennt man die eine Ecke bildenden gleichen Flächen und unterscheidet nach der Zahl der Flächen die Flächensysteme als drei-, vier-, fünf- u. s. w. zählige. In Bezug auf die Lage der Krystallflächen gegeneinander, entweder der einzelnen, oder der Paare, oder der Systeme, unterscheidet man Nebenflächen und Gegenflächen, Nebenpaare und Gegenpaare, Nebensysteme und Gegensysteme. Nebenflächen nennt man je zwei Flächen, welche eine Kante bilden, Gegenflächen je zwei parallele Flächen; Nebenpaare sind solche, bei denen die eine Fläche des einen Paares mit der einen des anderen wieder eine Kante bildet, Gegenpaare sind solche, deren Flächen nicht bloss an parallelen, sondern auch an in einer Ebene liegenden Kantenlinien liegen. Nebensysteme sind solche, wo die Flächen des einen Systems einzeln oder zu mehreren in Kanten aneinandergrenzen, Gegensysteme dagegen sind solche, wo die Scheitelpunkte der von ihnen dargestellten Ecken an den Endpunkten derselben Axe liegen. Flächen endlich, welche parallel einer und derselben geraden Linie liegen, nennt man in einer Zone liegende; ihre Durchschnittslinien untereinander sind untereinander und der erwähnten Linie, der Zonenaxe, parallel.

Die Flächen eines Krystalls, als eines von ebenen Flächen umschlossenen Polyeders, können entweder unter sich gleich oder verschieden sein. Gleiche Krystallflächen sind solche, welche ihrer geometrischen und physischen Beschaffenheit nach keinen Unterschied zeigen, welche also gegen dieselben Axen dieselbe Lage haben. Hierdurch geht der Unterschied zwischen dem Begriff des Krystalls und der Krystallform hervor, indem alle gleichen Flächen eines Krystalls eine Krystallform darstellen, welche demnach als der Inbegriff gleicher Krystallflächen aufzufassen ist. Die Vereinigung zweier oder mehrerer Krystallformen heisst eine Krystallcombination oder zusammengesetzte Krystallform, im Gegensatz zu welcher die Krystallform selbst eine einfache genannt wird. Ein Krystall also stellt eine einfache oder zusammengesetzte Krystallform dar, oder ist mit anderen Worten ein einfacher oder eine Krystallcombination. Ist eine einfache Krystallform

von der Art, dass sie nicht durch ihren Inbegriff der sie darstellenden Flächen einen Raum vollständig begrenzen, also einen Krystall darstellen kann, so heisst sie eine offene oder unendliche; geschlossene oder endliche werden dann diejenigen genannt, deren Inbegriff von Flächen einen Raum vollständig begrenzt.

Die einfachen Krystallformen werden untereinander als Holoeder, Hemieder und Tetartoeder unterschieden. Ist nämlich eine einfache Krystallform von der Art, dass ihre Flächen die halbe Anzahl einer anderen einfachen Krystallform bei völlig gleicher Flächenlage darstellen, so heisst die erstere in Bezug auf diese eine halbzahlige oder ein Hemieder, wogegen diese die vollzählige oder das Holoeder heisst. Ein Hemieder entsteht demnach aus einem Holoeder dadurch, dass die halbe Anzahl der Flächen nach einem bestimmten Gesetz bis zu gänzlichem Verschwinden zurücktritt, und aus jedem Holoeder gehen demnach, je nachdem die eine oder die andere halbe Anzahl der Flächen zurücktritt, zwei völlig gleiche, nur verschieden gegen einander gestellte Hemieder hervor. Entsteht auf dieselbe Weise aus einem Hemieder wieder ein Hemieder, so heisst dieses in Bezug auf das Holoeder eine viertelzählige Form oder ein Tetartoeder, und aus dem Holoeder können demnach vier gleiche nur durch die Stellung verschiedene Tetartoeder hervorgehen. Die Art und Weise der Hemiedrie hängt von den Axen des Krystalls ab.

Alle Krystallformen werden zufolge der Beschaffenheit ihrer Flächen in vier Abtheilungen gesondert, welche Krystallsysteme genannt werden, und ein Krystallsystem umfasst dann diejenigen Krystallformen, deren Flächen zu bestimmten aufgestellten Axenverhältnissen, die sich aus der natürlichen Beschaffenheit der Krystalle ergeben, in übereinstimmenden Verhältnissen stehen. Die Krystallsysteme werden zunächst als dreiaxige und vieraxige unterschieden, der ersteren sind drei, dagegen giebt es nur ein vieraxiges. Bei den dreiaxigen Systemen durchschneiden die drei das System charakterisirenden Axen einander unter rechten Winkeln und nur durch die Längenverschiedenheit wird der Unterschied hervorgerufen, indem die drei Axen entweder untereinander gleichlang, oder so verschieden sind, dass zwei einander gleichlang und verschieden von der dritten sind, oder dass alle drei von verschiedener Länge sind. Die drei hierdurch begründeten Krystallsysteme sind das reguläre, das quadratische und das rhombische. Bei vier Axen liegen drei gleichlange in einer Ebene und schneiden sich je zwei unter Winkeln von 60° , die vierte steht auf allen dreien senkrecht; das hierdurch begründete Krystallsystem ist das hexagonale. Durch die Axen der angegebenen Art wird die Lage der Flächen und auch die Grösse aller einzelnen Theile bestimmt, wie es nach den Regeln der Geometrie mittelst dreier einander rechtwinklig, oder auch schiefwinklig, wie im hexagonalen System, schneidender Linien im Raume geschieht.

So wie die Lage der Flächen durch die aufgestellten Axen bestimmt wird, so giebt auch sie selbst Gelegenheit, die Krystallformen neben den Namen durch eigene Zeichen zu bezeichnen. Um nämlich bei der Darstellung der Krystallformen und bei der Beschreibung der Krystalle selbst kürzer als es durch Worte geschehen kann, und selbst auch um manche schwerfällige Namen in der Darstellung zu vermeiden, die einzelnen Verhältnisse der Krystallformen und sie selbst zu bezeichnen, nahm man zu dem Mittel seine Zuflucht, die Flächen der einfachen Krystallformen und sie selbst als Inbegriff dieser gleichen Flächen, wie es in der Chemie mit den einfachen Stoffen geschieht, durch bestimmte Symbole zu bezeichnen. Doch ist in der Krystallographie diese symbolische Bezeichnung noch nicht zu der Einfachheit gelangt, wie in der Chemie, da die Krystallographen nach ihren verschiedenen Ansichten über die Systeme selbst und nach gewissen individuellen Ansichten über die Güte der Bezeichnung, untereinander verschiedene Symbole für die Krystallformen oder für ihre einzelnen Flächen aufgestellt haben, welche mehr oder weniger kurz und deutlich sind. So bedienen sich Einige einzelner Buchstaben, welche entweder Bezug auf die Formenverhältnisse untereinander haben oder von dem Namen der Krystallform abhängig sind. Erstere Bezeichnung ist der individuellen Willkür oder den jedesmaligen Verhältnissen der Krystallformen zu einander unterworfen und kann daher nicht allgemein sein, die andere dagegen ist wegen der grossen Anzahl synonymen Namen einer und derselben Krystallform nicht durchgreifend und ohne die Berücksichtigung anderer Verhältnisse nicht bezeichnend genug. Noch andere wählen die Flächenlage zur Bezeichnung, und dieses wäre jedenfalls die beste Art der Bezeichnung, weil sie auf etwas Bestimmtes begründet ist, nur weichen in der Art der Bezeichnung die verschiedenen Krystallographen von einander ab, welcher Uebelstand aber weniger fühlbar wird, weil sich sehr leicht die Bezeichnung der einen in die der anderen umändern lässt, indem sie doch auf etwas Gemeinsames, Bestimmtes begründet ist. So erhält jede der Flächen einer einfachen Krystallform dasselbe krystallographische Zeichen, welches mithin auch für die ganze Form selbst dient, und jede Krystallcombination als die Vereinigung mehrerer einfachen Krystallformen wird durch die Summe der einfachen Zeichen bezeichnet, wobei die vorherrschende Form vorangestellt wird.

Bei jeder Krystallcombination nämlich sind die Flächen einer Form vor der oder den anderen vorherrschend und die anderen untergeordnet, so dass die Combination selbst das Gepräge der vorherrschenden Form an sich trägt und in ihrem Totalindruck auf den Beobachter leicht dieselbe erkennen lässt. Durch die Combination selbst, also durch das gleichzeitige Auftreten zweier oder mehrerer einfachen Krystallformen werden die Begrenzungselemente der vorherrschenden Form verändert, und man bezeichnet diese Veränderungen durch die Benennungen: Abstum-

pfung, Zuschärfung und Zuspitzung, die in Kürze folgendermassen erklärt werden können:

Wenn an Statt einer Kante oder Ecke eine Fläche einer anderen Form vorhanden ist, so bildet diese Fläche eine Abstumpfung der Kante oder der Ecke, oder die Kante oder Ecke wird abgestumpft. Die Abstumpfung ist entweder eine gerade oder schiefe, je nachdem die Abstumpfungsfäche gegen die beiden Flächen der Kante oder gegen alle Flächen der Ecke gleich geneigt ist oder nicht; bei schiefer Abstumpfung der Ecke ist die Abstumpfungsfäche auf gewisse zu bestimmende Kanten zuweilen gerade aufgesetzt, d. h. sie hat gegen die beiden diese Kante bildende Flächen gleiche Neigung. — Wenn an Statt einer Kante oder Ecke zwei Flächen einer anderen Form vorhanden sind, so bilden diese beiden Flächen eine Zuschärfung der Kante oder der Ecke, oder die Kante oder Ecke wird zugeschärft. Bei der Zuschärfung der Ecke sind die Zuschärfungsflächen auf Flächen oder Kanten der Ecke gerade oder schief aufgesetzt, je nachdem bei den Flächen die Zuschärfungsfläche mit den beiden zur Fläche gehörigen Kanten gleiche Neigungswinkel bildet, wenn diese Kanten selbst gleich sind, oder je nachdem bei den Kanten die Zuschärfungsfläche gegen beide Flächen der Kante gleicheneigt ist oder nicht. — Wenn anstatt einer Ecke mehr als zwei Flächen einer anderen Form auftreten, so bilden sie eine Zuspitzung der Ecke, welche nach der Anzahl der Flächen der neuen Ecke als eine drei-, vier-, sechs- u. s. w. flächige benannt wird. Die Zuspitzungsflächen sind wiederum entweder auf die Kanten oder Flächen einzeln oder paarweise, gerade oder schief aufgesetzt. Sind die Zuspitzungsflächen paarweise auf eine Kante oder Fläche aufgesetzt, so sind sie jedenfalls schief aufgesetzt; gerade aufgesetzt dagegen ist die Zuspitzungsfläche auf eine Kante, wenn sie mit den beiden Flächen der Kante gleiche Neigungswinkel bildet, auf die Fläche aber, wenn sie bei gleichen zur Fläche gehörigen Kanten mit diesen gleiche Winkel bildet. Bei mehr als zweifachen Combinationen werden dieselben Ausdrücke angewandt, jedoch mit der Bestimmung, dass bei den aus zweierlei oder mehrfachen Flächen zusammengesetzten Begrenzungselementen die Ausdrücke gerade oder schief aufgesetzt sich nur durch das Verhältniss zu gleichen Flächen bestimmen lassen.

Nach diesen vorausgeschickten Bemerkungen über die allgemeinen Verhältnisse und Bestimmungen der Krystallformen möge jetzt die Darstellung der einzelnen Krystallsysteme folgen, in welcher ausser den jedesmaligen in ihnen enthaltenen einfachen Formen auch noch die zweifachen Combinationen angeführt werden, weil mehrfache Combinationen sich aus diesen ergeben, indem die Veränderung und die Lage stets nur auf die Flächen einer Form bezogen und dadurch die Flächen der mehrfachen Combinationen bestimmt werden.