Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 4 (1924)

Heft: 1

Artikel: Über die Messung von Kristalltrachten

Autor: Rittmann, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-6397

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Über die Messung von Kristalltrachten.

Von *A. Rittmann* (Wien).

Schon im Jahre 1783 wurde von Romé de l'Isle beobachtet, daß Kochsalz aus harnstoffhaltiger Mutterlauge in Oktaedern auskristallisiert, während aus reiner, wässeriger Lösung nur Würfel entstehen. Zwei Jahrzehnte später experimentierte N. Leblanc (Lit. 1) mit Alaun und stellte dabei fest, daß diese Substanz bei Überschuß ihrer Base in Würfeln statt in Oktaedern kristallisiert. Damit war der formverändernde Einfluß von Lösungsgenossen erwiesen. Im Jahre 1818 erschien die bedeutende Arbeit von F. S. Beudant (Lit. 2) über die Ursachen von Habitusveränderungen.

Obschon die Habitusforschung interessante Aufschlüsse zu geben verspricht, so sind die Arbeiten auf diesem Gebiete doch sehr spärlich, zu spärlich, um uns die Gesetzmäßigkeiten der Habitusveränderungen zu enthüllen. Eine Arbeit von Retgers, die 1892 erschien, beschränkte sich wie die klassische Arbeit Beudants nur auf qualitative Angaben (Lit. 3).

Der Untersuchung von Trachtänderungen wurden neue Wege gewiesen durch die von F. Becke angegebene Methode der quantitativen Bestimmung der Zentraldistanzen von Kristallflächen, welche zuerst von Hilda Gerhart (Lit. 4) angewendet wurde.

Von Trachten natürlicher Kristalle gibt es ungezählte Beschreibungen, zu denen besonders flächenreiche Spezies, wie Calcit, Pyrit, Quarz u. s. w. das Material geliefert haben; doch fehlen auch hier alle zahlenmäßigen Angaben. — Die ersten quantitativen Resultate über Trachten natürlicher Kristalle gab F. Neugebauer (Lit. 6), der sich ebenfalls der von F. Becke angegebenen Methode bediente, die dann durch H. Tertsch zur Messung von Zinnsteinkristallen etwas abgeändert wurde.

Die spärliche Bearbeitung dieses sicher interessanten Gebietes ist zum Teil wohl auf die Umständlichkeit der Meßmethoden zurückzuführen. Es soll daher im folgenden der

Versuch gemacht werden, eine Meßmethode einzuführen, die mit Hilfe eines einfachen Hilfsapparates zum Theodolitgoniometer rascheres und genaueres Arbeiten zuläßt, als die bisher gebräuchliche.

Nach Hilda Gerhart ist die Zentraldistanz bei zentrisch-symmetrischen Kristallen nichts anderes als der halbe Abstand von Fläche und Gegenfläche, kann also mit Hilfe einer Schubleere direkt gemessen werden (loc. cit., pag. 365). Die Zentraldistanzen zu kleiner oder zu schiefer Flächen errechnet man am besten auf graphischem Wege aus ihrer Breite, die mit einem Maßstab gemessen wird und aus den vorher gemessenen Zentraldistanzen tautozonaler Flächenpaare größerer Ausdehnung. Bei Kristallen ohne Symmetriezentrum oder bei Kristallbruchstücken, bei denen Flächenpaare nicht auftreten, sondern nur Einzelflächen, ist die Schubleerenmessung nicht anwendbar. Ferner ist darauf zu achten, daß selbst bei sehr mäßig verzerrten Kristallen nur drei Flächenpaare mit der Schubleere gemessen werden dürfen. Der Zentralpunkt ist bei unverzerrten, zentrisch-symmetrischen Kristallen der Schnittpunkt aller Ebenen, die zu je einem Flächenpaare parallel sind und den Abstand von Fläche und Gegenfläche halbieren. Bei verzerrten Kristallen schneiden sich diese Mittelebenen nicht mehr in einem Punkte; würden wir also mehr als drei Flächenpaare, durch die der Zentralpunkt bestimmt ist, vermessen, so würde für jedes weitere Flächenpaar eine Verschiebung des Zentrums eintreten. Die natürlichen Verhältnisse des Originalkristalls würden durch die Mittelwertsmessungen verwischt.

H. Tertsch (Lit. 7) benützte zu seinen Messungen an Zinnsteinkristallen keine Schubleere, sondern einen Spitzenzirkel, mit dessen Hilfe er die Längen der Kristallkanten bestimmte. Aus der gnomonischen Projektion konstruierte er unter Zugrundelegung dieser Messungen eine Reihe von Schnitten senkrecht zu den wichtigsten Zonen des Kristalls. Diese Schnitte müssen so gewählt werden, daß in ihnen alle Flächennormalen mindestens einmal enthalten sind. In den Zeichnungen bestimmte er den sogenannten Keimpunkt des Kristalls und maß von diesem aus die Zentraldistanzen der Flächen. Dabei setzte er voraus, daß der Keimpunkt bei rundum ausgebildeten Kristallen mit dem Schwerpunkt, bei aufgewachsenen dagegen mit

dem Fußpunkt der durch die Kristallspitze gelegten Hauptzonenachse in der Aufwachsfläche zusammenfalle.

Die durch direkte Messung oder Konstruktion gefundenen absoluten Zentraldistanzen (ZD. abs.) lassen sich nicht ohne weiteres mit den entsprechenden Größen anderer Kristalle vergleichen. Nach dem Vorschlag von F. Becke rechnet man daher die absoluten Zentraldistanzen in relative Zentraldistanzen um, die unabhängig von der Größe der Kristalle sind. Zu diesem Zwecke bestimmt man durch Eintauchen in eine Flüssigkeit oder, bei bekanntem spezifischem Gewicht, durch Wägen das Volumen des Kristalls und berechnet den Radius einer Kugel gleichen Rauminhalts bei rundum ausgebildeten Kristallen, oder den Radius einer inhaltsgleichen Halbkugel bei aufgewachsenen Kristallen. Diesen Radius (R) nimmt man als Maßeinheit der relativen Zentraldistanzen:

$$\text{ZD rel.} = \frac{\text{ZD abs.}}{R}$$

Bei aufgewachsenen Kristallen läßt sich das Volumen natürlich nicht direkt bestimmen, ohne dieselben von ihrer Unterlage loszulösen. Tertsch errechnet es in diesem Falle durch Addition der Einzelvolumina von Pyramiden, deren Spitzen im Keimpunkt liegen und deren Basen die Kristallflächen sind.

Die Messung ergibt die natürliche, mehr oder weniger verzerrte Form des Kristalls. Durch Berechnung der Mittelwerte aller äquivalenten Kantenmessungen erhält man die Idealform des betreffenden Habitus, Schemakristall genannt, doch darf der Kristall nur mäßig verzerrt sein, sonst stellen sich Unstimmigkeiten ein. Bei starker Verzerrung muß man sich vorerst das Zuviel einer einseitigen Wachstumszunahme wegdenken, bevor man die Idealform berechnet. Während also bei schwach oder gar nicht verzerrten Kristallen der Schemakristall inhaltsgleich mit dem Originalkristall ist, hat die Idealform bei Verzerrungen ein kleineres Volumen als dieser; sie wird Normalkristall genannt.

Alle Bestimmungen von Zentraldistanzen kranken jedoch an einem schweren Übel. Wie wir gesehen haben, gehen sie von der Annahme aus, der Keimpunkt eines Kristalls falle mit dem Schwerpunkt oder einem bestimmten

Punkte der Aufwachsfläche zusammen. In Wirklichkeit ist die Lage des Keimpunktes nur bei deutlich zonierten Kristallen mit einiger Sicherheit festzustellen, während bei homogenen Kristallen alle Anhaltspunkte zu seiner Bestimmung fehlen. Nichts beweist uns, daß die oben erwähnten Annahmen berechtigt sind. Es ist daher am besten, den genetischen Begriff „Keimpunkt" bei Habitusbestimmungen ganz außer Acht zu lassen und sich damit zu begnügen, einen geometrisch konstruierten Koordinatenanfangspunkt als Ausgangspunkt für Trachtenmessungen zu wählen. Wir wollen ihn Nullpunkt nennen, um seine rein geometrische Bedeutung zu unterstreichen. Die von ihm aus gemessenen Normalabstände der Kristallflächen seien Nullpunktdistanzen genannt, wodurch wir den Begriff „Zentraldistanz" ganz auf seine genetische Bedeutung als zahlenmäßigen Ausdruck für die Wachstumsgeschwindigkeit in der Richtung der Flächennormalen beschränken möchten.

Bei der Wahl des Nullpunktes muß auf eine Bedingung geachtet werden: Er muß bei allen miteinander zu vergleichenden Kristallen durch die gleiche Konstruktion bestimmt werden. Auf Beckes ursprüngliche Methode zurückgreifend, schlagen wir ganz allgemein folgende Konstruktion vor, die sich mit dem weiter unten beschriebenen Apparat leicht durchführen läßt:

Man wähle drei der wichtigsten nicht tautozonalen Flächenpaare des Kristalls und bestimme die Lage der drei Ebenen, die zu je einem Flächenpaare parallel liegen und zugleich den Normalabstand von Fläche zu Gegenfläche halbieren. Der Schnittpunkt dieser drei Mittelebenen sei unser Nullpunkt. Er fällt bei nicht verzerrten Kristallen mit dem Schwerpunkt zusammen.

Die Wahl der drei Flächenpaare ändert sich natürlich von Mineral zu Mineral, bei trachtenreichen Spezies sogar von Habitus zu Habitus und muß dem Untersuchenden anheimgestellt bleiben.

Manchmal ist diese Drei-Flächen-Konstruktion nicht durchführbar, so z. B. bei Kristallen ohne Symmetriezentrum, bei denen keine Flächenpaare, sondern nur Einzelflächen auftreten. In diesem Falle bilde man aus vier nicht tautozonalen Einzelflächen ein Tetraeder und nehme dessen Schwerpunkt als Nullpunkt an. Noch häufiger muß bei prismatischen Kristallen, die an einem Ende aufgewachsen waren, auf die

Drei-Flächen-Konstruktion verzichtet werden, da hier nur in der Prismenzone Flächenpaare vorhanden sind, während zu allen Endflächen die Gegenflächen fehlen. Durch die Mittelebenen zweier Flächenpaare der Prismenzone wird eine Schnittgerade parallel der Prismenachse bestimmt, auf der der Nullpunkt liegen muß. Nach Becke kann man in diesem Falle den Nullpunkt mit dem Fußpunkt der Schnittgeraden in der Aufwachsfläche zusammenfallen lassen. Die eigentliche Drei-Flächen-Konstruktion kommt also hauptsächlich bei rundum ausgebildeten Kristallen mit Symmetriezentrum in Betracht, sowie bei aufgewachsenen Kristallen, wenn diese auch am unteren Ende noch einige Flächen aufweisen, was hauptsächlich bei nicht prismatischen Trachten der Fall ist.

Die gemessenen Nullpunktdistanzen sind wie die absoluten Zentraldistanzen bei Kristallen verschiedener Größe nicht direkt miteinander vergleichbar. Auch sie müssen zu diesem Zwecke in relative Nullpunktdistanzen, deren Werte unabhängig von der Größe der Kristalle sind, übergeführt werden, indem man sie durch eine von Kristall zu Kristall, entsprechend dessen Größe, variierende Maßeinheit dividiert. Als solche wählte man, wie wir oben gesehen haben, den Radius einer Kugel (freie Kristalle) oder Halbkugel (aufgewachsene Kristalle), die mit dem zu messenden Kristall inhaltsgleich ist. Hier zeigen sich jedoch in der Praxis häufig Schwierigkeiten, denn die Volumenbestimmung erfordert vollständige Kristalle. Nur wenige Kristalle dürften dieser Anforderung genügen, da sie durch Verletzungen, Eindrücke anderer Mineralien u. s. w. häufig Volumendefekte aufweisen, wodurch der Einheitsradius zu klein wird im Vergleich zu den gemessenen Nullpunktdistanzen.

Tertsch umging diese Schwierigkeit in einigen Fällen dadurch, daß er als Maßeinheit die absolute Zentraldistanz bestimmter Flächen benützte (z. B. von (110) beim Zinnstein). Er nennt die so gewonnenen Werte reduzierte Zentraldistanzen. Es empfiehlt sich, seinem Beispiele zu folgen und das Mittel der absoluten Nullpunktsdistanzen derjenigen Flächen, die uns bereits zur Festlegung des Nullpunktes gedient haben, als Maßeinheit für die relativen Nullpunktdistanzen zu verwenden. So ist auch hier die Bedingung erfüllt, daß alle miteinander zu vergleichenden Werte auf dieselbe Art bestimmt werden.

Die Methode der Kanten- und Flächenmessungen mit Hilfe des Spitzenzirkels ist sehr umständlich und zeitraubend und dürfte bei kleinen Kristallen überhaupt versagen. Die Verwendung eines Apparates, der die Nullpunktdistanzen direkt zu messen gestattet, ist daher bei weitem vorzuziehen.

An jedes zweikreisige Goniometer kann ein schwach vergrößerndes Mikroskop angebracht werden, das mit Hilfe eines Okularmikrometers Nullpunktdistanzmessungen ermöglicht. Dieses besondere Meßinstrument sei Habitometer genannt.[1]) Es muß am Theodolitgoniometer so angebracht werden, daß seine optische Achse senkrecht zur Bissektrix zwischen Kollimator und Fernrohr steht und genau auf den Schnittpunkt der verlängerten Drehachsen der beiden Teilkreise gerichtet ist. Die Kristallflächen liegen dann im Moment der Messung parallel zur optischen Achse des Habitometers, erscheinen also in maximaler Verkürzung als Gerade, deren Abstand vom Achsenschnittpunkt des Goniometers mit dem Mikrometer gemessen wird. Zur genauen Fokussierung ist das Habitometer mit einem Hebel versehen, der in Anbetracht der geringen Tiefenschärfe des Mikroskops eine genaue Einstellung auf die dem Beobachter zunächstliegende Kante der Kristallfläche ermöglicht. Unterläßt man diese Einstellung, so entsteht wegen der Konvergenz der vom Objekt herkommenden Strahlen ein Beobachtungsfehler, der proportional zur gemessenen Nullpunktdistanz (d') und zum Abstand (a) der dem Beschauer zugekehrten Kristallkante von der Ebene scharfer Einstellung und umgekehrt proportional zum Objektabstand (s) des Habitometers ist. Die wirkliche Nullpunktdistanz (d) ist demnach:

$$d = d' - \frac{a \cdot d'}{s}$$

Bei nur annähernd scharfer Einstellung wird a gegenüber s so klein, daß der Fehler vernachlässigt werden darf.

Bei der Justierung des Kristalls muß dafür gesorgt werden, daß sein Nullpunkt mit dem Schnittpunkt der Drehachsen des Goniometers zusammenfällt. Wir bringen eine

[1]) Ein solches Habitometer wurde auf Wunsch des Verfassers von C. Leiß auch an dem früher beschriebenen Universalmeßinstrument angebracht (Vgl. Lit. 8).

wichtige Kristallfläche in die Meßlage und verschieben mit Hilfe des zu ihr quer stehenden Kreuzschlittens den Kristall so, daß der Abstand dieser Fläche von ihrer Gegenfläche durch den in der Mitte des Okularmikrometers befindlichen Nullstrich halbiert wird. Dasselbe geschieht mit dem zweiten Flächenpaar durch Bewegung des anderen Kreuzschlittens. Um diese Justierung auch für ein drittes Flächenpaar zu ermöglichen, muß der Kristall durch eine besondere Vorrichtung am Justierkopf hoch und tief gestellt werden können. Bei gewissen Theodolitgoniometern läßt sich der ganze, den φ-Teilkreis tragende Teil verschieben, was zur Justierung des Nullpunktes ebenfalls genügt. Nullpunktdistanzen können aber mit dieser Vorrichtung allein nicht gemessen werden, da die Bewegungsrichtung nur für die Fläche $\varrho = 0$ mit der Flächennormalen zusammenfällt.

Das Sehfeld des Habitometers hat nur etwa 12 mm Durchmesser; langprismatische Kristalle können daher nicht vollständig justiert werden, ohne daß ihre Kopfenden aus dem Sehfeld herausragen, was natürlich die Messung verunmöglicht. In diesem Falle zentriere man den Kristall in Bezug auf zwei Flächenpaare der Prismenzone und wähle einen Punkt im beliebigen Abstand (a) oberhalb des wirklichen Nullpunktes auf der Schnittgeraden der beiden Mittelebenen als Koordinatenanfangspunkt und messe von diesem aus die Flächenabstände (d'). Aus diesen Größen und dem Positionswinkel ϱ ergibt sich die Nullpunktdistanz (d) nach der Formel:

$$d = d' + a \cdot \cos \varrho$$

Die Lage im Raum jeder einzelnen Fläche ist durch die beiden Positionswinkel φ und ϱ und durch die Nullpunktdistanz d entsprechend den Verhältnissen am Originalkristall eindeutig bestimmt. Die relativen Nullpunktdistanzen der Einzelflächen geben daher ein genaues Bild allfälliger Verzerrungen. Die Idealform, der Schemakristall, ist durch die Mittel äquivalenter Nullpunktdistanzen bestimmt. Bei dieser Mittelwertbildung ist jedoch auf folgendes zu achten: Häufig tritt nur ein Teil der durch die Symmetrieverhältnisse des Kristalls bedingten Einzelflächen auf. Würde man die fehlenden Flächen nicht in Rechnung ziehen, so würde das Mittel der Nullpunktdistanzen zu klein ausfallen. Man nimmt daher an ihrer Stelle virtuelle Flächen an, die als

Tangentialebenen an die Ecken und Kanten des Kristalls gedacht werden. Die virtuellen Nullpunktdistanzen entsprechen also dem Grenzfalle des Verschwindens der Flächen aus der Kombination. Sie lassen sich mit dem Habitometer leicht bestimmen, indem man den Kristall in die durch die Positionswinkel der fehlenden Fläche bestimmte Meßlage bringt und direkt die Nullpunktdistanz der Ecke oder Kante mißt, die bei tatsächlichem Auftreten der Fläche abgestumpft würde.

Erwähnt sei noch, daß eine Habitometereinrichtung für größere Kristalle sehr leicht an einem Anlegetheodolitgoniometer anzubringen ist. Der Taster des Instrumentes muß lediglich mit einem genauen Millimetermaßstab versehen werden, dessen Marke auf Null steht, wenn der Taster so weit hineingeschoben ist, daß die Tastfläche in den Schnittpunkt der beiden Drehachsen des Instrumentes zu liegen kommt. Die Justierung des Kristalls und die Messungen der Nullpunktdistanzen erfolgen nach genau derselben Methode, wie wir sie oben für kleine Kristalle kennen gelernt haben.

Angeführte Literatur.

1. N. Leblanc: Cristallotechnie. Paris 1802.
2. F. S. Beudant: Recherches sur les causes, qui déterminent les variations des formes cristallines d'une même substance minérale. Annales des Mines. Paris 1818.
3. Retgers: Zeitschrift für physikalische Chemie, 9, 298, 1892.
4. Hilda Gerhart: Über die Veränderungen der Kristalltracht von Doppelsulfaten durch den Einfluß von Lösungsgenossen. Tschermaks Min. petr. Mitt. XXIV. 359. Wien 1906.
5. F. Zirkel: Zur Literatur über die Ursachen der abweichenden Kristalltracht. Notiz. Tschermaks min. petr. Mitt. XXV, 351. Wien 1906.
6. F. Neugebauer: Die Kristalltracht von einfachen Kristallen und Karlsbader Zwillingen des Orthoklases. Tschermaks min. petr. Mitt. XXV. 413, Wien 1906.
7. H. Tertsch:. Kristalltrachten des Zinnsteins. Denkschrift der mathem. naturw. Abt. der Ak. d. W. Bd. LXXXIV. Wien 1908.
8. A. Rittmann: Neukonstruktion eines mineralogisch-petrographischen Universalinstrumentes. Eclogae geolog. Helvetiae. XVIII. Nr. 2. Basel 1923.