



Elemente der Mineralogie

Naumann, Carl Friedrich

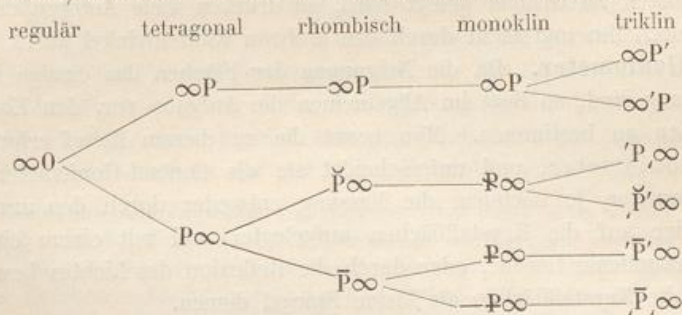
Leipzig, 1901

7. Messung der Krystalle.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-84232](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-84232)

Weissbleierz. — Bei dem thatsächlich monoklinen Glimmer ist der Polkantenwinkel der Pyramide $= 120^{\circ} 47'$, so dass wenn ∞P vorwaltend hinzutritt, ein dem regelmässigen Sechseck sehr genäherter Querschnitt erscheint; nebenbei ist der Winkel β nahe 90° und deshalb die Basis fast horizontal.

Das Vorstehende lässt sich auch umgekehrt verdeutlichen, indem in Betracht gezogen wird, wie eine höher symmetrische Form sich als combinatorische Grenzgestalt von Formen geringerer Symmetrie ergeben würde. Das reguläre Rhombendodekaëder ∞O wird z. B. von 12 Flächen begrenzt, welche in folgender Weise 2 tetragonalen, 3 rhombischen, 4 monoklinen und 6 triklinen Formen entsprechen:



7. Messung der Krystalle.

§ 49. **Beständigkeit der Kantenwinkel.** Wenngleich bei den Krystallen sowohl die allgemeine Form, als auch die Figur und Beschaffenheit ihrer Flächen den mannigfaltigsten Abweichungen von der bisher vorausgesetzten Regelmässigkeit unterworfen sind, und dadurch die Linear-Dimensionen im hohen Grade schwankend werden müssen, so sind doch ihre Angular-Dimensionen und namentlich ihre Kantenwinkel in der Regel als constante Elemente zu erkennen (vgl. § 8), weil die relative Lage und gegenseitige Neigung ihrer ebenen Flächen durch jene Unvollkommenheiten in der Regel nicht gestört wird. Aus diesem sehr wichtigen Grundgesetz der Krystallographie folgt, dass die Kantenwinkel die einzigen sicheren Beobachtungselemente abgeben, welche der Berechnung aller übrigen Elemente einer Krystallform zu Grunde gelegt werden müssen.

Bei den nicht regulären Mineralien können allerdings die Kantenwinkel einer und derselben Form etwas verschieden gefunden werden, wenn sie bei bedeutend verschiedenen Temperaturen gemessen werden (§ 132). Diese Aenderungen sind jedoch so unerheblich, dass sie bei den gewöhnlichen Messungen vernachlässigt werden können. Wichtiger sind die permanenten Verschiedenheiten der Angulardimensionen, welche in verschiedenen Varietäten einer und derselben Mineralart durch ein Schwanken der chemischen Zusammensetzung, insbesondere durch das Eintreten isomorpher Bestandtheile herbeigeführt werden. Das Gesetz von der Beständigkeit der Kantenwinkel ist zuerst von dem Dänen *Nicolaus Steno* im Jahre 1669 erkannt und 1783 von *Romé de l'Isle* bestimmter formulirt worden¹⁾.

Unter dem Winkel einer Kante verstehen wir übrigens denjenigen Winkel, welchen ihre beiden Flächen einwärts im Krystall, oder nach innen zu bilden. Je stumpfer dieser Winkel ist, desto stumpfer, je spitzer er ist, desto schärfer

1) »Les faces d'un cristal peuvent varier dans leur figure et dans leurs dimensions relatives; mais l'inclination de ces mêmes faces est constante et invariable dans chaque espèce« (Cristallographie T. I, p. 93).

wird die Kante sein. Diese Bestimmung entspricht der gewöhnlichen und allgemein hergebrachten Bedeutung sowie der grösseren Anschaulichkeit. *Miller* definirt den Winkel einer Kante als das Supplement dessen, was man gewöhnlich darunter versteht, oder als denjenigen Winkel, welchen die Normalen beider Flächen gegen die Kante hin bilden. Hiernach wird das Winkelmaass einer Kante desto stumpfer, je schärfer sie ist, und umgekehrt (vgl. S. 24). Da dieser Normalenwinkel bei der Messung mit dem Reflexions-Goniometer direct erhalten und auch bei Berechnungen zu Grunde gelegt wird, so drücken viele Autoren die Flächenneigungen durch ihn und nicht durch den wahren Kantenwinkel aus.

§ 50. **Goniometer.** Da die Neigungen der Flächen das einzige Object der Krystallmessung sind, so liegt im Allgemeinen die Aufgabe vor, den Kantenwinkel zweier Flächen zu bestimmen. Man nennt die zu diesem Behuf erfundenen Instrumente Goniometer, und unterscheidet sie als Contact-Goniometer und Reflexions-Goniometer, je nachdem die Messung entweder durch den unmittelbaren Contact zweier auf die Krystallflächen aufgelegter und mit einem eingetheilten Halbkreis verbundener Lineale, oder durch die Reflexion des Lichtes bewerkstelligt wird, wobei die Krystallflächen als kleine Spiegel dienen.

Die Contact- oder Anlege-Goniometer (zuerst 1783 von *Carangeot* angegeben), welche nur bei etwas grösseren Krystallen und für solche Winkel anwendbar sind, deren Kantenlinie wirklich ausgebildet ist, erweisen sich in ihren Resultaten so wenig genau, dass sie nur bei den ersten vorläufigen Messungen, oder auch subsidiarisch in solchen Fällen benutzt werden, wo die Reflexions-Goniometer nicht gebraucht werden können. Bei ihrer Anwendung muss die Ebene der beiden scheerenartig verbundenen Lineale oder Schienen allemal senkrecht auf der zu messenden Kante des zwischen denselben eingefügten Krystalls stehen. Der auf dem Theilkreis abgelesene Winkel entspricht natürlich dem wahren Kantenwinkel.

Die Reflexions-Goniometer, zuerst von *Wollaston* 1809 angegeben, setzen zwar ebene und glatte, nach den Gesetzen der Planspiegel reflectirende Krystallflächen voraus, sind aber vorzugsweise bei kleineren Krystallen und auch für solche Winkel brauchbar, deren Flächen nicht unmittelbar zum Durchschnitt kommen; sie gewähren bei zweckmässigem Gebrauch Resultate, welche bis auf 4' genau sind, und verdienen daher in den allermeisten Fällen den Vorzug vor den Contact-Goniometern. — Sie bestehen wesentlich aus einem Vollkreis (Limbus), dessen Theilung sich durch einen Nonius bis auf einzelne Minuten fortsetzt, und an dessen Axe der Krystall mit etwas Wachs so befestigt wird, dass beide Flächen der zu messenden Kante parallel sind der Drehungsaxe. Beobachtet man nun z. B. das Spiegelbild eines etwas entfernten Gegenstandes (oder einer Lichtflamme im Dunkeln) erst auf der einen Krystallfläche, und dreht dann den Kreis um seine Axe so lange, bis dasselbe Bild auch von der zweiten Krystallfläche reflectirt wird, während zugleich die Bedingung erfüllt ist, dass der reflectirte Lichtstrahl bei beiden Beobachtungen genau dieselbe Lage behauptet, so wird der Drehungswinkel des Kreises (nicht den gewöhnlich so genannten Kantenwinkel, sondern) unmittelbar das Supplement des gemessenen Winkels, den Normalenwinkel der betreffenden Kante, geben. Damit der gespiegelte Gegenstand sowie das beobachtende Auge beide während der Messung dieselbe Stellung beibehalten, gehen sowohl das

einfallende als das reflectirte Licht bei den besseren neueren Instrumenten durch je ein Fernrohr (Einlass- oder Collimator- und Ocular- oder Beobachtungsfernrohr), welche den Gang des Lichtes vorschreiben; beide bilden einen stumpfen Winkel und kehren ihr Objectiv dem Krystall zu. — Während bei den meisten älteren Instrumenten der Theilkreis vertical steht, also die zu messende Kante horizontal zu liegen kommt (System von *Wollaston*), gibt man neuerdings den Goniometern mit horizontalem Theilkreis und senkrechter Drehungsaxe (System von *Malus* oder *Babinet*) meist den Vorzug. Die letztere, mehr stabile Construction gestattet auch die Messung grösserer und schwererer Krystalle sowie die Verwendung des Instruments zur Bestimmung von Brechungsquotienten. — Die zu messende Krystallkante muss centrirt sein, d. h. genau in der Verlängerung der Limbusaxe liegen, anderseits muss sie justirt, d. h. parallel sein der Umdrehungsaxe des Limbus, senkrecht zu seiner Ebene und zu der durch die Fernrohre gelegten Ebene.

Die Centrirung und Justirung wird bewerkstelligt durch eine, sowohl die Parallelverschiebung als die Neigung der Krystallkante in zwei zu einander senkrechten Ebenen gestattende doppelte Schlittenvorrichtung, welche auf einer durch den Mittelpunkt des Theilkreises hindurchgehenden beweglichen, aber jederzeit durch Schrauben zu befestigenden Axe sitzt, und auf welcher der Krystall fixirt wird. — In dem genau auf die Drehaxe gerichteten Einlassfernrohr befindet sich ein durch eine Lampe beleuchtetes sog. Signal im Brennpunkt einer Linse, wodurch die austretenden Lichtstrahlen parallel gemacht werden. Als Signale, deren von der Krystallfläche reflectirte Bilder eine genaue Einstellung auf das Fadenkreuz des Beobachtungsfernrohrs gestatten, dienen an Stelle des früheren, im hellen Felde befindlichen Fadenkreuzes ein in seiner Weite durch eine Schraube verstellbarer geradliniger Spalt mit parallelen Wänden, oder der in seiner Mitte sich verengernde sog. *Websky'sche* Spalt (erzeugt durch zwei, vor einer kreisrunden Öffnung angebrachte, kreisförmige geschwärzte Metallscheiben, welche ebenfalls durch eine Schraube verschiebbar sind), oder das sog. *Schrauf'sche* Signal, ein unter 45° gerichteter Kreuzspalt, in dessen Mitte sich ein senkrecht kleines Fadenkreuz befindet. — Das Beobachtungsfernrohr mit Fadenkreuz kann durch eine vorzuschlagende Loupe in ein schwach vergrösserndes Mikroskop umgeändert werden. — Fällt die Axe einer Zone am centrirten Krystall mit der Drehungsaxe des Reflexionsgoniometers zusammen, so müssen, wenn der Krystall um 360° gedreht wird, die Reflexe eines Lichtpunkts auf allen Flächen der Zone sich der Reihe nach auf dem gleichen Wege durch das Sehfeld bewegen, und zwar in einer auf der Axe senkrechten Ebene. Ist das Goniometer mit einem Fernrohr versehen, so wandern die Reflexe der Reihe nach durch dessen Fadenkreuz und daran lässt sich erkennen, ob eine Anzahl von Flächen, welche sich vielleicht überhaupt nicht in Kanten schneiden, in der That unter einander eine Zone bildet, oder nicht.

Verfahren bei der Messung. Nachdem der Krystall auf das obere Ende der die Schlittenvorrichtung tragenden verticalen Axe mit Wachs aufgeklebt und in das Niveau des mit Loupe versehenen Beobachtungsfernrohrs gebracht ist, wird die zu messende Kante vermittle der Schlitten centrirt und justirt. Nur wenn bei einer theilweisen Umdrehung der den Krystall tragenden Axe diese Kante stets mit dem verticalen Faden des Fadenkreuzes zusammenfällt, können diese Operationen als genügend richtig ausgeführt gelten. Alsdann wird mittels einer Schraube die bisher drehbare Axe festgestellt, so dass der Krystall sich nur mit dem Theilkreis zugleich zu drehen vermag. Im dunkeln Raum wird darauf der Spalt durch eine Lampe beleuchtet und die Messung der Winkel durch Umdrehung des Theilkreises und Ablesung der Einstellung am Nonius vollzogen. Sind die Flächen nicht völlig eben, etwas matt oder zu klein, so reflectirt der Spalt nicht einfach und scharf, sondern mehrfach und verschwommen.

In Fig. 240¹⁾ ist *C* der Träger des Collimators; die mit Griffen versehene Scheibe *f* dient zur Drehung des Theilkreises, das Mikrometerwerk *aF* zur Klemmung bzw.

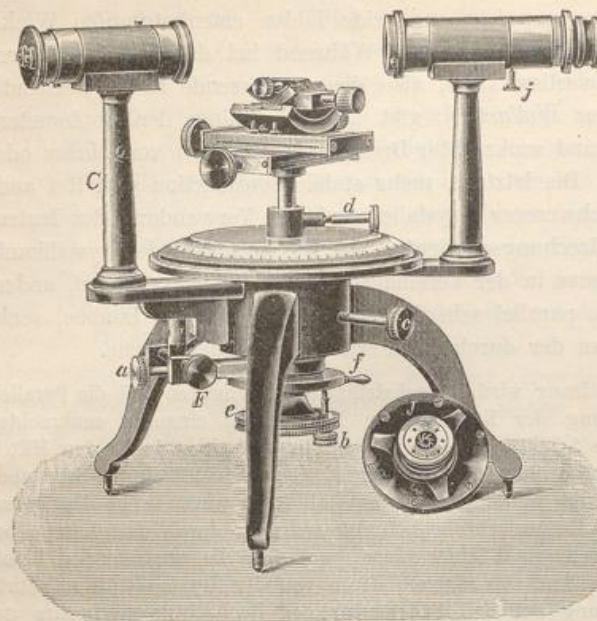


Fig. 240.

Feinbewegung derselben. Mittels der Schraube *e* wird die Krystallträgeraxe auf- und abwärts bewegt, mittels der Schraube *b* dieselbe in erforderlicher Höhe mit dem Theilkreis fest verbunden. Das Fadenzkreuz des Beobachtungsfernrohrs kann durch die Schraube *j* nachjustirt werden. *J* ist eine Irisblende, welche durch *j* eingestellt wird.

Die neuerdings mitunter benutzten zweikreisigen oder Theodolitgoniometer sind nach dem Princip der Ortsbestimmung von Flächenpolen durch zwei Winkelkoordinaten construirt.

8. Gesetzmässige Verwachsung der Krystalle.

a) Parallelverwachsung gleichartiger Krystalle.

§ 54. **Erscheinungsweise.** Oefters findet man gleichgestaltete Krystalle einer und derselben Substanz in völlig paralleler Stellung, d. h. so mit einander

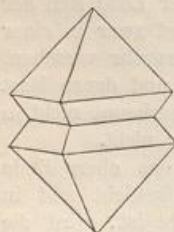


Fig. 241.

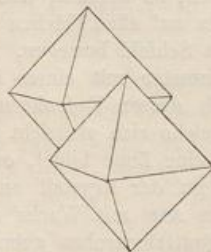


Fig. 242.

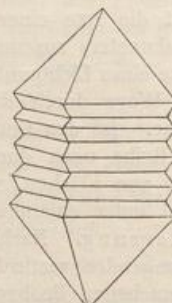


Fig. 243.

verwachsen, dass die krystallographischen Axen und Begrenzungselemente des einen Individuums den entsprechenden Axen und Begrenzungselementen des anderen parallel sind. Eine solche Verwachsung muss daher auch symmetrisch sein mit Bezug auf irgend eine Fläche, welche eine

S.-E. für jedes Individuum ist. Die Vereinigung kann dabei nach dieser oder nach einer anderen Fläche stattfinden. Fig. 241 und 242 zeigen 2 Oktaëder in vollkommen paralleler Stellung und symmetrisch in Bezug auf die Würfel Fläche; aber die beiden Individuen sind im ersten Falle auch mit dieser, im letzteren mit einer Oktaëderfläche zusammengewachsen. — Häufig sind zahlreiche Individuen so mit

¹⁾ Abbildung des Modells IV a der Firma *R. Fuess* in Steglitz.