

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Ueber das Grundgesetz der Kristalle.

Von **C. Viola.**

Mit 3 Textfiguren.

Ich denke, niemand zweifelt mehr daran, daß das Gesetz der rationalen einfachen Indizes (HAÛY'sches Gesetz auch Grundgesetz der Kristalle genannt) ein Erfahrungsgesetz sei¹. Man muß sich allerdings verständigen über einen wichtigen Punkt der Frage, nämlich über das, was eigentlich die Erfahrung uns zu bieten vermag.

Diejenigen Orte eines Kristalls, welche durch das Gesetz der einfachen rationalen Indizes berechnet werden, fallen niemals mit denjenigen Orten zusammen, welche durch die direkte Messung auf einem Kristall gewonnen werden. Zwischen denselben bleibt stets eine Differenz, die nicht zu vernachlässigen ist; sie beträgt oft mehrere Minuten und nicht selten auch Grade. Wenn aber verschiedene Kristalle einer Substanz betrachtet werden, welche unter verschiedenen Bedingungen gewachsen sind, dann wird das wahrscheinlichste Mittel jener Differenzen beträchtlich kleiner, und man kann es so klein werden lassen, als man nur will, wenn nur die Anzahl der in Betracht zu ziehenden Kristalle genügend groß wird; dasselbe wird aber nie Null. — Der Umstand daher, daß mit der Zunahme der Beobachtungen das wahrscheinlichste Mittel der Differenzen kleiner und kleiner werden kann, ohne irgendwelche angebbare Grenze, spricht dafür, daß im Kristall bestimmte konstante, nicht weit entfernt von den rationalen Orten, liegende Orte vorhanden sein müssen, um welche herum die Kristallflächen zur Ansbildung gelangen, wie immer auch die äußeren Bedingungen der Kristallisation, innerhalb enger Grenzen, sein

¹ Das habe ich in meinem Buche „Grundzüge der Kristallographie Leipzig 1904“, Kap. VI, deutlich ausgesprochen.

mögen. Es ergibt sich, daß diese konstanten Orte um so besser von Kristallflächen besetzt werden, je einfacher ihre Indizes sind. Das ist das Ergebnis der Erfahrung.

Aus demselben wird gefolgert, daß wenn man eine ideale Gestalt, eine Grundgestalt, konstruiert, welche sich als die wahrscheinlichste Mittelgestalt von einer unendlichen Anzahl von Gestalten darstellt, eine solche ideale Grundgestalt dem HAÛY'schen Gesetz vollkommen genügen würde.

Es ist einleuchtend, daß dieser Schluß eigentlich eine Abstraktion der Erfahrung, nicht die Erfahrung selbst ist, da wir das Gesetz auf Gestalten anwenden, welche in der Natur nicht vorhanden, und so vollkommen sind, daß sie streng genommen auch nicht aus den von der Natur gelieferten Gestalten gewonnen werden können. — Es ist aber bezeichnend, daß eine solche Abstraktion nicht sehr weit von der Erfahrung abweicht, so daß sie eigentlich in das Gebiet der Wahrscheinlichkeit zu liegen kommt, da, wenn die Anzahl der Beobachtungen immer wächst, das Ergebnis der Erfahrung immer mehr konvergiert.

Nicht sehr verschieden davon verhalten sich andere physikalische Gesetze. So ist das GAY-LUSSAC-MARIOTTE'sche Gesetz allerdings ein Erfahrungsgesetz; um aber zu demselben zu gelangen, muß man von einem gewöhnlichen natürlichen Gas abstrahieren, und sich ein Gas in einem solch vollkommenen idealen Zustand denken, wie er in der Natur nicht möglich ist. — Auch die FRESNEL'schen Gesetze der Lichtfortpflanzung in den Kristallen sind bekanntlich Erfahrungsgesetze, da sie durch die Erfahrung geprüft werden. Wollen wir sie aber gewinnen, so müssen wir uns einen Äther im Kristall denken, der in der Natur streng genommen nicht vorliegt usw. Wir kommen zu dem HAÛY'schen Gesetz zurück.

Wir haben also gesagt, daß das Grundgesetz zwar ein Erfahrungsgesetz sei, da aber die von der Natur gelieferten Gegenstände nicht so vollkommen sind, wie das Gesetz verlangt, so sind wir auch nicht imstande das Gesetz direkt durch die Erfahrung zu erhalten. — Es bleiben dann nur zwei Wege übrig: entweder müssen wir uns damit begnügen, das Grundgesetz bei den Kristallen nur so weit gelten zu lassen, wie die kleinen Differenzen zeigen, indem wir dadurch dem von der Erfahrung gelieferten Ergebnis treu bleiben; oder aber schreiben wir dem Kristall gewisse Bedingungen zu, außer derjenigen der Homogenität, welche in der Natur nicht mit aller Strenge vorliegen. Schlagen wir den letzten Weg ein, so werden die Bedingungen für einen idealen Kristall derart gewählt werden müssen, daß sie der Erfahrung so nahe als nur möglich kommen, und durch die Erfahrung geprüft werden können, bis auf sehr kleine Größen.

Indem BRAVAIS von der Homogenität des Kristalles ausging, konstruierte er ein Rauggitter im Kristall, in dessen Knoten homologe Punkte sitzen, welche entweder Moleküle oder Molekülgruppen tragen. Wenn nun dem Kristall eine Struktur zugeschrieben wird, wie das Rauggitter es verlangt, so wird dadurch manche Erscheinung erklärt. — Erstens ergibt sich aus dem Rauggitter, daß die Ebenennetze desselben um so mehr von Molekülen besetzt werden, je kleinere rationale Indizes sie erhalten können; zweitens ergibt sich dadurch auch das Grundgesetz selbst. Es ist aber sonderbar, daß gerade diejenigen Flächen, welche recht große Indizes bekommen, und gewöhnlich Vizinalflächen genannt werden, mit solchen Ebenennetzen des Rauggitters zusammenfallen, die von den Molekülen selten besetzt sind; es ist sonderbar, daß gerade die Vizinalflächen am meisten bei den Kristallen zur Ausbildung gelangen, während sie nach der Theorie von BRAVAIS selten auftreten sollten. Will man durchaus die Theorie von BRAVAIS mit der Erfahrung in Zusammenhang bringen, so wird man eine fernere Hypothese hinzusetzen müssen, wie ich bereits gezeigt habe¹. Die Hypothese BRAVAIS' steht noch mit einer wichtigen Erscheinung im Einklang, nämlich mit derjenigen der Spaltbarkeit der Kristalle; aber dieser Einklang wird erreicht, wenn die Hypothese BRAVAIS' mit einer ferneren Hypothese verbunden wird, die erst von L. SOHNCKE² richtig ausgearbeitet worden ist, denn aus der Annahme BRAVAIS' allein folgt, daß alle Kristalle Spaltbarkeit besitzen müssen, was mit der Erfahrung nicht übereinstimmt.

Die Hypothese BRAVAIS' ist eigentlich eine Modifikation der Struktur HAÛY's, welche die erstere weit überwiegt, indem bei HAÛY die Materie kontinuierlich gedacht wird.

Bekanntlich hat MALLARD, indem er sich auf die BRAVAIS'sche Hypothese stützte, seine ganze Kristallographie auf die Struktur basiert. Er erklärte sogar mit Hilfe der Struktur die optischen Anomalien der Kristalle. Wir sehen bei ihm die Hypothese auf den Isomorphismus, auf den Polymorphismus, auf die isomorphen Mischungen, sogar auf die Verwachsung der Kristalle angewandt.

BECKE³ will das ideale Grundgesetz der Kristalle lediglich durch die Erfahrung ableiten, und schreibt darüber noch folgendes: „Es ist allerdings möglich, das Rationalitätsgesetz abzuleiten aus einer Hypothese über den inneren Bau der Kristalle (HAÛY,

¹ C. VIOLA, Grundzüge der Kristallographie. Leipzig 1904. §§ 154 u. 157.

² L. SOHNCKE, Zeitschrift f. Kristall. 13. 214.

³ FR. BECKE, TSCHERMAK's Min. u. petrogr. Mitt. Wien 1904. 23. 462.

BRAVAIS, MALLARD), die dann in erster Linie beruht auf einer anderen Erfahrungstatsache: der Spaltbarkeit. — Diese Ableitung hat dann den Vorteil einer großen Anschaulichkeit und Eleganz.“

Was ich über die Worte BECKE's sagen will ist nur das, daß wir über den inneren Bau der Kristalle nichts wissen, und durch die Erfahrung nicht prüfen können, keine Anschauung haben von den Molekülen und um so weniger wie sie im Raume verteilt sein werden. Versetzen wir uns ferner in die neuere Richtung der Wissenschaft, daß die Materie höchstwahrscheinlich kontinuierlich ist, daß der Kristall eigentlich nur ein besonderer physikalischer Zustand ist, abhängig von seiner chemischen Konstitution, daß sogar dieser Zustand plastisch werden kann, ohne die Eigentümlichkeit der Homogenität und Anisotropie zu verlieren, so wird die ganze Hypothese der Gitterstruktur, wie anschaulich und elegant sie auch bei BRAVAIS und MALLARD vorliegen mag, über den Haufen geworfen.

Deshalb glaube ich, daß wir nicht von der Gitterstruktur Gebrauch machen dürfen, um Kristallgesetze zu beweisen, sie aber umgekehrt zu Hilfe nehmen können, um zur Kristallstruktur zu gelangen.

Wir können dem Kristall gewisse theoretische Bedingungen auferlegen, die wir durch Erfahrung prüfen können; und das kann durch die Kohäsion geschehen. — Ich habe gezeigt¹, daß damit auch die Erscheinung der Spaltbarkeit erklärt wird. Nun schreibt darüber BECKE folgendes²: „Die Ableitung VIOLA's gibt sich nicht als Darstellung eines Erfahrungsgesetzes, ebensowenig kann man ihr aber zugestehen, daß das Rationalitätsgesetz aus einer anschaulichen Vorstellung auf durchsichtige Weise deduziert sei.“

Ich will mir erlauben, hier einiges zu wiederholen, was ich in meinem Buche dargestellt habe, und etwas hinzusetzen, um einige Einwendungen BECKE's zu widerlegen.

Die Ableitung des Grundgesetzes geht aus folgenden zwei Punkten hervor:

1. Die Kohäsion der Kristalle ändert sich mit der Richtung; und es gibt Richtungen im Kristall, wo die Kohäsion kleinste (Minimal-)Werte besitzt.
2. Das Wachstum der Grundgestalt der Kristalle senkrecht zu ihren Flächen darf proportional der zu den Flächen senkrecht wirkenden Kohäsion angenommen werden.

Die erste Annahme habe ich eigentlich mit der Definition der Kristalle in Zusammenhang gebracht. Auch BECKE hat dagegen nichts einzuwenden gehabt; sie steht mit der Erfahrung vollständig im Einklang.

¹ C. VIOLA, op. c. § 9.

² FR. BECKE, op. c. 462.

Freilich habe ich anstatt von den kleinsten Werten der Kohäsion immer nur von ihren Minima gesprochen. Da aber BECKE in der Unstetigkeit der Kohäsion eine Schwäche meiner Ableitung gefunden hat, so wollen wir uns nicht auf die Minimalwerte der Kohäsion beschränken, sondern immer nur von den kleinsten Werten der Kohäsion sprechen und darunter auch Minimalwerte verstehen.

Über die Zulässigkeit der zweiten Annahme, nämlich daß das Wachstum proportional der normalen Kohäsion sei, wollen wir später sprechen.

Gesetzt c_1 und c_2 (Fig. 1) sind zwei kleinste Kohäsionswerte. Senkrecht darauf stehen die zwei Flächen, resp. s_1 und s_2 , die durch die zwei Geraden s_1 und s_2 dargestellt sind. Erfolgt das

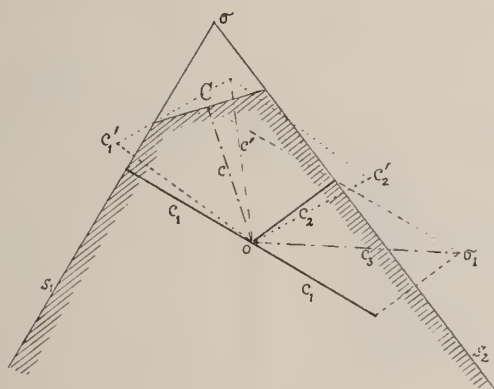


Fig. 1.

Wachstum überall proportional der normalen Kohäsion, so kommen schließlich die zwei Flächen s_1 und s_2 allein zur Ausbildung, die sich in der durch den Punkt σ gehenden Kante schneiden. — Ist nun die Kante σ durch eine sehr kleine Fläche repräsentiert, die die Kante abstumpft, so wird diese Kante σ nach auswärts mit zwei gleichzeitig geltenden Geschwindigkeiten wachsen, welche zu c_1 und c_2 proportional sind; also wird die Kante σ nach auswärts wachsen mit einer Geschwindigkeit, welche zu c proportional sein wird, die die Resultante von c_1 und c_2 sein muß.

Man kann den vorliegenden Beweis auch auf folgende Weise durchführen: s_1 und s_2 stellen noch (Fig. 2) zwei Kristallflächen dar, und σ ihre gemeinschaftliche Kante. Und zwar sind s_1 und s_2 bzw. zu den Minimalwerten der normalen Kohäsion c_1 resp. c_2 senkrecht.

Die zwei Flächen s_1 und s_2 wachsen fort mit den Geschwindigkeiten c_1 und c_2 und gelangen nach einer Zeiteinheit nach s_1' und resp. s_2' . Es können nun zwei Fälle vorkommen: entweder

bleibt die Zone, nach dem erfolgten Wachstum, nur von den Flächenpaaren s_1' und s_2' allein begrenzt und geht daher die Kante σ nach σ' , oder es kann sich eine neue Fläche s einstellen. Wir brauchen den ersten Fall nicht weiter zu verfolgen. Im zweiten Fall haben wir zu untersuchen, wo die neu auftretende Fläche s liegen wird. Füllen wir zu diesem Zwecke die Senkrechte σC auf die Fläche ss , dann wird der Abstand $\sigma C = c$ die Geschwindigkeit darstellen, mit welcher ein in σ liegender Punkt nach anwärts fortschreiten wird; also ist $\sigma C = c$ die Wachstumsgeschwindigkeit der neuen Fläche ss . Nun besitzt der in σ liegende Punkt zwei gleichzeitig geltende Geschwindigkeiten, da er sowohl zu der Fläche s_1 , als auch zu der Fläche s_2 gehört. Diese zwei Geschwindigkeiten sind nämlich c_1 und bezw. c_2 ; infolgedessen wird c die Resultierende sein von c_1 und c_2 .

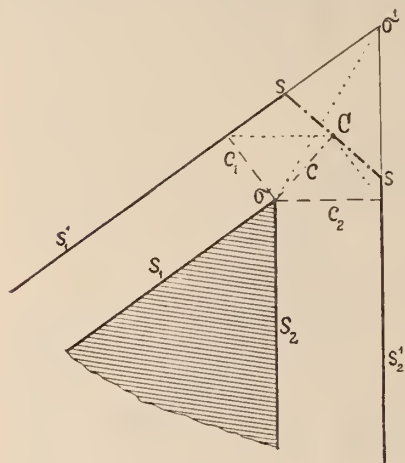


Fig. 2.

H. HILTON¹ behauptet, daß dieser Beweis ein unglücklicher ist, und daher sind, sagt er, die daraus sich ergebenden Schlüsse unwahr. Was HILTON behauptet, ist mir gleichgültig; daß er aber noch meint, daß die sich ergebenden Schlüsse falsch sind, beweist, daß er über diese Frage zu wenig orientiert

ist, da das Komplikationsgesetz GOLDSCHMIDT's auf Erfahrung begründet ist, und meine Schlüsse mit diesem Gesetz vollständig übereinstimmen.

Denke man sich, daß beide Flächen s_1 und s_2 durch zwei entsprechende Vizinalflächen ersetzt sind, so werden darauf nicht die Kohäsionen c_1 resp. c_2 wirken, sondern zwei größere normale Kohäsionskräfte, die wir mit c_1' und resp. c_2' bezeichnen wollen (Fig. 1). Dann schreitet die neue sich bildende Kante nach auswärts mit einer Geschwindigkeit fort, welche zu c' proportional sein wird, wo c' wiederum die Resultante von c_1' und c_2' und größer als c ist; und das wird immer der Fall sein wie auch die Vizinalflächen von s_1 und s_2 gewählt sein mögen. Daraus schließt man, daß c ein kleinster Wert der Kohäsion sein wird, der Größe und der Richtung nach, genau wie c_1 und c_2 sind.

¹ Nature. No. 1841. 71. 3.0.

Fällt der Punkt C innerhalb des von s_1 und s_2 eingeschlossenen Raumes, so wird eine zu c senkrechte Fläche zur Ausbildung gelangen. Das kommt natürlich vor an der Stelle, wo der von c_1 und c_2 eingeschlossene Winkel stumpf ist. — Ist eine solche Fläche möglich, so entstehen zwei neue Kanten, worauf die vorhergehende Ableitung fortgesetzt werden kann. — Dehnt man die gleiche Ableitung auf den Raum aus, so ergibt sich das Grundgesetz der Krystalle, welches folgendermaßen lautet:

Die kleinsten (Minimal-)Werte der Kohäsion in einem Krystall sind die Resultanten von drei kleinsten Werten, wenn von diesen Multipla genommen werden.

Wächst daher der Krystall überall proportional der normalen Kohäsion, so ist seine Gestalt ein Polyeder, das dem Gesetz der Rationalität vollständig genügt. — Wächst er etwas verschieden davon, so bilden sich Vizinalflächen, die den Flächen des idealen Polyeders nahetreten.

Natürlich fällt die Resultante c nicht mit der Diagonalen oo (Fig. 1) und $\sigma\sigma^1$ in Fig. 2 zusammen, wie aus den vorliegenden Figuren und aus der Fig. 20 p. 17 in meinem Buch deutlich hervorgeht¹. — BECKE² hat das umgekehrt verstanden und deshalb geglaubt, daß in meiner Ableitung ein Mangel, sogar ein Fehler vorliegt. Übrigens hat diese Nichtübereinstimmung der zwei Richtungen mit der Frage der Ableitung des Grundgesetzes nichts zu schaffen.

Wir haben oben gesagt, daß die Ableitung fortgesetzt werden kann, jedesmal wenn der Punkt C (Fig. 1 und 2) der Resultante innerhalb des von den Flächen s_1 und s_2 eingeschlossenen Raumes zu liegen kommt; daher schließe ich daraus, daß die höchst mögliche Ableitung für den spitzen Winkel die 1. und für den stumpfen Winkel die 3. sein darf. — Damit bin ich auf die Frage BECKE's³ eingegangen.

Die vorliegende Ableitung setzt voraus, daß c_1 und c_2 ihrem Verhältnis nach bekannt sind, denn das Wachstum des Krystalls muß zu c_1 und c_2 proportional sein, um zu dem Ergebnis zu gelangen, daß c die Resultierende von c_1 und c_2 sei. In Wirklichkeit stoßen wir hier auf eine große Schwierigkeit, denn c_1 und c_2 werden erst bekannt, wenn c gegeben ist. Dadurch läßt sich nicht kontrollieren, ob die Methode der Ableitung eine brauchbare ist oder nicht. Der Umstand kommt aber hinzu, daß durch die Größen c_1 , c_2 und c die II. sowie die III. Ableitung immer möglich ist; dieser Umstand entfernt daher die große Schwierigkeit,

¹ C. VIOLA, Grundzüge der Kristallographie. Leipzig 1904.

² FR. BECKE, op. c. 462. Note.

³ Op. c. 462.

welche wir oben hervorgehoben haben. Daher hat auch die darüber gemachte Bemerkung BECKE's¹ keine Bedeutung.

Wir kommen jetzt zu einem zweiten Bedenken BECKE's über die vorliegende Ableitung. BECKE² schreibt: „Hierbei werden Sätze angewendet, welche nur Geltung haben, wenn die Kohäsion eine stetige Funktion der Richtung ist. Wie aber, wenn die Kohäsion eine unstetige Funktion wäre? Es zeigt sich hier eine Schwäche der Ableitung, die davon herrührt, daß mit Größen operiert wird, die sich der scharfen Erfassung durch Messung und Experiment entziehen.“ Wenn die Kohäsion eine unstetige Funktion der Richtung sein sollte, so meint BECKE jedenfalls eine Unstetigkeit in der Zunahme der Funktion, nicht aber in der Funktion selbst. — Ich kann mir eine Unstetigkeit in der Funktion nicht vorstellen. Eine solche Unstetigkeit würde einem unendlich großen Wert, oder einem Doppelpunkt oder schließlich einem Sprung in der Funktion entsprechen. Alle drei Annahmen sind offenbar unzulässig für die Erscheinung der Kohäsion. Ein Sprung in der Funktion würde zur Folge haben, daß für eine einzige Richtung die Funktion zwei verschiedene Werte hätte.

BECKE versteht daher unter Unstetigkeit der Funktion eine Unstetigkeit in ihrer Zunahme in bezug auf die Richtung. Diesen Fall haben wir aber schon betrachtet, indem wir der Kohäsion kleinste Werte gelassen haben, ohne daß sie gerade Minima sind. Der Deutlichkeit wegen habe ich die Unstetigkeiten in der beiliegenden Fig. 3 dargestellt. Die Richtungen sind auf der Horizontalen angegeben von 0° bis 180° für auf eine Zone. — Darauf senk-

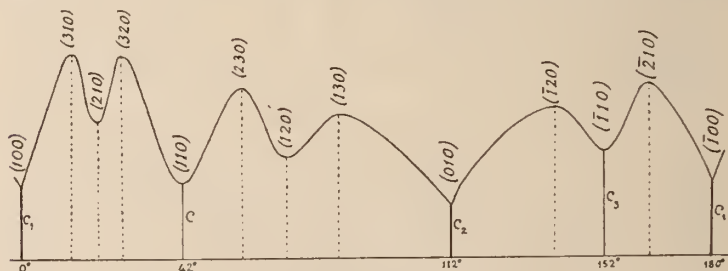


Fig. 3.

recht stehen die normalen Kohäsionskräfte, und die gezogene Kurve stellt dann die Funktion der Kohäsion in bezug auf die Richtung dar.

Die kleinsten Werte der Kohäsion c_1 und c_2 sind die Ausgangswerte, wie in der vorigen Figur, aus welchen c und c_3 ab-

¹ Op. c. 461. Note 2.

² FR. BECKE, op. c. 461. Note 3.

geleitet werden. Die Unstetigkeiten sind in c_1 und c_2 angegeben. Es ist deutlich, daß diese Unstetigkeiten die Ableitung nicht verhindern; immerhin mögen sie Unstetigkeiten oder Minima und Maxima der Kohäsion heißen, so werden sie stets nach Größe und Richtung gewonnen nach der Methode der Zusammensetzung der Kräfte, wie ich oben gezeigt habe. Es ist nun klar, daß die Spaltbarkeit um so deutlicher sein wird, je spitziger das Minimum der Kohäsion ist; und wenn die Kohäsion eine Unstetigkeit zeigt, so wird wohl anzunehmen sein, daß dort die Spaltbarkeit sehr vollkommen ist. Das habe ich alles im Kapitel II gesagt.

Die hier auseinandergesetzte Theorie entzieht sich nicht der Messung und dem Experiment, wie z. B. die Gitterstrukturtheorie, wiewohl letztere elegant und anschaulich sein soll. Man wird heutzutage noch sagen, daß die hierher gehörigen Messungen schwierig sind; es ist aber nicht unmöglich, punktweise die Funktion der Kohäsion zu bestimmen. Ich hoffe sogar, bald darüber etwas mitzuteilen.

Ich komme nun zu dem zweiten Punkt der Frage, nämlich zu der Annahme, daß das Wachstum der Grundgestalt überall proportional der normalen Kohäsion angenommen werden darf.

Das Wachstum der Grundgestalt proportional der normalen Kohäsion kann auf zweierlei Wegen gerechtfertigt werden.

Indem wir eine große Anzahl von Kristallen einer Substanz ins Auge fassen, deren Konstanten recht wenig voneinander abweichen, die aber der Gestalt nach ziemlich verschieden voneinander sind, können wir über eine so große Anzahl von Kristallen folgendes sagen: sie sind unter ganz verschiedenen äußeren Bedingungen gewachsen. — Aus dieser großen Anzahl von Kristallen bauen wir eine mittlere, also eine ideale Gestalt, die Grundgestalt, und untersuchen, welche Bedingungen werden gelten müssen, um eine solche Grundgestalt zu verschaffen; offenbar wird das Wachstum derselben das Mittlere enthalten, was alle einzelnen Gestalten geschaffen hat, und das kann nur von der Kohäsion abhängig sein, nicht von den äußeren Bedingungen. — Dieser Schluß ist natürlich nur dann eigentlich richtig, wenn die Grundgestalt aus einer unendlichen Anzahl von natürlichen Kristallen hervorgegangen ist¹.

Das Wachstum W ist daher eine Funktion der Kohäsion c in jeder Richtung. Da wir diese Funktion nicht kennen, so wollen

¹ H. HILTON hat Grundgestalt mit Kristalltracht verwechselt und deshalb geglaubt, daß nicht jede so definierte Grundgestalt das Harmoniezentrum haben müsse. Als Beispiel zitiert er das Tetraeder! Nun weiß jedermann, daß das Tetraeder kein Harmoniezentrum hat, aber seine Grundgestalt muß ein solches besitzen.

wir sie durch eine unendliche konvergente Reihe darstellen. Wir schreiben sie also:

$$W = k_1 c + k_3 c^3 + k_5 c^5 + \dots$$

wo $k_1 k_3 k_5 \dots$ zu bestimmende Konstanten sind. Die geraden Potenzen der Kohäsion c dürfen nicht in der Reihe erscheinen, da das Wachstum negativ werden muß, ohne seinen absoluten Wert zu ändern, wenn die Kohäsion im umgekehrten Sinn einer Richtung betrachtet wird.

Von dieser unendlichen Reihe läßt sich sagen, daß sie abgebrochen werden darf, um die Berechnung derselben zu erleichtern oder gar zu ermöglichen. Je mehr Glieder davon genommen werden, um so besser wird der ausgerechnete Wert den wahren Wert des Wachstums darstellen.

Setzen wir

$$W = k_1 c$$

so wird das ungenau sein, ungenauer als z. B. $W = k_1 c + k_3 c^3$ usw.

Wenn aber ein sehr kleines Wachstum ins Auge gefaßt wird, also auch k_1 sehr klein, so werden wir auch $W = k_1 c$ setzen dürfen.

Das sehr kleine Wachstum darf also proportional der Kohäsion gesetzt werden.

Wir können uns übrigens auf elementare Weise Rechenschaft geben, daß das momentane Wachstum der Kohäsion proportional ist. Heißen v und resp. $2v$ die Geschwindigkeiten, mit welchen eine dünne Schicht in demselben Zeitmoment gegen die Kristalloberfläche auf zwei verschiedene Stellen derselben fallen wird, so wird an der zweiten Stelle die Schicht doppelt so dick ausfallen in derselben Zeiteinheit als die an der ersten Stelle, wo die Geschwindigkeit nur halb so groß ist. Also ist das Wachstum proportional der Geschwindigkeit, mit welcher eine Schicht in die Nähe der Kristalloberfläche fallen wird. Wir messen aber eine Kraft mit der durch sie in demselben Zeitmoment erteilten Geschwindigkeit. — Diese Kraft nennen wir aber Kohäsion, also ist das Wachstum der Grundgestalt proportional der Kohäsion. Wenn daher festgestellt ist, daß die Grundgestalt nur mit der normalen Kohäsion in Beziehung steht, so kann diese Beziehung keine andere sein, als eine einfache Proportion.

Natürlich werden wir schwerlich die äußeren Bedingungen so in der Hand haben, daß das Wachstum stets proportional der Kohäsion ist. Bei allen hemi-, tetra- und ogdoharmonischen Kristallen wird das sogar unmöglich sein. Bei den holoharmonischen Kristallen, deren Tracht sofort die Grundgestalt bestimmt, wie z. B. Calcit, und bei den mimetischen Kristallen, deren Harmonie eine vollendete sein kann, z. B. Leucit, ist nicht ausgeschlossen,

daß wir die äußeren Bedingungen so bemessen können, daß das verlangte Wachstum erreicht wird. Im allgemeinen ist die Grundgestalt eine ideale Gestalt, der wir durch die natürlichen Kristallgestalten so nahe kommen als wir nur wollen.

Zum Schluß mag noch zusammengefaßt werden, was hier auseinandergesetzt worden ist.

Das Rationalitätsgesetz ist zwar ein Erfahrungsgesetz, da es durch Erfahrung geprüft werden kann. Seine Ableitung ist aber nur dadurch theoretisch möglich, daß dem Kristall gewisse Wachstumsbedingungen zugeschrieben werden. — Das Grundgesetz bezieht sich auf gewisse konstante Richtungen im Kristall, die mit den kleinsten (Minimal-) und größten (Maximal-)Werten der Kohäsion übereinstimmen. — Je kleiner diese Werte sind, um so einfacher können ihre rationalen Indizes dargestellt werden.

Wie immer ein Kristall wachsen mag, so ist stets die größte Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß die Normalen seiner Flächen in die Nähe der rationalen Orte fallen, und zwar um so häufiger, je einfacher die rationalen Indizes dieser Orte sind. Hierauf beruht die Prüfung des Gesetzes durch die Erfahrung.

Wir können aus der Theorie entnehmen, daß die Normalen der Spaltungsflächen mit denjenigen kleinsten Werten der Kohäsion zusammenfallen werden, je spitzer das Minimum der Kohäsion ist, oder wenn das Minimum eine Unstetigkeit ist. — Ferner werden die Vizinalflächen dort am meisten auftreten, wo das Minimum der Kohäsion recht stumpf ist; daher sind die vollkommenen Spaltungsflächen von verhältnismäßig wenigen Vizinalflächen begleitet. Auch dieses letzte Ergebnis läßt sich durch die Erfahrung prüfen.

Eine vollständige Prüfung der Theorie müßte bestehen in der direkten Messung der Kohäsionsgröße. Ob es in Zukunft möglich sein wird, eine solche Untersuchung mit genügender Genauigkeit durchzuführen, läßt sich heutzutage natürlich nicht behaupten, da bei der Bestimmung der Kohäsion notwendig die Oberflächenspannung des festen Körpers in Rechnung kommen muß. — Eins können wir aber mit Sicherheit sagen, daß die Gitterstruktur, wie anschaulich und elegant sie auch von BECKE geschildert sein mag, niemals in den Rahmen der Erfahrung treten wird, mögen die Knotenpunkte des Gitters Atome oder Moleküle tragen.

Ich behaupte nicht, daß die Eigenschaft der Kohäsion durch die Gitterstruktur anschaulich gemacht werden kann; ich will nur sagen, daß jene gemessen werden kann, diese dagegen nur ein Bild ist, das unsere Sinne nicht wahrzunehmen imstande sind. Deshalb nenne ich die Lehre der Gitterstruktur ein Dogma, und sie gehört eher zur Metaphysik als zur Kristallographie; ich habe sie deshalb ans Ende des Buches relegiert. — Unsere Anschauungen, BECKE's und die meinige, gehen scharf aneinander.

BECKE will die Kristallgesetze durch Metaphysik anschaulich machen, ich dagegen durch Messung; und diese Messung kann nicht nur auf feste, sondern auch auf plastische Kristalle, sogar auf flüssige Kristalle ausgedehnt werden, wo die Gitterstruktur keine Anwendung finden wird.

Ueber ein neues Vorkommnis von Kugelgranit im Granit des Riesengebirges.

Von E. Rimann.

Mineralogisches Institut Leipzig.

Die durch ihre Struktur ausgezeichneten kugeligen Bildungen im Granit des Riesengebirges sind schon verschiedentlich Gegenstand der Untersuchung gewesen¹. Es kam nur der Fundpunkt am Krötenloch bei Schwarzbach in der Nähe von Hirschberg in Betracht, da das Vorkommnis vom Kynast, das noch in den „Erläuterungen zu der geognostischen Karte vom niederschlesischen Gebirge“ erwähnt wird, seit dem nicht mehr aufzufinden war.

Die makro- und mikroskopische Untersuchung der Sphäroidbildungen am Krötenloch ergab etwa folgendes:

An dem westlichen Ende einer aus diluvialem Boden herausragenden, von typischem Riesengebirgsgranit gebildeten Klippe — etwa 100 m westlich von dem sogen. Krötenloch — befindet sich oberhalb einer aplitisch ausgebildeten Granitfazies die etwa 1 m hohe Lage von Kugelgranit. „Die Kugeln selbst sind mehr als faustgroß . . . In den hin und wieder zwischen den Kugeln freibleibenden Ecken ist das Gestein pegmatitisch entwickelt; nicht selten befinden sich dort sogar drusenförmige Hohlräume mit Quarz und Feldspatkrystallen. Die Begrenzung des Kugelgranites nach Südwesten ist nicht erkennbar“ (GÜRICH, a. a. O.). Der Granitteil, in welchem die Sphäroide liegen, besteht makroskopisch aus einem oft pegmatitisch verwachsenen Gemenge von Feldspat und Quarz mit Biotitschüppchen. An den Sphäroiden selber sind nach von CHRUSTSCHOFF zwei Gattungen zu unterscheiden, je nach-

¹ J. ROTH, Erläuterungen zu der geognostischen Karte vom niederschlesischen Gebirge und den umliegenden Gegenden. Berlin 1867. VII—XV. — GÜRICH, Geologischer Führer in das Riesengebirge. Berlin 1900. — KLOCKMANN, Zeitschrift d. deutschen geolog. Gesellschaft. 34. 399—400. — K. v. CHRUSTSCHOFF, Über holokrystalline makrovariolitische Gesteine (Mémoires de l'Académie impériale des sciences St. Pétersbourg. VII. série. 12. No. 3. St. Petersburg 1894). — MILCH, Beiträge zur Kenntnis der granitischen Gesteine des Riesengebirges. N. Jahrb. f. Min. etc. I. Teil: XII. Beil.-Bd. 1899. 115. II. Teil: XV. Beil.-Bd. 1902. 105.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [1905](#)

Autor(en)/Author(s): Violani Carlo G.

Artikel/Article: [Ueber das Grundgesetz der Kristalle. 225-236](#)