

vom größten Teil der Gangart isolierte Mineralpulver hatte folgende Zusammensetzung:

		Molekular-Verhältnisse	
Gangart . . . . .	0,98		
Eisen . . . . .	19,50	0,2568	} 0,9020
Mangan . . . . .	Spur	—	
Zink . . . . .	48,08	0,7352	
Cadmium . . . . .	Spur, nicht best.		
Schwefel . . . . .	31,79	0,9936	
Summe . . . . .	100,35		

Auch Verfasser fand Spuren Mangan, außerdem etwas Cadmium; das Verhältnis FeS : ZnS ist hier etwa 1 : 3, einem normalen Marmatit ungefähr entsprechend.

Frankfurt a. M., Min.-petr. Inst. d. Univ., im März 1920.

Bei der Redaktion eingegangen am 12. März 1920.

## Gesetzmäßige Aufwachsung der Kristalle und Zwillingsverwachsung.

Von **Georg Kalb** in Fulda.

Ich habe kürzlich auf Grund einiger in jedem Lehrbuch der Mineralogie sich findenden Tatsachen und einiger von JOHNSEN<sup>1</sup> und BECKE<sup>2</sup> beschriebenen Beobachtungen den Satz ausgesprochen, daß jeder ungestört aufwachsende Kristall zu seiner Unterlage eine Gleichgewichtslage annimmt, die durch seine Oberflächenenergie bestimmt wird<sup>3</sup>. Leider ist mir damals eine für die Frage der gesetzmäßigen Aufwachsung außerordentlich wichtige Arbeit von JOHNSEN<sup>4</sup> entgangen. Darin hat JOHNSEN eine große Zahl von vorwiegend eigenen Beobachtungen über die Aufwachsung der Kristalle zusammengestellt, auf die ich zur Bestätigung meiner Ansicht ausdrücklich verweise. JOHNSEN hat durch zahlreiche Versuche bewiesen, daß bei Kristallen, die mit einem Ende einer polaren Achse aufgewachsen sind, die

<sup>1</sup> A. JOHNSEN, Über radialstrahlig gruppierte Muscovitkristalle. Dies. Centralbl. 1908. p. 504—506.

<sup>2</sup> Min. u. petr. Mitt. 10. 1889, p. 492.

<sup>3</sup> GEORG KALB, Herrscht Zufall oder Gesetz beim Festwachsen der Kristalle auf ihrer Unterlage? Dies. Centralbl. 1920. p. 65.

<sup>4</sup> A. JOHNSEN, Untersuchungen über Kristallzwillinge und deren Zusammenhang mit anderen Erscheinungen. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXIII. 1907. p. 237—344.

Aufwachsfläche gegenüber der Gegenfläche die größere Lösungsgeschwindigkeit besitzt und durch einen Wachstumsversuch mit Weinsäure es wahrscheinlich gemacht, daß mit einer relativ großen Lösungsgeschwindigkeit einer Fläche eine relativ große Wachstumsgeschwindigkeit verknüpft ist. JOHNSEN macht darauf aufmerksam, daß bei einigen Mineralen die Aufwachsfläche mit dem Fundpunkt wechselt, weiter, daß die Aufwachsfläche „annähernd am Ende einer solchen Richtung liegt, die einen der größten Durchmesser der Kristalle darstellt, also entweder Streckung (Epidot) oder — wenn nicht singular — tafeligen Habitus bedingt (Eisenglanz). So sind z. B. gerade die Turmaline von Andreasberg, die nach obigem nicht mit einem c-Ende aufsitzen wie die meisten anderen Vorkommen, im Gegensatz zu diesen parallel c stark verkürzt“ (p. 338). JOHNSEN hat dann vor allem darauf hingewiesen, daß die Fläche, mit der die Kristalle meist aufwachsen, bei Zwillingungsverwachsung gewöhnlich als Verwachsungsfläche auftritt und daß auch Zwillinge eine bestimmte Aufwachsung erkennen lassen.

Ein Erklärungsversuch für die gesetzmäßige Aufwachsung von Kristallen mit polarer Achse ist wohl in folgendem Satze von JOHNSEN enthalten: „Daß eben jene Kristallkeime, welche die leichter lösliche, also mit der größeren ‚spezifischen Oberflächenenergie‘ ausgestattete Komponente eines Flächenpaares versteckt halten, die anderen Keime aufzehren können, ist nach dem Vorausgehenden einleuchtend“ (p. 333). Es findet also sozusagen eine Auslese<sup>1</sup> der gegenüber der Auflösung begünstigten Kristalle statt. Dieser Ansicht JOHNSEN'S vermag ich mich nicht anzuschließen. Ich spreche jedem wachsenden Kristalle die Fähigkeit zu, eine durch seine Oberflächenenergie bedingte Lage zur Unterlage von vornherein einzunehmen, wenn nicht Hindernisse (z. B. andere Kristalle) in den Weg treten.

VIOLA<sup>2</sup> hat die Behauptung ausgesprochen, daß bei Zwillingusbildung die Kristallindividuen durch ihre herrschenden Elemente in Verwachsung kommen<sup>3</sup> aus demselben mechanischen Grunde, der bewirkt, daß Stäbchen bzw. Täfelchen von Nichtkristallen sich in einer Flüssigkeit, in der sie schweben, bei der Berührung mit ihren herrschenden Elementen, also Stäbchen mit ihren Längsflächen und Täfelchen mit ihrer Tafelfläche aneinanderlegen.

Ich möchte auf Grund des Gesetzes der Aufwachsung im Gegensatz dazu die Behauptung aufstellen, daß bei der Zwillingungsverwachsung Kristalle, die in der Kristallgestalt besonders vor-

<sup>1</sup> Eine solche Auslese wäre selbstverständlich bei Kristallen mit nicht polarer Achse ausgeschlossen.

<sup>2</sup> C. VIOLA, Grundzüge der Kristallographie. Leipzig. 1904. p. 240.

<sup>3</sup> Die herrschenden Elemente bestimmen nach VIOLA sowohl das Gesetz der Zwillingungsverwachsung als auch die Verwachsungsfläche.

herrschende Elemente besitzen, mit den nicht vorherrschenden Elementen verwachsen<sup>1</sup>. Danach wachsen in einer Richtung stark gestreckte Kristalle mit einem Ende der Hauptrichtung zusammen; bekannt sind die auch von JOHNSEN (p. 330) angeführten Gipszwillinge nach (100), die annähernd mit einer Fläche senkrecht zur c-Achse aneinandergewachsen sind. Stark tafelförmige Kristalle werden mit dem Rande der Tafel zusammenwachsen; ich erinnere an die Glimmerzwillinge mit der Fläche senkrecht zu (001) aus der Zone (001):(110) als Zwillingfläche, die auch nach dieser Fläche verwachsen sind, und an die Eisenglanzwillinge nach der Basis, die mit einer (1010)-Fläche verwachsen. Damit soll nicht gesagt sein, daß die ganze Verwachsungsfläche der Zwillinge diese Lage beibehält. Es ist sogar wahrscheinlicher, daß die ersten Verwachsungsstellen, die nach dem Gesetz der Aufwachsung besonders große Wachstumsgeschwindigkeit besitzen, aneinander vorbeiwachsen, d. h. der eine Kristall sozusagen in den Rann des anderen hineinwächst. Bekannt ist die unregelmäßige Ausbildung der Verwachsungsfläche, die dann gewöhnlich abwechselnd aus Teilen verschiedener am Kristall vorherrschender Flächen besteht. JOHNSEN glaubt auf diese Weise sogar die Erscheinung erklären zu können, daß Kristalle mit polaren Achsen bei der Zwillingsbildung das schwerer lösliche Ende einer solchen Achse einander zuehren.

Folgender Satz von JOHNSEN scheint sich, außer Zusammenhang betrachtet, mit der oben angegebenen Ansicht VIOLA's vollständig zu decken: „Ganz allgemein scheint mir die Verwachsungsfläche von Zwillingen unmittelbar durch die Art der jeweiligen Kristallflächen der Einzelindividuen bestimmt zu werden“ (p. 339). Im Zusammenhang betrachtet, stimmt jedoch der Satz JOHNSEN's mit der hier vertretenen Ansicht, wenigstens was den formellen Teil der Frage anbelangt, im wesentlichen überein.

Ich möchte allerdings die gesetzmäßige Aufwachsung nur als ein Grund neben anderen für die Verwachsungsfläche bestimmend sein lassen. Der angeführte Satz JOHNSEN's, der sich, wenn ich JOHNSEN richtig verstanden habe, nur auf die Aufwachsung beziehen soll, läßt sich dem Wortlaute nach in der angegebenen Form trotzdem rechtfertigen, indem z. B. bei der Erklärung für die Lage der Verwachsungsfläche, die MÜGGE<sup>2</sup> gibt, ebenfalls die jeweils vorhandenen Kristallflächen maßgebend sind.

Diese Ausführungen, die gegenüber den ausgezeichneten Beobachtungen JOHNSEN's über die Verwachsungsfläche von Zwillingen

<sup>1</sup> Diese Behauptung bezieht sich auf die Verwachsungsfläche; der Gegensatz besteht also nur zu einem Teil der Behauptung VIOLA's.

<sup>2</sup> O. MÜGGE, Über die Zwillingsverwachsung der Kristalle. Fortschritte f. Min. I. 1911. p. 46 ff.

nichts Neues bringen. sollten die Anwendung des Gesetzes der Aufwachsung der Kristalle auf die Zwillingungsverwachsung zeigen.

Ich hoffe in weiteren Arbeiten darlegen zu können, daß das Gesetz der Aufwachsung der Kristalle auch bei der Erklärung vieler Kristallaggregationen, vor allem der parallelfaserigen Bildungen, von Bedeutung ist, daß es auf die gesetzmäßige Verwachsung verschiedenartiger Minerale, vielleicht sogar auf die Kristallstruktur, ein Licht wirft.

Ich möchte mir zum Schluß eine Bemerkung erlauben, die etwas außerhalb des Rahmens der vorliegenden Arbeit fällt. Es ist gewiß kein Zufall, daß unter der großen Zahl von Beispielen für die gesetzmäßige Aufwachsung der Kristalle, die JOHNSON zusammengestellt hat, kein einziger Fall für kubische Kristalle sich findet. Es ist bei der gleichen Ausbildung dieser Kristalle nach den drei Raumrichtungen von vornherein wenig wahrscheinlich, daß ein großer Unterschied in der Wachstums- bzw. Lösungsgeschwindigkeit dieser Richtungen gegenüber anderen Richtungen besteht. Dagegen ist bei Kristallen der anderen Systeme über Unterschiede in der Wachstums- bzw. Lösungsgeschwindigkeit nach verschiedenen Richtungen von vornherein nichts auszusagen, d. h. die Unterschiede können groß oder klein sein. Es scheint mir wichtig genug, die Ergebnisse, die KÖRNS<sup>1</sup> bei der Lösung verschiedenartiger Kristallflächen erhalten hat, kurz anzuführen:

Große Unterschiede in der Lösungsgeschwindigkeit ungleichartiger Flächen zeigten: Kupfervitriol tr., Weinsäure m., Gelbblutlaugensalz m.; kleine Unterschiede: Steinsalz k., Alaun k., Kalisalpeter rh., Seignettesalz rh. Die Erfahrung lehrt also, daß die niedriger symmetrischen Kristalle gegenüber den höher symmetrischen größere Unterschiede in der Lösungsgeschwindigkeit nach verschiedenen Richtungen aufweisen können. Versuche über Unterschiede in der Wachstumsgeschwindigkeit nach verschiedenen Richtungen sind seltener ausgeführt worden; doch gibt uns die Natur durch die Kristallgestalt hinreichend Anschluß: Daß unter den niedriger symmetrischen Kristallen häufig sich säulige, stenglige, nadlige oder tafelige Formen finden, ist ein Beweis für große Unterschiede in der Wachstumsgeschwindigkeit nach verschiedenen Richtungen. So wird es auch erklärlich, daß das Gesetz der Aufwachsung bei niedriger symmetrischen Kristallen leichter zur Anschauung kommt.

<sup>1</sup> A. Körns, Über die abweichende Lösungsgeschwindigkeit verschiedenartiger Kristallflächen in Wasser. Diss. Leipzig. 1907.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: [1920](#)

Autor(en)/Author(s): Kalb Georg

Artikel/Article: [Gesetzmäßige Aufwachsung der Kristalle und Zwillingsverwachsung. 285-288](#)