

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Herrscht Zufall oder Gesetz beim Festwachsen der Kristalle auf ihrer Unterlage?

Von **Georg Kalb** in Fulda.

Mit 1 Textfigur.

Auf den ersten Blick scheinen die aufgewachsenen Kristalle ohne jedes Gesetz zu ihrer Unterlage angeordnet zu sein.

Sollte es jedoch nur Zufall sein, daß alle säuligen, stengeligen und nadeligen Kristalle stets mit einem Ende ihrer Hauptrichtung, daß alle tafeligen Kristalle stets mit dem Rande der Tafel aufgewachsen sind?

Daß hier eine beachtenswerte Erscheinung vorliegt, dürfte FRANKENHEIM zuerst ausgesprochen haben. In seiner „Lehre von der Kohäsion“¹ schreibt er: „Selbst auf nnkristallisierten Substanzen lagert sich eine kristallisierende Substanz nicht ganz willkürlich ab. Das Kochsalz legt sich immer mit einer Würfelfläche auf den Boden des Gefäßes; ebenso legen sich andere Kristalle mit einer für alle identischen Fläche auf den Boden auf, und nicht etwa wegen der Schwere; denn mit derselben Fläche legen sie sich auch auf die Seitenwände des Gefäßes. In dem horizontalen Querschnitt sieht man jedoch nichts Konstantes, ihre Kanten nehmen jede Richtung an.“

Einen Erklärungsversuch gibt FRANKENHEIM (a. a. O. p. 362) in folgendem Satz: „Die Kristallisationskraft² bestimmt die Art der Verbindung aller Wahrscheinlichkeit nach auch zwischen einem Kristalle und einem festen Körper, bei dem man keine Kristallisation wahrnehmen kann.“

Wir wollen hier nur einige auf diese Erscheinung bezügliche, meist in jedem Lehrbuche der Mineralogie zu findende Tatsachen zusammenstellen und zusehen, welche Schlüsse sich daraus ziehen lassen.

¹ M. L. FRANKENHEIM, Die Lehre von der Kohäsion. Breslau 1835. p. 355.

² Was FRANKENHEIM unter dieser Kraft versteht, hat er p. 357 mit bemerkenswerten Worten ausgeführt.

Kristall	Tracht	Spalt- bar- keit	Aufwachsstelle
Epidot	fast immer nach der b-Achse gestreckt	(001) (100)	meist mit einem Ende der b-Achse aufgewachsen
Skolezit	säulig bis nadelig nach der c-Achse	(110)	mit dem analogen Pol der c-Achse aufgewachsen
Glimmer	tafelig nach der Basis	(001)	Tafeln stets am Rande fest- gewachsen
Turmalin	meist gestreckt nach der Hauptachse; auch gedrungene Säulen (Andreasberg)	(1011) (1120)	meist an einem Ende der Hauptachse aufgewachsen: die gedrungene Säulen von Andreasberg mit (1010) fest- gewachsen ¹
Topas	meist gestreckt nach der c-Achse	(001)	mit einem Ende der c-Achse aufgewachsen
Kieselzinkerz . .	meist nach der c-Achse gestreckt	(110)	meist mit dem antilogen Pole der c-Achse aufgewachsen
Eisenglanz . . .	häufig tafelig nach der Basis	—	Tafeln stets am Rande fest- gewachsen
Cölestin	meist nach der a- oder b-Achse gestreckt	(001) (110)	die nach der a-Achse ge- streckten Kristalle mit einem Ende der a-Achse, die nach der b-Achse gestreckten mit einem Ende dieser Achse festgewachsen
Weinsäure . . .	—	(100)	nach der c-Achse gestreckte Kristalle mit einem Ende dieser Achse aufgewachsen ¹
Tranbenzucker	—	—	stets mit dem leichter lös- lichen Ende der Orthoachse aufgewachsen (BECKE) ²

Ich möchte aus den angeführten Tatsachen zunächst folgenden Schluß ziehen: Der Kristall hat das Bestreben, sich mit einer vorherrschenden rationalen Richtung senkrecht zur Unterlage zu stellen. An natürlichen Vorkommen fehlt jegliche Messung, die für die vorliegende Frage von Bedeutung wäre. Es dürfte in den meisten Fällen auch schwer sein, an natürlichen

¹ A. JOHNSON, Über radialstrahlig gruppierte Muscovitkristalle. Dies. Centralbl. f. Min. etc. 1908. p. 504—506.

² Min. n. petr. Mitt. 10. 1889. p. 492.

Vorkommen die Richtung der Unterlage ausreichend festzulegen. Die volle Klärung der Frage werden nur Kristallisationsversuche auf künstlichen ebenen Flächen erbringen.

[Zwei Versuche seien hier eingefügt: Bringt man einen Tropfen NaCl-Lösung auf einen Objektträger, so erscheinen beim Auskristallisieren unter dem Mikroskope Rechtecke. Setzt man zur NaCl-Lösung NaOH in größerer Menge zu und läßt kristallisieren, so sind unter dem Mikroskope fast nur Dreiecke mit abgestumpften



NaCl-Würfel aus NaOH auf Glas (16:1).

Ecken zu erkennen (Figur). Der zweite Versuch wurde in einer Kristallisierschale zur Gewinnung makroskopischer Kristalle wiederholt. Die sich bildenden Kristalle waren Würfel mit scharfen Kanten und Ecken, die zum größten Teil mit einer Ecke aufsaßen. Die Lage der Auflagefläche zu den Würfelflächen wurde an einer großen Zahl der Kristalle am zweikreisigen Goniometer bestimmt und als die der Oktaederfläche erkannt. NaCl kristallisiert also aus NaOH in Würfeln aus, die in der Mehrzahl mit einer Oktaederfläche auf der Glasunterlage aufsitzen.

RETGERS schreibt in der Zeitschr. f. phys. Chem. 9. p. 295: „Sehr merkwürdig ist jedoch die Erscheinung (welche außer beim NaCl, auch bei KCl, KBr. KJ usw. angetroffen wird), daß nur eine der Würfelflächen

ecken durch eine Oktaederfläche¹ abgestumpft wird, welche letztere oft auffallend stark entwickelt ist, so daß hierdurch bisweilen fast ein Drittel des ganzen Würfels wie weggeschnitten ist, während die übrigen Würfelsecken vollkommen scharf sind, ohne jede Spur von Oktaederecken.“

Die Oktaederfläche dürfte in allen diesen Fällen auch die Aufwachsfläche der Kristalle gewesen sein. Ähnlicher Ansicht ist auch KÖRBS², der jedoch meint, daß nur die an der Grenzfläche Lösung — Luft sich bildenden Kristalle diese Erscheinung aufweisen.

Auf die gleiche Erscheinung ist der Irrtum LEHMANN'S³ zurückzuführen, daß NaCl aus NaOH in Oktaedern kristallisiert. Deshalb ist jedes Urteil über die Kristalltracht auf Grund mikroskopischer Beobachtung mit größter Vorsicht aufzunehmen.]

Beim Betrachten der obigen Zusammenstellung fällt auf, daß die meisten Kristalle am Rande einer ausgezeichneten Spaltfläche aufgewachsen sind; dies gilt vor allem für Glimmer. Beim Cölestin, der ebenfalls meist mit dem Rande der vollkommenen Basisspaltfläche festgewachsen ist, wird noch eine Besonderheit in diesem Aufwachsen erkennbar, je nachdem der Kristall in dieser Spaltfläche gestreckt erscheint: die nach der a-Achse gestreckten wachsen mit einem Ende der a-Achse auf, die nach der b-Achse verlängerten mit einem Ende dieser Achse. Schneiden sich zwei gute Spaltflächen, so wächst der Kristall meist mit einem Ende der den Spaltflächen gemeinsamen Linie auf, wobei noch eine Verschiedenheit der beiden Richtungen von Bedeutung sein kann (Skolezit analoger Pol).

Dieser beachtenswerte Zusammenhang einer ausgezeichneten Spaltfläche mit der Aufwachsfläche fehlt beim Topas; obwohl dieses Mineral nach der Basisfläche sehr gut spaltet, ist es vorherrschend mit einem Ende der Hauptachse aufgewachsen.

Die Spaltflächen sind als Flächen der Kristallstruktur anzusehen, die durch große Netzdichtigkeit ausgezeichnet sind. Daß solche Flächen auch in der Kristallgestalt besonders zum Ausdruck kommen, liegt nahe, muß aber nicht unbedingt der Fall sein, da auf die Tracht auch die äußeren Wachstumsbedingungen neben der Kristallstruktur stark an Einfluß gewinnen können. Dieser Einfluß

¹ Ann. von RETGERS: „Ob diese Fläche wirklich eine Oktaederfläche ist, ist mir noch nicht ganz klar. Zwar kommt die Lage, so weit man es ohne Messungen beurteilen kann, ungefähr mit der Oktaederfläche überein und ist die Fläche gewöhnlich glatt und eben; sie ist jedoch bisweilen rauh (mit treppenförmigen Absätzen) und schwach gewölbt. Jedenfalls ist soviel sicher, daß die Erscheinung nicht zu identifizieren ist mit der Bildung echter Oktaeder, wie sie z. B. in harnstoffhaltiger Lösung auftreten.“

² A. KÖRBS, Beobachtungen über Variation der Kristalltracht des Chlornatriums. Diss. Leipzig 1907. p. 28.

³ O. LEHMANN, Molekularphysik. 1. p. 300.

der äußeren Wachstumsbedingungen könnte beim Topas so groß sein, daß dieses Mineral trotz seiner guten Spaltbarkeit nach der Basis meist senkrecht zu dieser Fläche gestreckt ist.

Von allgemeinerer Bedeutung als die Spaltbarkeit werden also in vorliegender Frage die Wachstumsverhältnisse sein. Daß ein Kristall in einer Richtung besonders ausgebildet erscheint, ist nur durch größere Wachstumsgeschwindigkeit nach dieser Richtung im Vergleich zu den anderen Richtungen zu deuten; in einer tafelligen Ausbildung wird größere Wachstumsgeschwindigkeit nach mindestens zwei Richtungen zum Ausdruck kommen. Bei der wohl berechtigten Voraussetzung einer Verschiedenheit der Oberflächenspannung auf verschiedenen Teilen der Kristalloberfläche dürfte die Annahme einer größeren Oberflächenspannung auf solchen Teilen der Kristalloberfläche zu Recht bestehen, die besonders starkes Wachstum aufweisen. Darans würde sich der Satz ableiten, daß Kristalle auf ihrer Unterlage meist mit solchen Stellen ihrer Oberfläche aufwachsen, die besonders große Oberflächenspannung (bezogen auf die Grenzfläche Kristall—Lösung) besitzen. Ob eine Einschränkung dieser Regel durch Berücksichtigung des Verhältnisses der Oberflächenspannungen der Kristallflächen gegenüber der festen Unterlage erforderlich ist, muß vorläufig eine offene Frage bleiben. Da meist die Hauptwachstumsrichtungen in den Spaltflächen liegen, würde sich so der oben angeführte Zusammenhang der Spaltflächen mit der Aufwachsfläche leicht erklären.

Ich möchte noch auf eine bemerkenswerte Beobachtung BECKE's hinweisen, daß nämlich Traubenzuckerkristalle stets mit dem leichter löslichen Ende aufwachsen. Wenn die Annahme der Reziprozität des Lösens und Wachsens von Kristallen, wie es mir scheint, zu Recht besteht, so würde sich diese Erscheinung auch so ausdrücken lassen, daß Traubenzuckerkristalle stets mit dem Orthoachsenende aufwachsen, an dessen Austrittsstelle die größere Oberflächenspannung vorhanden ist.

Mit der BECKE'schen Beobachtung am Traubenzucker stimmt auch das Aufwachsen der nach der c-Achse gestreckten Weinsäurekristalle mit einem Ende dieser Achse überein, wie sich aus den Messungen der Lösungsgeschwindigkeiten durch KÖRBS¹ klar ergibt:

$$(100) : (10\bar{1}) : (110) : (1\bar{1}0) : (101) : (011) : (001) : \\ 1,00 : 1,29 : 1,49 : 1,55 : 1,63 : 1,68 : 1,76.$$

Die fast ausnahmslose Aufwachsung der Zwillingkristalle mit ihrem ausspringenden (und nicht dem einspringenden)

¹ A. KÖRBS, Über die abweichende Lösungsgeschwindigkeit verschiedenartiger Kristallflächen in Wasser. Diss. 1907. p. 20.

Winkel dürfte als besonderer Fall des Satzes über die gesetzmäßige Aufwachsung der Kristalle anzusehen sein.

Während z. B. ein nach der Hauptachse gestreckter einfacher einachsiger Kristall seine größte Wachstumsgeschwindigkeit in der Richtung dieser Achse besitzt und stets mit einem Ende der Hauptachse senkrecht zur Unterlage aufgewachsen ist, sind zwei Kristalle von gleicher Kombination, die zu einem Zwilling mit gekreuzten Achsen verbunden sind, fast immer nach der Symmetrielinie der Hauptachsen verzerrt¹, d. h. nach dieser Richtung am stärksten gewachsen, so daß nach unserem Satze über die Aufwachsung der Kristalle der Zwilling auch mit der Symmetrielinie der Hauptachsen senkrecht zur Unterlage stehen muß. Daß nun meist das Ende der Symmetrielinie mit dem ausspringenden Winkel an der Unterlage aufsitzt, dürfte sich daraus erklären, daß im Schnittpunkte der Hauptachsen, d. h. der Hauptwachstumsrichtungen eine Verstärkung der Kristallisationskraft und damit eine größere Oberflächenspannung an diesem Ende wahrscheinlich ist.

Zum Schluß möchte ich den Satz über die gesetzmäßige Aufwachsung der Kristalle in folgender Form aussprechen:

Jeder ungestört aufwachsende Kristall nimmt zu seiner Unterlage eine Gleichgewichtslage an, die durch seine Oberflächenenergie bestimmt ist.

FRANKENHEIM (a. a. O. p. 356, 357) war geneigt, die Art der Aufwachsung für die einzige Ursache der verschiedenen Tracht eines Kristalles zu halten. Ich möchte im Gegensatze dazu den Satz aufstellen, daß die Art der Aufwachsung von der Kristalltracht abhängt (Turmalin, Cölestin), genetisch gesprochen, von den wechselnden Wachstumsbedingungen. Ein Einfluß der Aufwachsung auf die Kristallgestalt ist selbstverständlich nicht zu leugnen; in vielen Fällen wird er in einer Verzerrung zum Ausdruck kommen.

¹ F. BECKE, Über die Ausbildung der Zwillingskristalle. Fortschritte. 1. 1911. p. 68 ff.

ZOBODAT - 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: [Herrscht Zufall oder Gesetz beim Festwachsen der Kristalle auf ihrer Unterlage? 65-70](#)