

# Die Tracht der Kristalle.

Von

**F. Becke.**

---

Vortrag, gehalten den 27. Februar 1907.

*(Mit Skioptikondemonstrationen.)*

Mit 10 Abbildungen im Texte.



In jeder Darstellung der Kristallographie kann man die Behauptung finden, daß die Gestalt der Kristalle etwas ganz Gleichgültiges sei. Nur auf die Lage der Kristallflächen komme es an, auf ihre gegenseitige Neigung, auf die Winkel, die sie miteinander einschließen; ihre Größe, ihre Ausbildung, das Ausmaß, in dem sie sich an der Begrenzung des Kristalls beteiligen, sei ganz gleichgültig, einem steten Wechsel unterworfen, eine Sache des Zufalls, daher jeder wissenschaftlichen Bedeutung bar und einer Erforschung ganz unzugänglich.

Der Satz hat ja natürlich etwas Richtiges und die Häufigkeit der verzerrten Kristalle beweist das zur Genüge. Dennoch ist der Satz in dieser Form ausgedrückt falsch und die Tatsache, daß ein erfahrener Mineraloge sehr viele Mineralarten sofort an der charakteristischen Gestalt der Kristalle erkennt, beweist, daß die Gestalt, die Tracht, doch nicht so ganz ohne Bedeutung ist.

Bevor wir aber in der Erörterung fortfahren, wird es gut sein, einiges über das Wesen der Kristalle vorzuschicken und dann eine Begriffsbestimmung über dasjenige zu geben, was wir die Tracht der Kristalle nennen.

Die Kristalle haben vielerlei Flächen; manchmal sind die Formen einfach, manchmal recht kompliziert; immer aber beherrscht ein strenges Gesetz die gegenseitige Neigung der Flächen. Wenn wir an einem Kristall die gegenseitige Lage von vier Flächen festgelegt haben, so ist damit die Lage aller Kristallflächen bestimmt, die an dem Kristall überhaupt möglich sind. Die Ableitung erfolgt nach streng mathematischen Gesetzen und ist auch mit dem Bau der Kristalle in engem Zusammenhang. Wir können also voraussagen, welche Flächenlagen an einem gegebenen Kristall überhaupt vorkommen können, wenn die Lage von wenigstens vier Flächen bekannt ist, von denen nicht drei einer Linie parallel sein dürfen.

Welche von diesen kristallographisch möglichen Flächen aber tatsächlich auftreten, was für eine Gestalt sie dem Kristall geben werden, das ist durch das kristallographische Grundgesetz nicht bestimmt.

Um uns klarzumachen, worauf es hiebei ankommt, müssen wir uns in Erinnerung bringen, wie ein Kristall überhaupt wächst. Die erste Entstehung eines Kristalls können wir nicht beobachten, wohl aber können wir sein Wachstum verfolgen, und da zeigt sich denn, daß das Wachsen der Kristalle lediglich durch Auflagerung an die jeweilige Oberfläche erfolgt. Bei diesem Oberflächenwachstum bleibt die Lage der vorhandenen Kristallflächen ungeändert, es sieht so aus, als ob jede Kristallfläche parallel zu sich selbst nach außen rücke.

Damit dieser Erfolg eintrete, muß natürlich die Schichte, die sich auf einer ebenen Fläche in gegebener Zeit

absetzt, überall gleich dick sein. Jeder Teil derselben Kristallfläche hat daher gleiche Wachstumsgeschwindigkeit.

Wenn wir einen Kristall betrachten, der eine bestimmte Form besitzt, und wir nehmen wahr, daß er während des Wachsens diese Form beibehält, so kann dies nur dadurch geschehen, daß die Wachstumsgeschwindigkeiten auf den einzelnen Flächen in einem bestimmten Verhältnis zu einander stehen.

Soll z. B. ein würfelförmiger Kristall im Wachsen seine Gestalt bewahren, so muß die Wachstumsgeschwindigkeit auf allen Flächen des Würfels gleich sein. An einem langsäulenförmigen Kristall, z. B. von Antimonglanz, müssen die in gleicher Zeit auf den Säulenflächen abgesetzten Schichten beträchtlich dünner sein, als auf den Pyramidenflächen am Kopf. Umgekehrt bei einem tafelförmigen Kristall, etwa von Glimmer, wo in gleichen Zeiten auf den Randflächen dickere Schichten sich absetzen, als auf der Tafelfläche.

Derartige Wachstumsverhältnisse kommen tatsächlich vor und lassen sich öfter an den fertigen Kristallen noch in Durchschnitten erkennen. (Demonstration von Schichtkristallen.)

Ich glaube, daß wir nun in der Lage sind, die Beständigkeit der Tracht eines Kristalls zu verstehen. Sie beruht auf einem gesetzmäßigen Verhältnis der Wachstumsgeschwindigkeit der verschiedenen Kristallflächen eines Kristalls.

In weiterer Verfolgung dieses Gedankens kommen wir dann zur Einsicht, daß an der Oberfläche des Kristalls diejenigen Kristallflächen den größten Raum einnehmen, die das langsamste Wachstum haben. Je rascher eine Kristallfläche wächst, desto mehr wird sie an der Oberfläche des Kristalls zurücktreten. Der Kristall umgibt sich mit jenen Kristallflächen, denen das langsamste Wachstum zukommt.

Ja wir können noch einen Schritt weiter gehen. Daß der Kristall überhaupt durch das Wachsen zu einer ebenflächigen Form gelangt, verdankt er dem Vorhandensein gewisser Richtungen langsamsten Wachstums. Denken wir uns aus einem Kristall eine Kugel hergestellt und in eine Lösung gebracht, in der er wachsen kann. Die Kugel wird sich vergrößern durch Absatz von Substanz an der Oberfläche. Das Wachsen erfolgt aber nicht an allen Stellen gleichmäßig. Dort, wo die Richtungen des kleinsten Wachstums ausstrahlen, wird die Kugel im Weiterwachsen eine Abplattung zeigen. In den dazwischen liegenden Stellen größeren Wachstums werden sich Vorsprünge bilden. Die Kugel nimmt so nach und nach die ebenflächige Gestalt des Kristalls an.

Wir haben also in einem wachsenden Kristall Richtungen kleinsten Wachstums senkrecht auf den Kristallflächen, dazwischen treten an Ecken und Kanten Richtungen stärkeren Wachstums auf.

Auf diesen Verhältnissen beruht unter anderem auch das Ausheilen der Kristalle. Brechen wir einem Kristall, z. B. einem Alaunoktaeder, die Spitze ab, so legen wir

eine Oberfläche frei, auf der Richtungen stärksten Wachstums ausstrahlen. In eine Lösung gebracht, wird ein solcher Kristall die Bruchfläche mit einer starken Schicht überziehen, während auf den Kristallflächen gleichzeitig dünne Schichten sich ablagern. Die Folge ist, daß der Kristall in verhältnismäßig kurzer Zeit seine Gestalt wieder herstellt, und dabei ist gar nichts Geheimnisvolles, sondern nur das Walten jener Gesetze, die das Wachsen des Kristalls überhaupt beherrschen.

Wenn wir also bei einer Kristallart regelmäßig eine bestimmte Ausbildung der Kristallform wahrnehmen, wenn ihr eine bestimmte Tracht zukommt, so bedeutet das, daß die Wachstumsgeschwindigkeiten der verschiedenen Kristallflächen in einem konstanten Verhältnis stehen.

Dieses konstante Verhältnis kann offenbar durch vergleichsweise geringfügige Ursachen gestört werden. Lassen wir ein Alaunktaeder, in einem größeren Gefäß aufgehängt, langsam wachsen, so kann die gleiche Wachstumsgeschwindigkeit aller Oktaederflächen zur Geltung kommen, wir erhalten ein ebenmäßiges Oktaeder. Legen wir den wachsenden Alaunkristall auf den Boden der Kristallschale, so wird er in bestimmter Weise verzerrt. Der Auflagerungsfläche wird wenig Nahrung zugeführt. Den seitlichen Flächen strömt fort frische Lösung zu, die dort ihren Überschuß absetzt, die obere Fläche wird von jener Lösung umspült, die ihren Überschuß grobenteils abgesetzt hat, weniger übersättigt geworden ist, hier erfolgt gleichfalls langsames Wachstum. Die Folge

ist: Verzerrung, Abplattung des Oktaeders nach der Auflagerungsfläche; öfter auch das Auftreten von neuen Kristallflächen, welche die oberen Kanten und Ecken des Oktaeders abstumpfen, nicht die unteren.

Hier können wir die Ursache der Verzerrung leicht nachweisen. Bei vielen natürlichen Kristallen sind wir das nicht imstande.

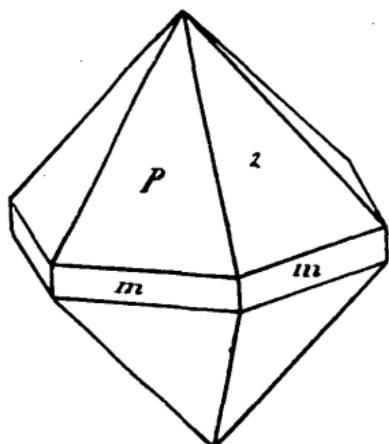


Fig. 1.

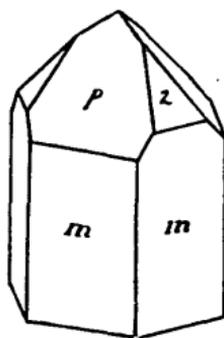


Fig. 2.

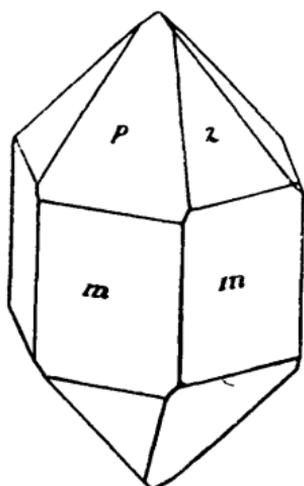


Fig. 3.

Trotz dieser Verzerrungen erkennen wir häufig eine bestimmte Tracht der Kristalle, welche sich bisweilen gesetzmäßig mit der Art des Vorkommens, mit der Bildungsweise der Kristalle ändert.

Ein schönes Beispiel liefert uns der Quarz, der in den meisten seiner Vorkommen ziemlich einfache Formen zeigt: sechsseitiges Prisma mit der sechsseitigen Doppelpyramide, die eigentlich die Kombination zweier Rhomboeder von gleicher Hauptachse ist.

Während nun die Bergkristalle langsäulenförmige Kristalle mit vorwaltender Säule zeigen (Fig. 2), sehen wir am gemeinen Quarz kürzere Säulen (Fig. 3), an den in vulkanischen Gesteinen auftretenden Porphyrquarzen Doppelpyramiden mit ganz niedrigen Prismenflächen (Fig. 1).

Offenbar ist die Wachstumsgeschwindigkeit der Pyramidenflächen beim aus Lösungen abgeschiedenen Bergkristall größer als die der Prismenflächen, beim Porphyrquarz kleiner.

Haben wir einmal diese Beziehungen klar erfaßt, so sehen wir auch sofort ein Mittel, um die Wachstumsgeschwindigkeit der verschiedenen Kristallflächen exakt anzugeben.

Nehmen wir an, der Kristall hätte nach allen Richtungen gleiche Wachstumsgeschwindigkeit, dann würde bei einem schwebend gebildeten Individuum eine Kugel, statt eines aufgewachsenen Kristalls eine Halbkugel entstehen.

Denken wir uns eine mit dem Kristall volumgleiche Kugel, so gibt uns der Radius dieser Kugel das Maß für diese Wachstumsgeschwindigkeit, in der alle Unterschiede der Richtung ausgeglichen sind. Wir können diesen Radius finden, indem wir den Kristall abwägen, das Gewicht durch das spezifische Gewicht des Kristalls dividieren, der Quotient ist dann gleich dem Volumen; setzen wir das gefundene Volumen gleich  $\frac{4}{3} r^3 \pi$ , so ist  $r$  der gesuchte Radius.

Messen wir nun an dem Kristall den Abstand zweier gleicher gegenüberliegender Flächen, so ist dieser proportional der doppelten Wachstumsgeschwindigkeit der betreffenden Kristallfläche. Dividieren wir den halben Abstand  $d$  durch den berechneten Radius  $r$ , so erhalten wir die Zahl, die von der zufälligen Größe des Kristalls unabhängig die relative Wachstumsgeschwindigkeit der betreffenden Kristallfläche angibt.

Bei aufgewachsenen Kristallen würden wir zweckmäßigerweise eine volumgleiche Halbkugel zur Berechnung der relativen Wachstumsgeschwindigkeit heranziehen.

Die Zahlen für die relativen Zentraldistanzen bei den vorgeführten Quarzen sind:

	Prisma	Positives Rhomboider	Negatives Rhomboider
Porphyrquarz . . . . .	1·08	0·89	0·89
Gemeiner Quarz . . . . .	0·82	0·97	1·03
Bergkristall . . . . .	0·61	1·30	1·38

Sie lassen den deutlichen Unterschied in der Tracht dieser Quarzarten trefflich ersehen.

Ähnlich verhält es sich mit den Feldspaten. Die aus Lösungen abgesetzten Adulare (Fig. 4) zeigen eine wesentlich andere Tracht als die aus dem Schmelzfluß gebildeten Kristalle der Trachyte, Porphyre und Granite (Fig. 5). Einige der Hauptflächen sind beiden Arten des Vorkommens gemeinsam: die Prismenfläche  $T$ , die Endfläche  $P$ , die Längsfläche  $M$ . Dazu kommen beim aufgewachsenen Adular  $x$ , häufig auch  $q$ . beim einge-

wachsenen Orthoklas die Fläche  $y$ . Die schmalen Prismen  $z$  kommen gelegentlich bei beiden vor.

Die relativen Zentraldistanzen der Hauptformen  $T$  und  $P$  sind auffallend verschieden,  $M$  dagegen ziemlich konstant, wie folgende Tabelle erweist:

	$P$	$T$	$M$	$y$	$x$	$q$	$z$
Adular <sup>1)</sup>	1.85	0.49	0.75	—	1.84	1.90	0.67
Orthoklas <sup>2)</sup>	0.64	0.98	0.78	1.32	—	—	—

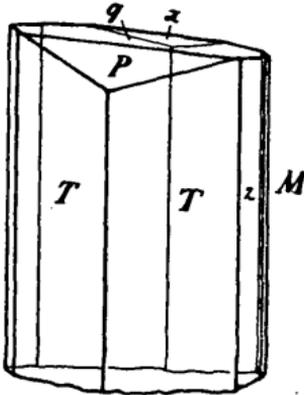


Fig. 4.

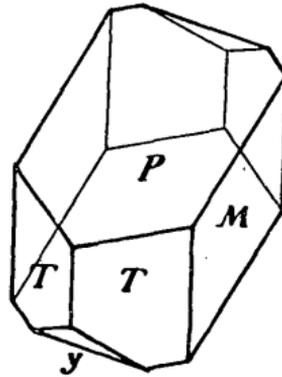


Fig. 5.

Die angeführten Beispiele, welche leicht vermehrt werden könnten, zeigen, daß mit bestimmten Arten des Vorkommens, also unter gegebenen Wachstumsbedingungen, die Wachstumsgeschwindigkeiten in ganz bestimmter Weise variieren und dadurch eine charakteristische Tracht der Kristalle bedingen.

<sup>1)</sup> Nach einem Kristall vom Zillertal des mineralog. Universitätsinstitutes.

<sup>2)</sup> Nach einem Kristall von Pikes Peak, ermittelt von Prof. Franz Neugebauer.

Läßt sich auch bei künstlichen Kristallen ähnliches beobachten?

Diese Frage dürfen wir bejahen, obgleich nur wenige Untersuchungen nach dieser Richtung vorliegen.

Seit langer Zeit weiß man, daß Alaunkristalle aus ihrer eigenen Lösung in Oktaedern kristallisieren, daß in einer mit Ammoniak versetzten Lösung die Kristalle Würfelflächen bekommen, ja daß schließlich reine Würfel erhalten werden (sogenannter kubischer Alaun). Während also in der gewöhnlichen Lösung die Wachstumsgeschwindigkeit des Oktaeders kleiner ist als die der Würfelfläche, ist es in ammoniakalischer Lösung umgekehrt.

Zu sehr hübschen Ergebnissen hat die Untersuchung einer Gruppe von Doppelsalzen geführt, die in den letzten Jahren von Frl. Dr. Gerhart im mineralogischen Institute ausgeführt wurde. Diese Doppelsalze  $AB$  wurden einmal aus einer Lösung genau von der Zusammensetzung  $AB$ , dann aus einer Lösung mit dem möglich größten Überschuß von  $A$ , dann aus einer Lösung mit Überschuß von  $B$  gezüchtet.  $A$  war Kalium und Ammoniumsulfat,  $B$  war Magnesium, Zink, Nickel, Kupfersulfat. Dabei zeigte sich eine ganz regelmäßige Änderung der Kristalltracht, die bei allen Salzpaaren ähnlich verlief. Überschuß an Metallsulfat bewirkte Streckung der Kristalle in der Vertikalachse, Überschuß des Alkalisulfates Abplattung. Nur das Kupfersalz verhielt sich anders und zeigte insbesondere bei Überschuß von Alkalisulfat sehr abweichende Formen.

Eine sehr interessante Gruppe von gesetzmäßigen Veränderungen der Tracht beobachtet man an Zwillingkristallen. Unter einem Zwilling versteht man in der Kristallographie eine gesetzmäßige Verwachsung zweier Kristallindividuen, welche mindestens eine Kristallfläche und in dieser mindestens eine Kantenrichtung gemeinsam haben. Man kann nun bisweilen beobachten, daß bei einer Kristallisation einfache und Zwillingkristalle sich gleichzeitig gebildet haben. Dann findet man häufig, daß die Form der Zwillingkristalle stark abweicht von der der einfachen Kristalle, und man kann diese abweichende Form dadurch erläutern, daß man bemerkt, am Zwilling sei das Wachstum längs der gemeinsamen Kantenrichtung oder, wenn mehrere vorhanden sind, längs der gemeinsamen Kantenrichtungen vermehrt. Für diesen Satz werden, seit man darauf aufmerksam geworden ist, fortwährend neue Belege gefunden. Einige Fälle, die in letzter Zeit im mineralogischen Institut der Wiener Universität genauer studiert worden sind, mögen hier angeführt werden.

Der gewöhnliche Feldspat, Orthoklas, bildet häufig als Gemengteil der Granite, Porphyre, Trachyte rundum ausgebildete Kristalle von recht einfacher Form. Eine etwas gestreckte Säule, gebildet von vier aufeinander senkrecht stehenden Flächen, ist am Ende von drei Flächen geschlossen. Nach zwei von den Säulenflächen sind die Kristalle vollkommen spaltbar (*P*), nach zwei anderen etwas minder vollkommen (*M*). Die paarweise am Ende auftretenden Flächen (*T*) verraten undeutliche

Spaltbarkeit. Die einzeln auftretende ( $y$ ) zeigt keine Spaltbarkeit. (Vgl. Fig. 5.)

Aber einfache Kristalle wie die beschriebenen sind selten. Viel häufiger sind Zwillinge, bei denen die  $M$ -Flächen und die Kante  $MT$  parallel sind. Diese Kristalle sehen ganz anders aus; sie sind tafelig nach  $M$  und in der Richtung der Kante  $MT$  in die Länge ge-

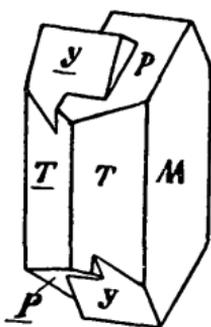


Fig. 6.

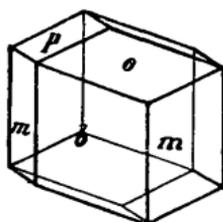


Fig. 7.

streckt. In dieser gemeinsamen Kantenrichtung hat ein vermehrtes Wachstum stattgefunden, das zur Folge hat, daß bisweilen auch ganz neue Flächen zum Vorschein kommen (Fig. 6).

Ein anderes hübsches Beispiel liefern uns die Hornblendekristalle, welche in der Nähe von Lukow in Böhmen in großer Zahl in einem basaltischen Tuff gefunden werden.

Die einfachen Kristalle, die hier fast ebenso häufig sind als die Zwillinge, sind kurzsäulenförmig von sechsseitigem Querschnitt, ein Flächenpaar geht parallel der Symmetrieebene des Kristalls ( $b$ ), zwei gegen die Symmetrieebene gleichgeneigte sind durch vollkommene Spalt-

barkeit ausgezeichnet ( $m$ ), am Ende finden sich drei Flächen, zwei gleiche zu beiden Seiten der Symmetrieebene ( $o$ ), eine einzelne ( $p$ ) senkrecht zur Symmetrieebene. Die Kristalle tragen oben und unten parallele Flächen. An den Kanten zwischen den Säulenflächen und denen am Kopfe des Kristalls finden sich selten ganz schmale Abstumpfungen (Fig. 7).

Die Zwillingkristalle haben die Flächen der Säule und die Vertikalachse gemeinsam. Die Flächen am Kopfe sind dagegen verschieden gelagert. Sowie beim Feldspat bekommt man von der Lage des einen Teilkristalls ausgehend die des anderen durch Drehung um  $180^0$  um die gemeinsame Vertikalachse. Was an den Zwillingen vor allem auffällt, ist die stärkere Streckung in der Richtung der Vertikalachse. Die Zwillinge sind  $1\frac{1}{2}$ , 2—4 mal länger als breit. Hand in Hand damit geht ein immer auffallenderes Zurücktreten der  $p$ -Flächen, wogegen die schmalen Kantenabstumpfungen immer mehr hervortreten. Dadurch entstehen schließlich ganz fremdartige Gebilde. Am einen Ende sind die vier Flächen  $o$  vorhanden, am anderen ersetzen die Abstumpfungen der Kanten die  $p$ -Flächen (Fig. 8).

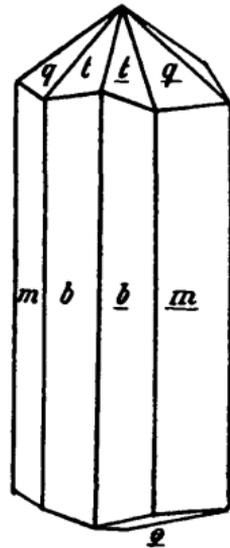


Fig. 8.

Einen sehr interessanten Fall lernen wir an Gipsstufen von Bochnia kennen. Die Gipskristalle treten dort

als Begleiter von Steinsalz auf. Drusen, die von dort stammen, zeigen zahlreiche einfache Kristalle, die krustenartig das Steinsalz überziehen und sich kaum über die Unterlage erheben. Dazwischen stehen mehrere zentimeterlange schlanke Säulen, an denen man nur schwierig die Formen des einfachen Kristalls wiedererkennt. Die einfachen Kristalle sind flache Säulen der Flächen  $l$ , am Ende ein dachförmiges Paar von zwei Flächen  $m$  gebildet, die scharfe Kante der Säule durch die Fläche vollkommener Spaltbarkeit schmal abgestumpft.

Die Zwillingskristalle haben wieder die Flächen  $m$  gemeinsam und die Kanten parallel. Nach dieser gemeinsamen Richtung ist wiederum das ganze Gebilde in die Länge gewachsen. Die Flächen  $l$ , die einen einspringenden Winkel bilden sollten, treten sehr zurück, die Spitze, die die Flächen  $l$  und  $m$  bilden sollten, wird durch die am einfachen Kristall fehlenden Flächen  $n$  und  $o$  ersetzt.

Auch hier hat man das enorme Wachsen in der gemeinsamen Kantenrichtung und so wie bei der Hornblende von Lukow sehen wir Kristallflächen auftreten, die dem Kristall gleichsam Stoff sparen, um der Vermehrung des Wachstums an der Zwillingsgrenze nachkommen zu können.

Sehr auffallend sind auch die Formveränderungen an Zwillingskristallen von Kalkspat. Herr Dr. St. Kreuz hat diese Formveränderungen eingehend studiert und in einer Reihe von Abbildungen dargestellt (Demonstration). Eines der auffallendsten Beispiele soll hier wiedergegeben werden.

Von Bergen Hill (New-Yersey) kommen seit langer Zeit prächtige Kalkspatdrusen. Die einfachen Kristalle sind schlanke Pyramiden von sechsseitigem Querschnitt mit einer sechsseitigen Endfläche.

Zwei Kristalle verwachsen im Zwilling, so daß in beiden Teilkristallen eine Fläche des Rhomboeders und die symmetrische Diagonale dieser Fläche parallel liegen.

Fig. 9.

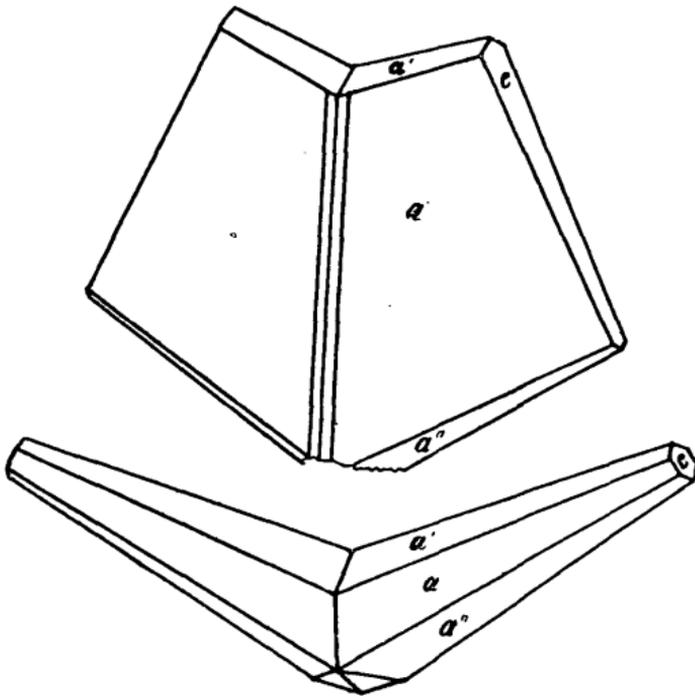


Fig. 10.

Konstruiert man nach diesem Gesetze den Zwilling nach der Form der einfachen Kristalle, so erhält man die Fig. 10. In der Tat sehen aber die Zwillinge so aus

wie Fig. 9. Auch diese höchst auffallende Gestaltveränderung läßt sich nach der angegebenen Regel beschreiben: Vermehrung des Wachstums in der gemeinsamen Richtung.

Sehr ähnliche Erscheinungen liefern auch die Quarzzwillinge, die in neuerer Zeit mehrfach von Japan in den Handel kommen. Der einfache Quarzkristall zeigt eine sechsseitige Säule  $a$  und eine Pyramide, die eigentlich eine Kombination von zweierlei Flächen  $p$  und  $z$  darstellt. Im Zwilling sind je eine Säulenfläche  $a$  und die Kante  $ap$  parallel. Die Zwillinge zeigen nun stets eine plattenförmige Gestalt und sind nach der gemeinsamen Kante stets merklich, manchmal auffallend gestreckt.

Die Reihe der Beispiele könnte noch lange fortgesetzt werden, doch wird das angeführte genügen, um zu erkennen, wie durch die Zwillingbildung das Wachstum des Kristalls längs der Zwillingsgrenze in den gemeinsamen Kantenrichtungen gesteigert, die Form des Teilkristalls im Zwilling gesetzmäßig verändert wird.

In diesen Fällen regelmäßiger Verzerrung durch Zwillingbildung läßt sich gleichfalls die Änderung der Tracht exakt durch die relativen Zentraldistanzen darstellen. Hierbei zeigt sich dann, daß bei Zwillingkristallen mit geneigten Achsen die Zentraldistanzen gleicher Kristallflächen ungleich groß werden, und zwar wird die Zentraldistanz der Flächen um so mehr gesteigert, je näher ihre Normale der gemeinsamen Kantenrichtung des Zwillings kommt.

So sind bei dem einfachen Orthoklaskristall Fig. 5 und bei dem Zwilling Fig. 6 die Zentraldistanzen:

	<i>M</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>y</i>
Einf. Kr. . . .	0·78	0·64	0·98	1·32
Zwilling . . . .	0·45	1·66	0·75	1·29

Bei den Kalkspatkristallen Fig. 9 und 10 sind die Zentraldistanzen:

Einf. Kr.	$a_1 = a = a_2 = 0·59$ ,	$c = 3·75$
Zwilling	$a_1 = 1·97$ ,	$a_2 = 0·15$ , $c = 2·3$

Es ist zu berücksichtigen, daß nach der Art der Berechnung Vergrößerung einer Zentraldistanz Verkleinerung der anderen herbeiführt.

Auch bei Zwillingskristallen mit parallelen Kristallachsen gilt die gleiche Regel, wofern man die Zentraldistanzen im Zwilling mit jenen des einfachen Kristalls vergleicht.

Nun können wir die Frage aufwerfen: Warum ist das Wachstum der Zwillingskristalle gesteigert? Wenn wir etwas anthropomorphisch veranlagt sind, könnten wir antworten: Es ist einfach eine physikalische Nutzenanwendung des Satzes: Eintracht macht stark oder des Wahlspruches unserer kaiserl. Majestät: Viribus unitis. Aber als kritische Naturforscher sind wir mit solchen Ausdeutungen nicht ganz einverstanden.

Nun will ich eine Erklärung zu geben versuchen, die freilich auch zum großen Teile hypothetisch ist, aber doch vielleicht den Vorteil hat, eine klare und anschauliche Vorstellung von dem zu bieten, was vorgeht.

Zunächst müssen wir uns klarmachen, daß das Wachsen des Kristalls immer eine Diffusionsströmung in der Lösung hervorrufen muß: Indem der Kristall Gelöstes aus der Umgebung zu seiner Vergrößerung verwendet, muß um den Kristall herum ein Hof verhältnismäßig geringerer Konzentration entstehen, in welchen fortwährend von außen neue Partikel des Gelösten einwandern.

Stellen wir uns auf den Boden der Molekularhypothese, so haben wir uns zu denken, daß die Teilchen, bevor sie sich im Kristall regelmäßig zusammenfügen, in der Lösung alle möglichen Stellungen einnehmen werden. Das Wachsen des Kristalls erfolgt dadurch, daß der Kristall auf die schwebenden Teilchen, wollen wir sie Kristallmolekel nennen, eine richtende Kraft ausübt, wodurch die beweglichen Teilchen parallel gestellt und schließlich in den ihnen nach dem Molekularbau des Kristalls zukommenden Stellungen festgehalten werden. Die richtenden Elemente würden die Kantenrichtungen des Kristalls sein, d. h. die noch bewegliche Kristallmolekel würde keine drehende Richtkraft vom Kristall erfahren, wenn die Kantenrichtungen der Molekel sämtlich mit denen des Kristalls parallel stehen.

An der Zwillingsgrenze würden nun zwei Teilkristalle bezüglich der gemeinsamen Kantenrichtung zusammenwirken. Bezüglich der Stellung der anderen Kantenrichtungen würden den noch unorientierten Kristallmolekeln zwei Stellungen angeboten werden und es ist nicht unwahrscheinlich, daß von allen bezüglich der

gemeinsamen Kantenrichtung bereits orientierten Molekeln eine größere Zahl entweder die eine oder die andere Gleichgewichtslage in gegebener Zeit erreichen wird, als wenn nur eine einzige Lage angeboten würde, wie bei einem einfachen Kristall; die Vermehrung des Wachstums unterbleibt dort, wo ein solches Zusammenwirken der Teilkristalle des Zwillings nicht eintritt, wo die gemeinsamen in die Umgebung ausstrahlenden Kantenrichtungen fehlen.

Wenn aber aus dem Lösungshof des Zwillings in gegebener Zeit mehr Kristallmolekel fixiert werden als sonst, muß sich ein umso energischerer Diffusionsstrom nach jenen Stellen entwickeln, wo dieses vermehrte Ausscheiden der Kristallmolekel Platz greift, und dieser Diffusionsstrom wird wieder seinerseits das Wachstum des Zwillingskristalls befördern.

So können wir uns von der merkwürdigen Erscheinung ganz gut Rechenschaft geben, wobei wir freilich die Hypothese mit in Kauf nehmen müssen, daß der Kristall aus regelmäßig angeordneten kleinsten Teilchen bestehe, die aufeinander richtend und fixierend einwirken, eine Hypothese, die wir allerdings nicht beweisen können, denn niemand hat noch diese supponierten Kristallmolekel gesehen, die uns aber auch sonst eine ganze Menge Erscheinungen in der Welt der Kristalle anschaulich zu machen imstande ist.

---