

INSTITUT FÜR FILM UND BILD IN WISSENSCHAFT UND UNTERRICHT  
HOCHSCHULFILM C 621/1952

Aus dem Mineralogisch-Petrographischen Institut  
der Universität Münster (Westf.)

**Kristallwachstum**

Von Prof. Dr. H. SEIFERT

(Mit 2 Abbildungen)

Aus dem Mineralogisch-Petrographischen Institut  
der Universität Münster (Westf.)

## **Kristallwachstum**

Von Prof. Dr. H. SEIFERT  
(Mit 2 Abbildungen).

An Hand von einfachen Wachstumsversuchen werden die Grundvorgänge der Kristallisation in Zeitraffung dargestellt: Kristallisation aus Lösungen, aus der Schmelze und aus der Dampfphase. Es folgen Umwachsungen und Mischkristallbildungen sowie orientierte Aufwachsungen. Schließlich wird die Umwandlung einer metastabilen in die stabile Phase gezeigt. Der Film ist für den Hochschulunterricht bestimmt. Die Schmalfilmkopie (16 mm-Stummfilm) hat eine Länge von 116 m entsprechend 11 Minuten Vorfuhrdauer bei einer Vorfuhrgeschwindigkeit von 24 B/s.

### **I. Allgemeine Vorbemerkungen**

Die Kristallbildung erfolgt in zwei Stufen: Keimbildung und eigentliches Kristallwachstum, d.h. Auswachsen des gebildeten Keims.

Die Keimbildung ist filmisch nicht erfaßbar. Was abgebildet werden kann, entspricht stets nur dem zweiten Stadium.

In welcher Weise das Wachstum eines Kristallkeims vor sich geht, hat die Kristallographie seit ihrer Begründung durch N. STENO 1669 beschäftigt. Das Wesentliche des Vorgangs kann nur dann erschaut werden, wenn der Keim sich innerhalb eines isotropen Bildungsmediums durch Massenzuwachs frei von äußeren Kräften vergrößert. Dieser Stoffzuwachs — das erkannte schon STENO — geschieht von außen durch Apposition, nicht nach Art der Organismen von innen heraus durch Intussuszeption.

Die Kinematik dieses Vorgangs ist indes erst seit wenigen Jahrzehnten genauer erforscht. Der Kristallkeim enthält naturgemäß schon in der Uranlage das allgemeine Wesen des Zustandes, die dreidimensional-periodische Ordnung seiner elementaren Bausteine, wie auch das Spezielle der besonderen Art ihrer Anordnung in seiner Kristallstruktur („innere Faktoren“). Der Keim zeigt

daher auch allgemein hinsichtlich des Wachstums als einer vektoriellen physikalischen Eigenschaft deren charakteristische Anisotropie oder Richtungsabhängigkeit (etwa dargestellt als Wachstumsgeschwindigkeit ( $W. G.$ ) für eine Richtung = Längenzuwachs/Sek.). Ferner prägt sich die spezielle Abhängigkeit der  $W. G.$  von der Richtung für eine bestimmte Art in der Symmetrie des entstehenden Wachstumskörpers aus. Dieser ist erfahrungsgemäß stets ein konvexes, von ebenen Flächen begrenztes Polyeder im Gegensatz zu beliebigen Häufungsformen geballter „fester“ Materie ohne Ordnung (Ideal: Kugelform). Für die jeweilige Gestaltung der relativen  $W. G.$ -Verhältnisse der verschiedenen Flächenarten einer Struktur sind neben den inneren Faktoren mitbestimmend die „äußeren“ oder „Milieufaktoren“ (Druck, Temperatur, Zustand des Bildungsmediums).

Schon STENO leitete aus seinen scharfsinnigen Beobachtungen ab, daß der Stoffansatz in der Form planparalleler Schichten auf diesen Kristallflächen erfolgt, und fand damit das oft nach ihm benannte Gesetz der Winkelkonstanz, das nur eine spezielle Form des allgemeinen, aus dem Strukturprinzip unmittelbar evidenten, kristallmorphologischen Grundgesetzes, des bekannten Rationalitätsgesetzes, darstellt. Anders ausgedrückt: Die Flächen verschieben sich parallel zu sich selbst. Herrschen konstante Bedingungen und damit (in nur erster Näherung, wie wir heute wissen) eine konstante  $W. G.$  jeder Flächenart, so kann ein Keim sich beim Wachstum geometrisch ähnlich bleiben; die Kombination seiner Flächen nach Art und Zahl stellt dann den „Endkörper des Wachstums“ dar. Im anderen Fall durchläuft ein Kristallkörper auf Grund sehr einfacher kinematischer Gesetze in einem geometrischen Konkurrenzkampf der Flächen eine Reihe von Wachstumsstadien, ehe er das Endkörperstadium erreicht. Dieses ist von den Flächen absolut kleinster  $W. G.$  begrenzt.

Ein Beispiel erläutere das noch weiter (vgl. Abb. 1): Haben an einem regulären Kristall Würfel und Rhombendodekaeder gleiche  $W. G.$ , so stellt das Achteck im Inneren den Querschnitt // (100) für den Endkörper dar. Ändern sich die äußeren Bedingungen derart, daß

$$v_{100} : v_{110} = 2 : 3,$$

so entstehen die maßstabgerecht gezeichneten Wachstumsstadien,

deren letztes der neue Endkörper ist. Man sieht: Die Wachstumssektoren der allmählich virtuell werdenden Flächen verengen

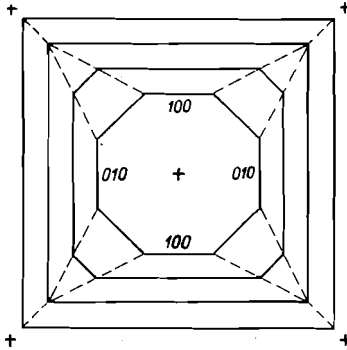


Abb. 1. Entwicklung des Würfels als „Endkörper des Wachstums“ aus der Flächenkombination Würfel + Rhombendodekaeder; im Schnitt nach (100)  
(Nach K. SPANGENBERG [8])

sich, die der anderen verbreitern sich auf Kosten jener. Die begrenzenden „Gratbahnen“ konvergieren bzw. divergieren, je nach Betrachtungsstandpunkt. — Gekrümmte Gratbahnen an Kristallkörpern würden also Inkonzanz seiner Wachstumsbedingungen anzeigen.

Die Verhältnisse lassen sich an einer Kristallart für bestimmte Wachstumsbedingungen vollständig im Kugelwachstumsversuch untersuchen. An der Kugel — künstlich durch Schleifen hergestellt — sind von vornherein sämtliche Flächenneigungen potentiell vorhanden, und sie haben alle gleiche Zentraldistanz und somit gleiche Wachstumschance. Das auf Grund von Experimenten maßstabgerecht gezeichnete Ergebnis eines solchen Versuchs zeigt beispielhaft für K-Al-Alaun Abb. 2.

In Abb. 1 stellten die behandelten Endkörper je eine sogenannte „Kristalltracht“ als Inbegriff des vorhandenen Formenbestandes dar; die für das Gedankenexperiment gezeichneten Zwischenstadien waren im „Habitus“ davon unterschieden. Die Entwicklung der Kugel in Abb. 2 auf den Endkörper hin, eine Kombination von Oktaeder mit Würfel, zeigt wieder eine Folge verschiedener Trachten und zugleich Habitusunterschiede.

Das Kugelwachstum ermöglichte, entgegen einer ursprünglichen Erwartung, keineswegs die beliebige Realisierung vieler Kristall-

flächen relativ großer W. G. Es bestätigte damit die bisherige Erfahrung an allen natürlichen Kristallarten, die in dem Satz von den „kleinen rationalen Indizes“ zum prägnanten Ausdruck gelangt war. In Erscheinung tritt an diesen „Makrokristallen“ stets nur eine ziemlich kleine, begrenzte Auswahl von Flächen, die sich als in engem Zusammenhang stehend mit der Massenbelegung der ihnen parallelen Strukturebenen der betreffenden Kristallstruktur erwies, wenn auch dieser Zusammenhang keineswegs ein einfacher und eindeutig aufgeklärter ist. Dies weist auf die Notwendigkeit einer molekulartheoretischen Behandlung der Wachstumsvorgänge.

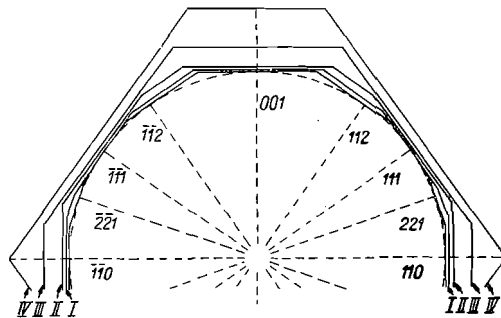


Abb. 2. Entwicklung einer Kugel von K-Al-Alaun zum „Endkörper des Wachstums“, einem durch den Würfel abgestumpften Oktaeder  
(Nach Versuchen von K. SPANGENBERG [8])

Eine zweite wichtige experimentelle Feststellung war die, daß im Verlaufe des Wachstums eine und dieselbe Flächenart in Abhängigkeit von der jeweiligen Kristalltracht auch unter konstanten Bedingungen keine Konstanz der W. G. besitzt, diese vielmehr in Abhängigkeit von ihrer Nachbarschaft am Kristallkörper einen bestimmten Gang aufweist. Auch dieser sogenannte „Randeffekt“ kann nur durch Vertiefung in gleicher Richtung, durch die Behandlung von Molekularvorgängen, gedeutet werden.

Es darf sich dabei nicht mehr nur um summarisch-thermodynamische Betrachtungen handeln; vielmehr müssen die molekularen Einzelschritte an den wachsenden Kristalloberflächen untersucht werden. Diese Leistung hat im ersten erfolgreichen Ansatz die energetische Molekulartheorie von KOSSEL [2] und STRANSKI [9] vollbracht, neben der die wertvollen Beiträge zum Problemkreis von M. VOLMER [10]

immer genannt werden müssen. Sie bearbeitet im Grunde und vergleicht die Anlagerungsenergie jeder einzelnen Stelle an einem Kristallkörper; dann leitet sie aus dem Prinzip höherer Wahrscheinlichkeit eines Einzelereignisses mit höherem Energiegewinn bei der Anlagerung an der betreffenden Stelle eine Rangordnung solcher ab und setzt daraus das wahrscheinliche Gesamtgeschehen zusammen. Für die Modellsubstanz NaCl stimmt die Erfahrung mit dem theoretischen Ergebnis dabei völlig überein (für „reines“ Wachstum).

An dieser Stelle kann weiter nur darauf hingewiesen werden, wo Möglichkeiten bestehen, die Auswirkungen der Molekularvorgänge — nicht wie schlechthin in der Summierung der groben Kinetik der sichtbaren Kristallflächen der Makrokristalle — auch unmittelbar sichtbar zu machen. Die Theorie ermöglicht für das Wachstum einer Kristallfläche, d. h. den Stoffansatz in einer planparallelen Schicht einer bestimmten Dicke pro Zeiteinheit, die Trennung in zwei Teilprozesse: Die flächenhafte (tangentielle) Ausbreitung von Molekularschichten, die im allgemeinen außerordentlich rasch erfolgt, und das „Normalenwachstum“ (als Fortschreiten des Ansatzes in Richtung der Flächennormale), d. h. die Aufeinanderfolge jener Ereignisse, an denen die relative Langsamkeit aus energetischen Gründen von besonderer Bedeutung ist, was übrigens zur Deutung jenes Randeffects verwertet werden kann. Nach der Theorie ist der Charakter der ersten Ansatzpunkte zu einer neuen „Schicht“ vom Bindungszustand der Kristallstruktur abhängig. Bei heteropolaren Kristallen soll die Ausbreitung so von Randstellen her, bei homöopolaren vom Inneren aus erfolgen.

Beobachtungen hierüber sind spärlich. Es kann nur an die ausgezeichneten Arbeiten von MARCELIN und Mitarbeitern [4, 5] erinnert werden, in denen nachgewiesen ist, daß man mit Hilfe der Interferenzfarben zwischen gekreuzten Nicols bis auf Unterschiede von Schichtdicken in molekularer Größenordnung herunterkommt, und in denen die wellenartige tangentielle Ausbreitung auf wachsenden Kristallflächen sichtbar gemacht wurde, wobei sogar scharfe gradlinige Stufengrenzen auftraten. Der Film wird Ähnliches, im Widerspruch zur theoretischen Vorhersage, zeigen. Die Ursache wird noch näher zu untersuchen sein.

Kristallskelette sind unvollkommene Bildungen. Sie entstehen, wenn das Kanten- und Eckenwachstum überhandnimmt und eine

Ausfüllung der Flächen mehr oder weniger unterbleibt. Starke Überschreitungen des Gleichgewichts sind erfahrungsgemäß die Ursache.

Lokale Störungen wie z.B. ungleichmäßige Stoffzufuhr in unbewegten Lösungen führen dazu, daß kristallographisch gleichwertige Flächen ungleich schnell wachsen. Das Ergebnis sind die sogenannten „Verzerrungen“, die schon STENO bekannt waren.

Kein Kristall wächst „ideal“ im Sinne der Gittertheorie. Ein jeder hat „Störstellen“, deren es verschiedene Typen gibt. Im allgemeinen erscheinen kleine Kriställchen — mit solchen wird der Film nur zu tun haben — noch ziemlich ungestört gebaut. Vergrößerte Formen zeigen in anderer Größenordnung diesen „Realkristallbau“ drastischer.

Die Molekulartheorie beinhaltet auch die Idee einer Zwischenstufe der an das wachsende Kristallgitter anzulagernden Bausteine, des „adsorptiven“ Zustandes, der nach Ansicht mancher auch mit der Möglichkeit einer tangentiellen Oberflächenwanderung verbunden sein kann. Adsorbiert werden können nun jedoch nicht nur diese arteigenen Bausteine, sondern auch gitterfremde, die im Bildungsraum mit enthalten sind.

In ihrem Verwandtschaftsgrad zum Kristallgitter können sie wohl grob geordnet werden. Hier interessieren insbesondere solche, die zur Mischkristallbildung befähigt sind. Sie erleiden eine spezifische, gerichtete, gegenüber allen übrigen bevorzugte Adsorption. Solchen gegenüber sind sie auch sichtlich verdrängungsfähig, während das gegenseitige Verhalten zwischen ihnen und den arteigenen Bausteinen ein durchaus wechselndes sein kann. Die Spezifität kann dabei eine selektive, flächengebundene sein! Immer aber werden sie unterhalb irgendeines „Löslichkeitsprodukts“ eingefangen und dann u.U. zu einem mischkristallartigen Gebilde eingebaut. Dieses kann im Sinn der Phasenlehre homogen oder zweiphasig sein. Ersteres sind die echten Mischkristalle, die zweiten meist anomale oder Mischkristalle II. Art.

Die Kristallgestalt echter Mischkristallisationen weist im allgemeinen nur Habitusdifferenzen auf, da die Tracht der reinen Komponenten meist ähnlich ist; die Unterschiede sind quantitativ naturgemäß abhängig vom Mischungsverhältnis. — Komplizierter liegen die Verhältnisse bei den anomalen Mischkristallen. Hier

treten häufig markante Trachtunterschiede gegenüber der reinen Wirtkomponente auf. Aber selbst unter scheinbar völlig gleichen äußeren Bedingungen kann ein recht wechselndes Ergebnis hinsichtlich Menge und Verteilung des Einbaus sowie der Formgestaltung beobachtet werden. — Einen auffallenden Trachtwechsel beobachtet man häufig dann, wenn das Bildungsmilieu zwar geändert ist, dennoch den Einbau eines an sich zeitweilig orientiert adsorbierten „Lösungsgenossen“ verhindert. Beispiele sind die Entstehung von Oktaedern bei NaCl unter Anwesenheit von Harnstoff (1782) oder von „Rhombendodekaedern“ bei der von Glykokoll. Diese trachtbeeinflussten Kristallisationen rücken so in enge genetische Verwandtschaft zu jenen anomalen Mischkristallen. — Die Gitterstörungen, die der Einbau nicht ganz „passender“ Bausteine mit sich bringt, bewirken einen vermehrten „Realkristallbau“, der sich in stärkerer subparalleler Blockbildung, schließlich in Wachstumsstillstand ausprägt.

Als eine Vorstufe der Mischkristallbildung kann man im Sinne der obigen kurzen genetischen Begründung die sogenannten „orientierten Verwachsungen“ ansehen. Für ihr Zustandekommen genügt, abgesehen von gewissen Bedingungen über den relativen Bindungscharakter der beteiligten Einzelbausteine beider, eine zwei- oder gar nur eindimensionale Strukturanalogie der Verwachsungsflächen. Auch hier wirkt die eine Substanz „impfend“ auf die zweite; auch hier kann man gewissermaßen von einem „Fortwachsen mit anderen Mitteln“ sprechen. Die dreidimensionalstrukturanalogen Komponenten echter Mischkristalle würden naturgemäß auf allen ihren Flächen solche Verwachsungen gegenseitig ermöglichen.

Das Wachstum von Aggregaten und die Herausbildung gewisser charakteristischer Aggregierungsformen in Abhängigkeit von der Kinematik des Vorgangs soll hier nicht behandelt werden.

## II. Erläuterungen zum Film

Der Film zeigt bewußt recht einfache Wachstumsversuche, die auch im Unterricht leicht reproduziert werden können. Es handelt sich stets um mikrophotographisch erfaßte, also auf engstem Raum



erfolgte Grundvorgänge, womit gewißlich einige Beeinträchtigungen hinsichtlich der Milieubedingungen — nicht strenge Konstanz vor allem — in Kauf genommen sind.

### *Kristallisation aus Lösungen<sup>1)</sup>*

Zunächst wird die einfache Kinematik eines Keims, der bereits Endkörperform besitzt, nämlich das Wachstum von Oktaedern des kubischen *K-Al-Alauns* in stärker übersättigter, warmer, wässriger Lösung verfolgt. Unter den einfachen Versuchsbedingungen bilden sich um den Kristall aufsteigende Konzentrationsströmungen aus. Ihr Einfluß prägt sich aus in dem deutlich sichtbaren Bewegungsbild des Abströmens oben von trigonaler Symmetrie und in der Herausbildung von Vizinalflächen der oberen horizontal liegenden Fläche. Der letzte Kristall erleidet aus unbekanntem Ursachen einen ganz kurzen Wachstumsstillstand, worauf ein verstärktes einseitiges Wachstum in einer Richtung erfolgt; ihr Ergebnis ist eine deutliche „Verzerrung“, eine Abweichung von der modellartigen Idealgestalt. Eine gewisse Verzerrung zeigen aber ohnedies gleichmäßig alle Kristalle: da sie auf einer Oktaederfläche aufliegen, bilden sie sich, indem die seitlichen, schräg liegenden Flächen schneller wachsen als die obere, zu mehr oder weniger dünnen „Tafeln“ aus.

Das Wachstum des tetragonalen *Monokaliumphosphats*  $KH_2PO_4$  zeigt eine ausgeprägtere Anisotropie. Die erste Bildfolge zeigt einen typischen (prismatischen) Stengel, an den Enden von Sphenoidflächen begrenzt; in der zweiten sieht man mehrere im Habitus sehr unterschiedliche Ausbildungen entstehen.

Die weitere Verfolgung der Kinematik geschieht dann an anders gestalteten Ausgangskörpern.

Es handelt sich bei K-Al-Alaun um aus einer Farbstofflösung entstandene anomale Mischkristalle in Form von blau-undurchsichtigen Würfeln. Man kann jetzt unter den gleichen Bedingungen wie vorher die Änderung der Tracht während des Wachstums, also den Umbau (im Sinne von Abb. 1) zum Oktaeder, dem diesen Bedingungen angepaßten Endkörper, studieren. Eine Nebenerscheinung darf nicht unbesprochen bleiben. Ganz ideal im Sinne der Theorie verläuft der Vorgang praktisch nicht. Man sieht eine

<sup>1)</sup> Die *Kursiv*-Überschriften entsprechen den Zwischentiteln im Film.

größere Zahl gewissermaßen selbständiger Oktaederspitzen an der Oberfläche und damit „einspringende Winkel“ sich schnell entwickeln. Das Ganze erscheint mehr wie eine subparallele Fortwachsung vieler getrennter Kristalle. Begründet liegt das in einer nicht idealen, unsauberen Keimoberfläche, die damit viele selbständige Keimpunkte enthält, die auszuwachsen beginnen.

Gewissermaßen als Ersatz für das etwas zu langsam ablaufende Kugelwachstum wird die „Regeneration“ von Kristallbruchstücken von K-Al-Alaun vorgeführt. Nach schneller Vollendung zum normal gestalteten konvexen Oktaeder aus den „Wundflächen“ heraus ist der alte Kern geisterhaft durchscheinend noch zu erkennen. Auf die verschiedene Auflagefläche der beiden gleichzeitig wachsenden Kristallstücke sei hingewiesen.

### *Kristallisation aus der Schmelze*

Ein großer Kristall von *Salol* ist (nach dem Vorgang von R. NACKEN [6]) jeweils bis auf einen winzigen Rest aufgeschmolzen und wird dann bei sehr geringer Unterkühlung (Heiztisch, elektrische Temperaturregelung) wieder zum Auswachsen gebracht. Der Kristall ist ein dünnes rhombisches Basisplättchen, seitlich nur von den Flächen eines Prismas begrenzt. Die Betrachtung geschieht unter gekreuzten Nikols. Das langsame Fortschreiten des Vorgangs ließe das Normalenwachstum der vertikalen Prismenflächen mit Hilfe eines in der Bildebene angebrachten Maßstabes besonders leicht und gut messen und so etwa auch eine ganze Serie von Maßzahlen dieser Geschwindigkeit in Abhängigkeit von der Unterkühlung der Schmelze ermitteln.

In den wiederholten Experimenten ist eine sehr wichtige, bisher experimentell wenig studierte Erscheinung, die „tangentielle Flächenausbreitung“ sichtbar gemacht, die erst bei Farbaufnahmen zu voller Geltung kommen würde. Man erkennt, wie in schneller Folge Schichten einheitlicher Dicke (von molekularer bis kolloider Größenordnung) über die Oberfläche der ebenen Tafelfläche hinweg zum Absatz kommen, was sich durch hinüberhuschende schwarze Streifen anzeigt. Die Ausgangspunkte dieser Bewegungen sind sichtlich von verschiedener Art: Meist liegen sie hier an Randkanten oder Ecken, selten auf der Fläche. Wir wollen sie kurz als Störstellen kennzeichnen. Man achte auf die Gestaltveränderung der gekrümmten Grenzkurven der auswachsenden Schichten.

### *Kristallisation aus der Dampfphase*

An einer gekühlten Wand über einem Dampfraum sublimiert Jod in seinen metallisch glänzenden rhombischen Doppelpyramiden (mit Pinakoid). Die entstehenden Kristalle sind teilweise skelettartig ausgebildet. An einer durch seitliche Beleuchtung stark reflektierenden Fläche ist auch hier die tangentielle Flächenausbreitung, von der liegenden Kante ausgehend, eine Zeitlang sichtbar.

### *Umwachsungen und Mischkristallbildung*

Eine Vorstufe der Mischkristallbildung sind einfache orientierte Umwachsungen von Kristallen einer Art durch eine „isomorphe“. Als Beispiel wird die trachtgleiche von *K-Al-Alaun* um *K-Cr-Alaun* in der gleichen vorher verwendeten Mutterlauge gezeigt. Die eine Art wirkt also „impfend“ und zugleich richtend auf die zweite („induzierte“); es ist einfach ein Fortwachsen des Keims „mit anderen Mitteln“<sup>1)</sup>.

Interessante und kompliziertere Wachstumserscheinungen bieten die „anormalen“ oder Mischkristalle II. Art. Entgegen dem vorher besprochenen Fall kann es hier zu einer nichthomogenen Mischung in dem Sinne kommen, daß nur gewisse Anwachsypyramiden des „Wirt“-Kristalls die zweite („Gast“-) Komponente aufnehmen, weil eine orientierte Adsorption — die nachfolgendes Einschließen ermöglicht — nur an ihren Grenzflächen erfolgt. So kann eine eindrucksvolle gerichtete, „selektive“ Anfärbung von *Kaliumsulfat* durch *Säurefuchsin* erfolgen („Sanduhrbau“). — Im nächsten Versuch sind solche Kristalle nach Umsetzen in der reinen Mutterlauge des  $K_2SO_4$  zum Weiterwachsen gebracht. Die ungefärbte Umwachsungszone läßt geänderte Wachstumsgeschwindigkeitsverhältnisse und damit einen geänderten Habitus und auch einen gewissen Trachtwechsel erkennen.

Das System *Phthalsäure-Malachitgrün* bietet (nach P. GAUBERT [1]) die gleichen Erscheinungen. Die selektive Anfärbung der ersteren durch den grünen Farbstoff ist auch ohne Farbaufnahmen noch zu erkennen. Die Kristalle sind etwas skelettartig gebaut; die nicht angefärbten Sektoren bleiben hier sogar etwas im Wachstum zurück und zeigen eine Art „Notflächen“-Bau.

<sup>1)</sup> Aus gemischter Lösung würde ein gefärbter, homogener Mischkristall wachsen, — ein optisch unergiebigere Vorgang.

### *Orientierte Aufwachsungen*

Die richtende Wirkung kristalliner Substrate auf die Keimbildung ist besonders augenfällig, wenn diese Keime mehr oder weniger schnell zu kleinen Kriställchen, getrennt voneinander, auswachsen und dann Form und Lage zum unterlagernden Träger leicht messend zu verfolgen gestatten. Es ist im Folgenden darauf verzichtet, das kristallonomische Orientierungsgesetz zu formulieren.

Die sehr bekannte Aufwachsung von *Ammoniumjodid* auf einer frischen Spaltfläche von *Glimmer* (hier Muskovit) zeigt dessen kleine Würfelflächen, aus oktaedrischen Flächenkeimen schnell auswachsend. Die Gestalt täuscht eine Trachtänderung nur vor. Beachtlich ist, wie einzeln oder bezirksweise die kleinen Dreiecke gegenständig orientiert sind („induzierte Zwillingsbildung“, sofern solche auch noch zufällig verwachsen). — Ein weiterer Versuch zeigt das Wachstum von *Pentachlorphenol* auf einer frischen Spaltfläche von *Steinsalz*.

Schließlich soll die Entstehung einer orientierten Aufwachsung von *Rubidiumperchlorat* auf *Schwerspat*, die sich dafür als besonders geeignet erwies, noch einen Molekulareffekt, ins Makroskopische vergrößert, zeigen. Es ist dies die bevorzugte „Kanteninduktion“ im Sinne der STRANSKISCHEN Theorie. Die für den Versuch erzeugte Spaltfläche des Baryts ist nicht ideal; sie besitzt Spaltabbrüche, wie sie im Bild deutlich in Schlangenlinien über die Fläche ziehen. An diesen Konkavitäten liegen Anlagerungsorte höherer Energie. Entsprechend bevorzugt ist die Keiminduktion. Das Fortschreiten des Wachstumsprozesses läßt so eine Häufung der aufgewachsenen Kriställchen gegenüber der Umgebung erkennen.

### *Kristallbildung in Kristallen*

Umwandlung einer instabilen (oder metastabilen) Phase in die stabile kann im Effekt verschieden aussehen. Im vorliegenden Beispiel ist gezeigt, wie ein wirres Kornaggregat der zweiten in der gegebenen Form der ersten entsteht. In übersättigter wässriger Lösung von *Kalisalpeter* entstehen gerne metastabil (nach der OSTWALDSCHEN Stufenregel) rhomboedrische Kristalle. Wenn die langen Spieße und Nadeln der stabilen rhombischen Modifikation dieselben berühren, erfolgt schlagartig die Umwandlung. Auch spontane Umwandlung kann bei hoher Überschreitung des Gleichgewichts beobachtet werden.

(Eingegangen am 22. 3. 1952)

## Literatur

1. GAUBERT, P., Bull. Soc. fr. de Min. **28** (1905), S. 286; C. R. **142** (1905), S. 219.
2. KOSSEL, W., in: FALKENHAGEN, Quantentheorie und Chemie, Vorträge Leipziger Universitätswoche 1928; in: K. W. Wagner, Das Molekül, Die Wissenschaft Bd. 101, Vieweg & Sohn, Braunschweig 1949 u. a.
3. KOWARSKI, L., Thésés, Paris 1935.
4. MARCELIN, R., Ann. de Phys. (9) **10** (1918), S. 160.
5. MARCELIN, A. u. S. Boudin, C. R. **190** (1930), S. 1496; **191** (1930), S. 31.
6. NACKEN, R., Zbl. Min. 1917, S. 191.
7. SEIFERT, H., Fortschr. Min. etc. **19** (1935), S. 103; **20** (1936), S. 324; **22** (1937), S. 185.
8. SPANGENBERG, K., Handwörterb. d. Naturwiss., 2. Aufl. 1934, Bd. 10, S. 362.
9. STRANSKI, I. N., Z. phys. Chem. **136** (1928), S. 259, **B 17** (1932), S. 127 u. a.
10. VOLMER, M., Kinetik der Phasenbildung. Th. Steinkopff, Dresden-Leipzig 1939.

Die Herstellung des Films erfolgte im Jahre 1952  
durch das  
Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht  
Abteilung Hochschule und Forschung, Göttingen (Dir.: Dr.-Ing. G. WOLF)  
Sachbearbeitung: G. BEKOW — Aufnahme: E. HEYSE