

Smn 143-54

Przibram K.

Mitteilungen des Institutes für Radiumforschung
Nr. 346

**Bemerkungen über das natürliche blaue Steinsalz
IV. Wachstumsgeschwindigkeit und Farbe**

Von

Karl Przibram

(Mit 5 Textfiguren und 1 Tafel)

Aus den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathem.-naturw. Klasse, Abteilung IIa, 143. Band, 8. bis 10. Heft, 1934

Wien 1934

Hölder-Pichler-Tempsky, A.-G., Wien und Leipzig
Kommissionsverleger der Akademie der Wissenschaften in Wien

Druck der Österreichischen Staatsdruckerei

Bemerkungen über das natürliche blaue Steinsalz

IV. Wachstumsgeschwindigkeit und Farbe¹

Von

Karl Przibram

(Mit 5 Textfiguren und 1 Tafel)

(Vorgelegt in der Sitzung am 18. Oktober 1934)

Zu den schönsten Blausalzvorkommen gehört das vom Grimbergschacht bei Heringen, Werratal, Thüringen. Eine größere Anzahl von Handstücken² dieses Vorkommens konnten eingehend untersucht werden. Es ergab sich, neben Bestätigungen früherer Feststellungen, unzweideutig ein Zusammenhang zwischen der Färbung und der Wachstumsgeschwindigkeit, der im folgenden dargelegt werden soll.

Die Stücke vom Grimbergschacht zeichnen sich durch eine vorwiegend tiefviolette, stellenweise mehr blaue Farbe aus und sind zum Teil sehr gut ausgebildete Krystalle. Es finden sich darunter fast regelrechte Würfel, die nach einer brieflichen Mitteilung des Herrn Dipl.-Ing. Milde in Heringen an Herrn A. Berger, Mödling, im Karnallit eingebettet waren.

Wohl war auch das Grimberger Material plastischer Deformation unterworfen, wie die allenthalben auftretenden Ver-, beziehungsweise Entfärbungsstreifen längs der Rhombendodekaeder-Gleitflächen zeigen.³ Daß aber die mechanischen Störungen relativ gering waren,

¹ Vgl.: I. Mitt. d. Inst. f. Ra-Forsch. Nr. 212, Wien. Ber., IIa, 136, 685, 1927; II. Mitt. Nr. 245, ebenda, 138, 781, 1929; III. Mitt. Nr. 298, ebenda, 141, 567, 1932.

² Ein Stück verdanken wir Herrn Prof. H. Steinmetz (München), zwei Stücke Herrn Dr. H. Haberlandt, die Mehrzahl der Vermittlung des Herrn A. Berger (Mödling bei Wien).

³ Es kommt auch Abgleiten und Wiederverheilung größerer Gebiete vor, wie an Verwerfungen der gefärbten Anwachszone zu erkennen ist. Es sei hier noch eine Bemerkung über die Farbstreifung nach Anwachszone angefügt. Daß sie sich auch bei künstlicher Verfärbung bilden, ist schon wiederholt bemerkt worden (siehe M. Belar, Mitt. d. Inst. f. Ra-Forsch., 186, 188, 1926); dort war (p. 192) von einem Sich-Kreuzen der Farbstreifen die Rede. Hier könnte ein Widerspruch zu der in II. Mitt., p. 782, erwähnten Tatsache erblickt werden, daß die parallel zu zwei Würfelkanten verlaufenden Streifenscharen einander nie durchkreuzen. Der Widerspruch ist aber nur ein scheinbarer: die von Frl. Belar festgestellten Durchkreuzungen betreffen nicht die gefärbten Streifen, sondern nur die farblosen, und von diesen erwiesen sich jene, die die farbigen Streifen kreuzen und somit unterbrechen, als von Entfärbung nach Gleitflächen herrührend: die Betrachtung der prismatischen Krystallplättchen von der schmalen Längsseite aus zeigt nämlich, daß die farblosen Zonen unter einem Winkel von etwa 45° gegen die größte Fläche

dürfte eine Ursache dafür sein, daß die Verteilung der Färbung nach Anwachszonen hier besonders schön in Erscheinung tritt. Die Stücke lassen nicht nur hie und da die schon oft beschriebenen farbigen Schichten parallel einer Würfel­fläche erkennen, sondern es sind bisweilen die ganzen Becke'schen Anwachspyramiden¹ an der farbigen Schichtung kenntlich. Die Betrachtung solcher Stücke, von denen einige auf der Tafel im Bilde wiedergegeben sind, zeigt nun folgendes:

Der Winkel φ_a zwischen einer Trennungsfläche zweier Anwachspyramiden und der Normalen auf die Basisfläche einer dieser Pyramiden (Fig. 1) weicht oft beträchtlich von 45° ab, von jenem Werte, den er haben müßte, wenn die Wachstumsgeschwindigkeit nach den beiden Richtungen OA und OB gleich groß gewesen wäre. Je spitzer φ_a , desto mehr überwiegt die Geschwindigkeit v_a nach A jene nach B ; es ist ohne weiteres abzulesen, daß

$$\frac{v_b}{v_a} = \operatorname{tg} \varphi_a. \quad 2$$

Daß bei natürlichen Steinsalzkrystallen die Wachstumsgeschwindigkeit nach einer Achse oft beträchtlich größer ist als nach den anderen, ist eine bekannte Tatsache, deren Erklärung allerdings noch nicht mit Bestimmtheit gegeben werden kann. Die Ursache kann nicht im Gitter selbst mit seiner regulären Symmetrie liegen, sondern muß von außen aufgezwungen worden sein. Es liegt nahe, an Strömungen in der Mutterlauge³ zu denken, doch hat auch diese Deutung ihre Schwierigkeiten, und die Erscheinung ist wohl eines eingehenden Studiums wert. Die Bevorzugung einer Wachstumsrichtung ist am auffallendsten bei den langgestreckten, aufgewachsenen Prismen von Wieliczka, die sich in vielen Sammlungen finden.⁴

Am Grimberger Blausalz läßt sich aber noch mehr erkennen, da die Grenzen der Anwachspyramiden zur Gänze durch das rechtwinkelige Abbiegen der farbigen Streifen bezeichnet sind. Diese Grenzen zwischen zwei Anwachspyramiden zeigen nun plötzliche Knicke, bisweilen derart, daß φ_a einmal größer, einmal kleiner als 45° ist, d. h. bald schreitet die eine Basisfläche rascher fort, bald die zu ihr senkrechte. Ein derartiger Sprung tritt manchmal erst auf, wenn die Flächen schon etliche Zentimeter zurückgelegt haben.

des Plättchens geneigt sind, sie erscheinen daher auch von der letzteren aus gesehen, nicht so scharf wie die sie kreuzende Schar parallel der Würfel­fläche.

¹ F. Becke, Tschermak's Min.-petr. Mitt., 11, 349, 1890; Lotos (N. F.), 14, Prag, 1894.

² Siehe die Betrachtungen von H. Steinmetz über Fluoritfärbungen. Zeitschrift f. Krystall., 61, 380, 1925.

³ Etwa im Zusammenhang mit orientierter Keimanlagerung. Vgl. R. Gross und A. Nehmitz, Zeitschr. f. Kryst., 62, 410, 1928.

⁴ F. Becke, Tschermak's Min.-petr. Mitt., 26, 132, 1907. Das »Haarsalz«, das nach der üblichen Deutung durch Materialnachschub von der Basis her entsteht, kommt hier nicht in Betracht.

In anderen Fällen erfolgt wiederholter Wechsel auf Abständen von wenigen Millimetern oder noch weniger, so daß die Grenzlinie in einem feinen Zickzack verläuft. Es muß also ein fast periodisch anmutendes Hin- und Herspringen der Richtung größter Wachstumsgeschwindigkeit stattgefunden haben. Die Natur hat hier Vorgänge noch nicht näher bekannter Art während der Entstehung der Steinsalzkristalle dauernd registriert.

In allen Fällen findet man, daß jene Anwachspyramide, deren Basis rascher fortgeschritten ist, also jene mit kleinerem φ , dunkler und mehr blau gefärbt ist, die langsamer gewachsene heller und mehr violett.¹ Die abgebildeten Beispiele mögen dies erläutern.

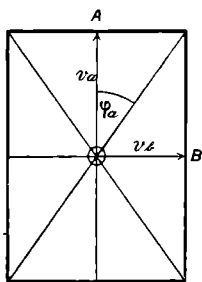


Fig. 1. Schematischer Schnitt durch die Anwachspyramiden.

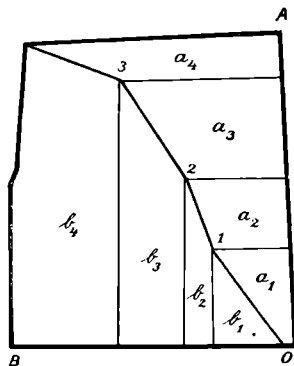


Fig. 3. Schema zu Fig. 2 (Tafel).

Fig. 2 (Tafel), in Fig. 3 schematisch dargestellt: Von 0 bis 3 erfolgte das Wachstum rascher nach A als nach B, die Pyramide a_1 , a_2 , a_3 ist dunkler gefärbt und mehr blau als b_1 , b_2 , b_3 . Auch innerhalb dieses Gebietes ist eine sprunghafte Änderung der Geschwindigkeiten bemerkbar, bei 1 eine Zunahme, bei 2 eine Abnahme der Geschwindigkeit v_a relativ zu v_b , und auch dies drückt sich in einer tieferen Färbung des Teiles a_2 im Vergleich zu a_1 und a_3 aus. Bei 3 schließlich springt die größere Geschwindigkeit in die Richtung B über,² und nun ist a_4 zum Teil schwächer und im ganzen mehr violett gefärbt als b_4 .

Fig. 4 (Tafel). Hier ist die rascher gewachsene Pyramide deutlich im Durchschnitt stärker gefärbt als die langsamere, aber auch die Tiefe der Färbung ihrer einzelnen Schichten ist deutlich mit der

¹ Bei Fluorit scheint ein derartiger Zusammenhang zwischen Wachstumsgeschwindigkeit und Färbung bisher nicht feststellbar; wenigstens geht er weder aus den von H. Steinmetz veröffentlichten Bildern hervor, noch konnten die Herren H. Haberlandt und A. Schiener bei einem eingehenden Studium der Färbungen des Fluorits, über dessen Ergebnisse sie noch berichten werden, etwas Ähnliches finden, obwohl bei Fluorit ähnliche Wachstumsanomalien auftreten wie bei Steinsalz.

² In der Reproduktion ist dies höchstens an der Anordnung der oberen Enden der in b_4 vertikal verlaufenden helleren Streifen zu erkennen; im Original ist die Grenze hierdurch sowie durch den Farbtonunterschied unverkennbar.

Steilheit der Pyramidengrenze verknüpft; man beachte besonders die zwei dunkelsten (im Original tiefblauen) Bänder.

Fig. 5 (Tafel). Hier ist die Pyramidengrenze durch eine aufgehellte Zickzacklinie gekennzeichnet.¹ Durchwegs sind die Enden der dunkleren Zonen steiler abgeschnitten, die der helleren flacher.

In der Mitteilung III ist schon ein Stück beschrieben worden, bei der die Streifung parallel der im Bilde (III., Fig. 8) vertikalen Würfelkante mehr blau, die horizontale mehr violett ist. Auch hier ergibt eine genauere Betrachtung, daß die dunkleren blauen Bänder steiler abschneiden. Indessen genügt dies hier nicht zur Erklärung des ganzen Sachverhaltes. Im großen ganzen ist hier nämlich die Pyramidengrenzfläche nahezu unter 45° geneigt. Dies setzt voraus, daß das steile Abschneiden der vertikalen Schichten a_1, a_3 (Fig. 6) durch ein ebensolches der jeweils nachfolgenden horizontalen b_2, b_4 kompensiert wird. Dann ist aber nicht ohne weiteres einzusehen, weshalb b_2 und b_4 nicht auch tiefblau gefärbt sind. Es scheint sich folgender Schluß aufzudrängen: Die Aufeinanderfolge dunkler und heller Schichten kann kaum anders als durch eine periodische Abscheidung radioaktiver oder gitterstörender, sensibilisierender Beimischungen (H. Steinmetz)² gedeutet werden; dabei könnte der Rhythmus von außen stammen (Schwankungen in der Mutterlauge), es könnte sich aber auch um einen inneren Rhythmus im Sinne von R. E. Liesegang handeln, siehe J. Nothhaft und H. Steinmetz, l. c. Es sieht nun so aus, als ob die Verunreinigungen vorzugsweise zu den Zeiten aufgenommen worden wären, zu denen das Wachstum in der Richtung A rascher erfolgt ist als in der Richtung B ; man könnte etwa daran denken, daß vielleicht gerade die diese Wachstumsrichtung begünstigende Strömung an Verunreinigungen reichere Mutterlauge herangebracht habe. Es sei auch auf die Möglichkeit hingewiesen, daß der Farbunterschied durch eine verschiedene Einwirkung eines einseitigen Druckes auf die zur Druckrichtung parallelen und auf die zu ihr senkrechten Streifung bewirkt sein könnte; Versuche, die Erscheinung auf diesem Wege künstlich zu reproduzieren, sind aber bisher erfolglos geblieben.

Ein Handstück schien der Regel zu widersprechen, daß die rascher gewachsene Pyramide dunkler gefärbt ist. Fig. 7 (Tafel)

¹ An anderen Stücken findet sich statt dessen eine dunkle Linie. Ein Stück zeigt an der Pyramidengrenze senkrecht zur Pyramidenachse langgestreckte taschenartige Hohlräume, die zum Teil eine dunkle Substanz (Erz?) enthalten.

Über die Rolle der Pyramidengrenzflächen («Grate») bei der Abscheidung von Fremdstoffen siehe J. Nothhaft und H. Steinmetz, *Chemie der Erde*, 5, 225, 1930; sowie die Radiographien von O. Hahn, H. Käding und R. Mumbrauer, *Zeitschr. f. Krystall. (A)*, 87, 387, 1934.

² Über die Begünstigung der Blaufärbung durch Bleizusatz siehe O. Hahn und H. J. Born (*Naturwissenschaft.*, 22, 137, 1934). Es sei hier noch bemerkt, daß, falls es sich bestätigt, daß der Heliumgehalt des Steinsalzes und des Sylvins radioaktiven Ursprunges ist (siehe ebenda, p. 138), eine weit ergiebiger Strahlenquelle für die Blaufärbung gegeben wäre als das vom Verf. im Anschluß an C. Doelter herangezogene Kalium.

zeigt gerade die langsamer gewachsene Pyramide dunkelviolett gefärbt, die rascher gewachsene ist vollkommen farblos. Allein die nähere Betrachtung zeigt, daß diese letztere ganz von einer starken, in Streifen angeordneten Trübung¹ erfüllt ist, wie das bei Belichtung schief von oben gegen einen dunklen Hintergrund aufgenommene Bild zeigt. Dies gibt eine Erklärung für das anscheinend abweichende Verhalten: wegen des raschen Wachstums scheinen sich hier so viel Verunreinigungen abgeschieden zu haben, daß das Optimum² für die Verfärbung schon weit überschritten war und statt dessen die milchige Trübung sich bildete. Die violetten, langsamer gewachsenen Teile sind von der milchigen Trübung frei, wie durch Belichtung mit einem konzentrierten Lichtstrahl gezeigt werden konnte; sie erscheinen dunkel, während die milchig getrübbten Teile hell aufleuchten. Dabei wurde sichergestellt, daß die Dunkelheit nicht etwa nur durch die starke Absorption im gefärbten Gebiet herrührt; die beleuchteten, milchig-getrübbten Teile erschienen nämlich auch durch eine dicke Schicht des violetten Gebietes hindurch betrachtet hell.

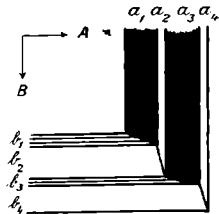


Fig. 6. Blaue Zonen a_1, a_3 , violette b_1, b_3 .

Der hier nachgewiesene Zusammenhang zwischen Wachstumsgeschwindigkeit und Färbung steht im Einklang mit der wiederholt dargelegten Rolle von Gitterstörungen bei der Verfärbung:³ das raschere Wachstum des Steinsalzes hat stärkere Störungen zur Folge, sei es, daß das Wachstum des NaCl selbst unregelmäßiger erfolgt, sei es, daß mehr Verunreinigungen eingeschlossen werden; dadurch wird die Färbung begünstigt.⁴ Die blaue Farbe rührt im allgemeinen von größeren, die violette von kleineren Na-Teilchen her,⁵ und da

¹ Über die Markierung von Wachstumserscheinungen durch trübende Einschlüsse beim Steinsalz von Wittelsheim (Oberelsaß) siehe R. Görgy, Tschermak's Min.-petr. Mitt., 31, 375, 1912. Auf der daselbst wiedergegebenen Mikrophotographie ist außer der Schichtung und den einschlußfreien Diagonalen auch deutlich zu erkennen, daß die rascher gewachsenen Pyramiden mehr Einschlüsse enthalten als die langsameren.

² Siehe A. Smakula, Götting. Nachr., 1929, 110.

³ Siehe z. B. K. Przi Bram, Mitt. d. Inst. f. Ra-Forsch. Nr. 177, Wien. Ber., IIa, 134, 248—251, 1925; Nr. 196, ebenda, 136, 43, 1927, und die Zusammenfassung von A. Smekal im Handbuch der Physik von H. Geiger u. K. Scheel, 2. Aufl., Bd. 24, 2. Teil, 765, 1933.

⁴ Die Abhängigkeit der Verfärbung von der Bildungsgeschwindigkeit der Kristalle ergibt sich schon aus den Versuchen von E. Jahoda, Mitt. d. Inst. f. Ra-Forsch. Nr. 193, Wien. Ber., IIa, 135, 701, 1926. Neuerdings haben Frl. E. Eysank und J. Leitner die Verfärbung von natürlichem und von künstlich aus der Lösung auskristallisiertem Steinsalz (Kristallisationsdauer 1 Jahr) gemessen und für letzteres unter sonst gleichen Bedingungen stärker gefunden (noch unveröffentlicht).

⁵ H. Siedentopf hat schon bemerkt (Phys. Zeitschr., 6, 855, 1905), daß die Farbe der Teilchen nicht nur von ihrer Größe abhängt, vgl. auch K. Przi Bram, Wien. Ber., IIa, 137, 412, 1928. Doch zeigt es sich immer, auch am hier be-

erstere sich eher bei starker Störung des Gitters bilden werden, ist das Überwiegen der blauen Farbe in den rascher gewachsenen Gebieten erklärlich.

Das Vorwiegen des blauen Farbtones kann aber auch durch mehr sekundäre Einflüsse bewirkt werden. So zeigt z. B. das in Fig. 2 abgebildete Stück einen großen prismatischen Flüssigkeitseinschluß, von dem deutlich Diffusionsschlieren ausgehen (Aufhellung). In diesem Bereiche ist die Farbe deutlich mehr blau als sonst in derselben Anwachsypyramide. Auch erscheinen hier die diagonalen Gleitstreifen, die sonst dunkler violett auf hellerem Grunde hervortreten, hell auf dunklerem Grunde. Ein derartiger Wechsel ist schon früher (III.) beschrieben worden. In den meisten Fällen tritt er an der Pyramidengrenze auf, derart, daß die Streifen im blauen Gebiet hell auf dunkel, im violetten dunkel auf hell erscheinen, ein Verhalten, das sich wiederum aus der Existenz eines Störungsoptimums für die Färbung¹ erklären lassen dürfte.

Nicht überall sind die Anwachszonen gleich regelmäßig ausgebildet. Bisweilen faserig ausgefrant, erscheinen sie an manchen Stellen förmlich in schlierige Gebilde zu zerfließen, die durch das Nebeneinanderauftreten von grünlichblauen und purpurnen Farbtönen einen prächtigen Anblick gewähren. Diese zerflossenen Zonen scheinen vorzugsweise in der Nähe von Flüssigkeitseinschlüssen aufzutreten, so daß ein genetischer Zusammenhang nicht von der Hand zu weisen ist.

Es lag nahe, die hier dargelegte Beziehung zwischen Farbe und Wachstumsgeschwindigkeit durch künstliche Verfärbung² farbloser, natürlicher, langgestreckter Steinsalzprismen zu überprüfen. Ein geeignetes derartiges Prisma von Wieliczka wurde uns von Herrn Hofrat H. Michel vom Naturhistorischen Museum freundlichst zur Verfügung gestellt. Da Radiumbestrahlung und Natriumdampfbehandlung bei Vorversuchen keine hinreichend gleichmäßige Verfärbung gestatteten, wurde zur Röntgenbestrahlung geschritten, für deren Durchführung wir Herrn R. Zentner zu Dank verpflichtet sind. Das Prisma, von den Dimensionen $18 \times 6 \times 5$ mm, wurde unmittelbar vor das Aluminiumfenster (von 30μ Dicke) einer Seemann-Röntgenröhre mit Molybdänantikathode (zirka 25 Milliamp., 30 Kilov.) gebracht und durch öfteres Drehen des Kristalls eine möglichst gleich-

handelten Material, daß die blauen Gebiete einen starken roten Tyndall zeigen, die violetten einen schwachen von wenig ausgesprochener Farbe. Daß sich die kolloide Färbung des Steinsalzes sogar sehr befriedigend aus der Mieschen Theorie, also als Funktion der Größe, berechnen läßt, hat M. Savostianowa gezeigt. Siehe ferner E. Mollwo, Götting. Nachr. (II), 1932, 1, und E. Rexer, Zeitschr. f. Phys., 86, 1, 1933.

¹ K. Przibram, Mitt. d. Inst. f. Ra-Forsch. Nr. 237, Wien. Ber., IIa, 138, 486, 1929 und A. Smakula, l. c.

² Die Übereinstimmung der Eigenschaften des natürlichen und des künstlich blau gefärbten Steinsalzes (H. Siedentopf, Phys. Zeitschr., 6, 855, 1905; K. Przibram und M. Belar, Wien. Ber., IIa, 132, 261, 1923) hat durch H. Liermann und E. Rexer (Naturwissensch., 20, 561, 1932) eine willkommene Ergänzung erfahren: Überführung der blauen kolloidalen Farbe in die gelbe atomare auch bei ersterem.

mäßige Verfärbung bewirkt. Nach 10 Stunden war der Krystall dunkelbraun; durch Erwärmen auf 210° während einer Stunde im elektrischen Ofen (bei gleichzeitiger Belichtung, zur Beschleunigung des Blauumschlages nach Frl. Savostianowa)¹ wurde er in bekannter Weise blau.² Die Betrachtung des Stückes bei schwacher Vergrößerung zeigt nun das in Fig. 8 schematisch wiedergegebene Aussehen: man sieht die Streifung des rasch gewachsenen Teiles parallel der Basisfläche des Prismas und am unteren Teile einer Längskante ein schwächer gefärbtes, ganz scharf begrenztes, längsgestreiftes Gebiet von annähernd dreieckigem Längsschnitt, entsprechend einer langsamer gewachsenen Pyramide. Eine Mikrophotographie eines Teiles des Prismas (siehe das eingerahmte Quadrat

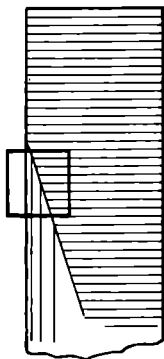


Fig. 8. Künstliche Blaufärbung eines natürlichen langgestreckten Steinsalzprismas (schematisch). Das eingerahmte Gebiet in Fig. 9 (Taf.) photographisch wiedergegeben.

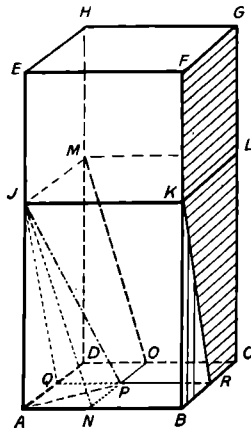


Fig. 10. Schematische Darstellung des Aufbaues des Steinsalzprismas Fig. 8. Auf der rechten Seitenfläche ist der Verlauf der Farbstreifung angedeutet.

auf Fig. 8), die in dankenswerter Weise von den Herren Dr. A. Schiener und H. Haberlandt im Naturhistorischen Museum mit einer von Herrn Hofrat Michel freundlichst zur Verfügung gestellten Apparatur aufgenommen worden ist, zeigt Fig. 9 (Tafel).

Dieser Befund bestätigt nicht nur die Abhängigkeit der Farbe³ von der Wachstumsgeschwindigkeit, sondern zeigt auch, daß die langsamere Pyramide ihr Wachstum schließlich ganz eingestellt hat, während die obere Basisfläche sich allein noch bedeutend weiter vorgeschoben hat; man wird wohl an eine Art Vergiftung der Seiten-

¹ M. Savostianowa, *Zeitschr. f. Phys.*, 64, 262, 1930; vgl. auch K. Przibram, ebenda, 63, 407, 1931.

² Im gelben Zustande sind Inhomogenitäten kaum zu erkennen; daß sie bei der Blaufärbung viel stärker hervortreten, siehe K. Przibram, *Wien. Ber.*, IIa, 134, 251, 1925; M. Belar, ebenda, 135, 192, 1926.

³ Zunächst allerdings nur der Tiefe der Färbung und nicht des Farbtones; dieser ist im helleren Dreieck nicht merklich anders als im dunkleren Teil.

flächen denken müssen.¹ Die Verfärbungsmethode bewährt sich hier wieder als Hilfsmittel zur Untersuchung des Aufbaues von Krystallen.² Nach vorläufigen Versuchen von Dr. H. Haberlandt läßt sich ein bevorzugtes Vorschieben einer Fläche manchmal beim Auskrystallisieren von Steinsalz unter dem Mikroskop beobachten, worüber er nach Abschluß der Untersuchung noch berichten wird.

Die genaue Analyse der Färbungsverteilung unseres Prismas führt zu dem in Fig. 10 schematisch dargestellten Aufbau, der nicht nur ein Überwiegen des Wachstums in der schließlich allein übrigbleibenden Wachstumsrichtung zeigt, sondern auch Ungleichheiten in den vier zu ihr senkrechtstehenden. Die Flächen *BCGF* und *CDGH* haben sich überhaupt nicht merklich vorgeschoben³ (ganz flache Anwachsypyramiden entziehen sich natürlich der Beobachtung), während das Wachstum nach vorne und nach links durch die Keile *ABRPIK*, beziehungsweise *APODMI* gegeben ist. Diese Konstruktion ergibt sich aus den Beobachtungen, daß an einer Kante (*CG*) kein helles Dreieck erscheint, von welcher Seite immer man sie auch ansieht; daß die Grenzen *KR* bei Beobachtung von rechts und *OM* bei Beobachtung von hinten an der Oberfläche liegen, die Grenze *IP* aber, sowohl von vorne wie von links gesehen, in der Tiefe verläuft. Das Prisma war mit dem Ende *ABCD* im Gestein (Salzton) eingewachsen und zeigt nach dem Ausbrechen hier eine unregelmäßige Begrenzung mit erdigen Einschlüssen, so daß sich das Wachstum nicht bis ins Anfangsstadium zurückverfolgen läßt. Einige Farbstreifen nach dem Rhombendodekaeder müssen, da es sich hier um ein aufgewachsenes Prisma handelt, einer Gleitung zugeschrieben werden, die beim Ausbrechen des Prismas aus der Unterlage aufgetreten ist.

Zusammenfassung.

Am blauen Steinsalz vom Grimbergsschacht bei Heringen, Werratal, Thüringen, lassen sich die Anwachsypyramiden an der Färbung deutlich erkennen. Die Krystalle sind nach verschiedenen Würfelachsen verschieden rasch gewachsen, wobei wiederholt plötzliche Änderungen der Geschwindigkeitsverhältnisse eingetreten sind. Die rascher gewachsenen Pyramiden zeigen dunklere und mehr blaue Farbe, die langsameren hellere und mehr violette Farbe. Diese Beobachtungen stimmen mit der Auffassung überein, daß die Färbung mit Störungen des Gitters zusammenhängt; sie lassen sich an farblosen, natürlichen, langgestreckten Steinsalzprismen durch künstliche Verfärbung reproduzieren, wobei sich Aufschlüsse über die Wachstumsweise dieser merkwürdigen Gebilde ergeben.

¹ Siehe z. B. die Zusammenstellung bei A. Smekal im Handbuch der Phys., i. c., p. 819 u. f., und R. Groß u. A. Nehmitz, i. c.

² Vgl. K. Przibram, Zeitschr. f. Elektrochem., 38, 490, 1932.

³ Über die oft »stark exzentrische Lage des Keimpunktes, der sich als Ausgangspunkt der Wachstumsschichten meist gut fixieren läßt«, siehe die Studien R. Görgey's am Wittelsheimer Tonwürfelsalz, i. c. p. 393.

Tafelerklärung.

- Fig. 2. Blausalz vom Grimbergschacht. $0.9 \times$ nat. Gr. Verschieden tiefe Färbung der Anwachspyramiden, Ver- bzw. Entfärbungstreifen nach den Gleitlinien, Diffusionsschlieren (rechts unten).
- Fig. 4. Blausalz vom Grimbergschacht. $0.9 \times$ nat. Gr. Verschieden tiefe Färbung der Anwachspyramiden; rechts unten schlierige Verfärbung in Nachbarschaft von Einschlüssen.
- Fig. 5. Blausalz vom Grimbergschacht. $1.1 \times$ nat. Gr. Zickzack-Pyramidengrenze, dunkle Gleitstreifen.
- Fig. 7. Blausalz vom Grimbergschacht. $0.9 \times$ nat. Gr. Beleuchtung schräg von oben gegen dunklen Hintergrund; langsamere Pyramide (rechts oben) dunkel violett, raschere (unten rechts) farblos, streifig getrübt.
- Fig. 9. Mikrophotographie eines künstlich verfärbten, natürlichen, langgestreckten Steinsalzprismas (siehe Fig. 8 im Text); zirka $10 \times$ nat. Gr. Eine bei visueller Betrachtung deutlich kenntliche zarte Längsstreifung des hellen Dreiecks konnte leider photographisch nicht festgehalten werden. Die tiefere Verfärbung der Randpartie links rührt von einer weicheren Komponente der verfärbenden Röntgenstrahlung her.
-

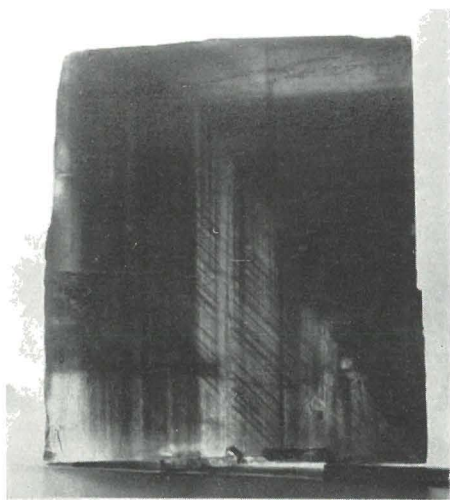


Fig. 2.

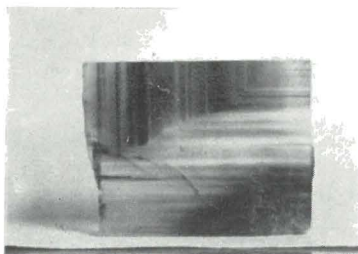


Fig. 4.

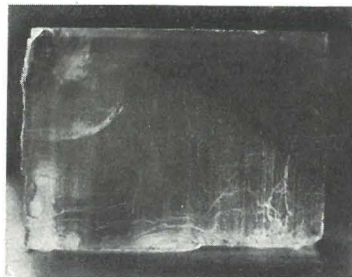


Fig. 7.

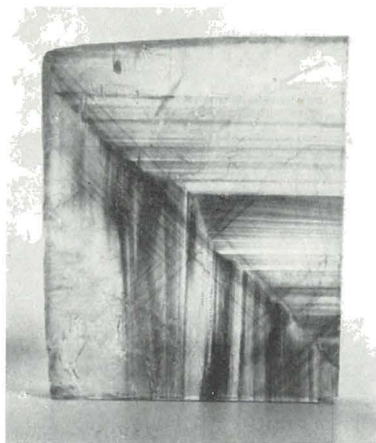


Fig. 5.



Fig. 9.