II. Ueber den Senarmontit.

Von R. Prendel in Odessa.

(Mit Tafel I.)

Literatur.

- Senarmont: Note sur l'antimoine oxydé naturel de forme octaédrique. Ann. Chim.-phys. 1851, XXXI.
Des Cloizeaux: Mémoire sur l'emploi du microscope polarisant etc. 1864.
— Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux. 1867.
P. Groth: Ueber die Isodimorphie der arsenigen und antimonigen Säure. Pogg. Ann. CXXXVII.
Grosse-Bohle: Ueber das optische Verhalten des Senarmontits etc. Zeitschr. für Kryst. 1881, Bd. V.

Unter den Mineralen, welche optische Anomalien zeigen, ist der Senarmontit am wenigsten untersucht worden, so dass die Frage nach dem Krystallsysteme dieses Minerals bis jetzt noch als ungelöst zu betrachten ist. Der Grund dieser Thatsache liegt zum Theile darin, dass gute Senarmontit-Krystalle in den Sammlungen sehr spärlich vertreten sind, zum Theile aber auch darin, dass die Herstellung dünner Platten aus diesem Minerale mit grossen Schwierigkeiten verknüpft ist. Die vollkommene Spaltbarkeit nach dem Oktaëder ist die Ursache, dass die Platten selbst bei sorgfältigster Behandlung zahlreiche Sprünge bekommen und dadurch zu optischen Untersuchungen unbrauchbar werden.

Wie aus der Literatur hervorgeht, haben diese beiden Umstände das eingehende Studium der Senarmontit-Krystalle mehr oder weniger verhindert und sie waren es auch, welche die Zahl meiner Präparate und Beobachtungen sehr beschränkten.

Unsere bisherigen Kenntnisse über den Senarmontit lassen sich nicht zu einem einheitlichen Bilde seines morphologischen und physikalischen Verhaltens zusammenfassen, da die bis jetzt angestellten Beobachtungen und deren Deutungen entweder ganz auseinandergehen oder schroff einander gegenüberstanden.

Herr Hofrath Tschermak, Director des mineralogisch-petrographischen Universitäts-Institutes zu Wien, lenkte meine Aufmerksamkeit zuerst auf diesen Gegenstand und stellte mir auch in

liebenswürdigster Weise vorzügliches Material zur Verfügung. Hierfür sowie für die mir zutheil gewordene Unterstützung bei Durchführung der folgenden Untersuchung sei ihm wärmstens gedankt.

Um wie viel die Frage nach dem Krystallsysteme des Senarmontit ihrer Lösung näher gebracht wurde, darüber möge im Folgenden berichtet werden.

Bevor ich aber zur Vorführung der beobachteten Thatsachen schreite, möchte ich noch erwähnen, dass die von mir untersuchten Krystalle von dem bekannten Fundorte der Senarmontite, nämlich von Sansa, Provinz Constantine in Algier, herstammten. Es waren theilweise lose, theilweise in mergeliges Gestein eingebettete Oktaëder, deren Flächen mehr oder weniger von den Kanten aus gegen die Mitte gebogen waren und eine sehr feine Riefung parallel den Kanten zeigten. In Folge dessen sah man an einigen Krystallen eine gut ausgeprägte Theilung der Oktaëderflächen in drei Sektoren, die von den Kanten zur Mitte der Flächen sehr schwach geneigt erschienen und so den Eindruck machten, als ob die Oktaëderflächen des Senarmontit sehr stumpfe dreiseitige Pyramiden darstellten (Fig. 1).

Nicht immer sind aber die Riefensysteme in solch regelmässiger Weise ausgebildet. Man findet Oktaëderflächen, auf welchen die Riefen nach zwei Richtungen bedeutend überwiegen und endlich auch solche, wo die dritte Richtung gar nicht mehr vertreten ist.

Um das optische Verhalten der Senarmontit-Krystalle und ihren Bau studiren zu können, wurden von mir Schlitze parallel O , $\infty O \infty$ und ∞O gefertigt. Für jede Serie von Schlitten wurden Platten aus verschiedenen Tiefen der Krystalle verwendet.

Schliffe // O .

1. Ein dünnes Plättchen wurde von der Oberfläche // O abgespalten, mit der natürlichen Oberfläche auf den Objectträger aufgeklebt, so dünn als möglich abgefeilt, dann geschliffen und endlich auf dem Tuche polirt. Ich erhielt bei solchem Verfahren eine dreiseitige Platte, deren Umriss den Contouren der natürlichen Oktaëderfläche entsprachen und die nur an den Ecken ein wenig ausgebröckelt war. Einige feine Spalten durchsetzten das Präparat, aber sie störten die Beobachtungen im polarisirten Lichte nicht.

Im parallelen polarisirten Lichte betrachtet zeigt eine solche Platte grelle Polarisationsfarben höherer Ordnungen und eine Theilung in drei Sektoren, deren Grenzlinien von den Ecken der dreiseitigen Platte nach der Mitte verlaufen (Fig. 2). In jedem dieser drei Sektoren stehen die Auslöschungsrichtungen parallel und senkrecht zu den Umgrenzungslinien der Oktaëderfläche, also ganz so, wie es Herr Grosse-Bohle angibt.¹⁾ Beim Drehen einer solchen Platte in der Horizontalebene und bei Anwendung von stärkeren Vergrößerungen bemerkt man, dass jeder Sector aus sehr dünnen Lamellen zusammengesetzt ist, welche parallel den Grenzlinien der Sektoren verlaufen (Fig. 2). An einigen Präparaten sah ich sehr deutlich, dass mehrere dieser Lamellen in Zwillingstellung zu einander stehen, und dies ist wahrscheinlich der Grund, dass einige Platten keine vollständige Auslöschung zeigen, was auch Herr Grosse-Bohle erwähnt, der aber Ueberlagerungen anzunehmen geneigt ist. Ich will keineswegs behaupten, dass in allen Fällen die unvollständige Auslöschung hier ausschliesslich von dieser Zwillinglamellirung herrührt, aber in meinen Präparaten war es der Fall, da das weitere Abschleifen des Plättchens keine Veränderung im Gesamtbilde hervorrief.

Im convergenten polarisirten Lichte betrachtet, zeigte die Platte keine Interferenzfiguren, was mit den Beobachtungen des Herrn Des-Cloizeaux im Widerspruche steht.²⁾

2. Aus der Mitte des Krystalls entnommene sechseckige Platten zeigten alle im parallelen polarisirten Lichte eine Theilung in sechs Sektoren, deren Grenzlinien von der Mitte der Seiten des sechseckigen Umrisses gegen das Centrum verliefen. Die gegenseitigen Begrenzungen der Sektoren waren in einzelnen Fällen mehr oder minder deutlich ausgeprägt und parallel diesen Grenzlinien lagen die obenerwähnten Lamellen, obwohl es mir hier nicht gelang, den Verlauf der einzelnen Gruppen so schön wie im vorigen Falle zu verfolgen. Die Präparate hatten im allgemeinen ein mehr oder weniger scheckiges Aussehen und bereiteten daher der bildlichen Darstellung grosse Schwierigkeiten. Ausser einigen kleinen Partien innerhalb der Sektoren, welche unregelmässig begrenzt waren und inselartig erschienen, lagen in dem grössten Theile der Sektoren die Aus-

¹⁾ Grosse-Bohle, l. c. pag. 224.

²⁾ Des-Cloizeaux, Mém. sur l'emploi du microscope polarisant etc, pag. 24.

löschungsrichtungen so, dass je eine von ihnen den Winkel des Sechsecks halbirte; dadurch wurde gleichzeitige Auslöschung in zwei gegenüberliegenden Sektoren hervorgerufen.

Schliffe $//\infty 0\infty$.

3. Eine Platte parallel der Würfelfläche sehr nahe an der Ecke dem Senarmontit-Oktaëder entnommen, zeigte im polarisirten Lichte eine Theilung in fünf ungleichgrosse Theile (Fig. 3). Die vier grösseren Theile lagen an den Ecken der quadratischen Umrandung der Platte und ihre Grenzlinien gingen den Seiten des Quadrates parallel. Der fünfte Theil — viel kleiner als die übrigen — bildete ein dreieckiges Feldchen, das vom Rande der Platte zwischen zwei grössere Felder hineinragte. Die Platte zeigte eine schwache Doppelbrechung; doch konnte man deutlich genug erkennen, dass die Auslöschungsrichtungen in den grösseren Feldern parallel den Diagonalen des quadratischen Umrisses der Platte liegen; im kleinen dreieckigen Theile aber erfolgt die Auslöschung diesen Umrissen parallel. Hier und da bemerkt man eine gut ausgeprägte Lamellirung, parallel den Rändern des viereckigen Durchschnittees. Der schwachen Doppelbrechung wegen treten aber die Lamellen nicht besonders scharf hervor. Im convergenten polarisirten Lichte sieht man bei genügend grossem Gesichtsfelde den Austritt einer optischen Axe und sogar den inneren Theil der ersten Lemniscate. Die Axe ist stark zur Würfelfläche geneigt (in der Richtung zur Würfelkante hin) und nach der Färbung der Hyperbel zu urtheilen ist die Dispersion der Axen $\rho < v$.

4. Eine Platte, dem Inneren des Krystalles (approximativ aus der Mitte) entnommen, zeigte im Orthoskope eine Theilung in vier Sektoren (Fig. 4), deren Grenzen hier parallel den Diagonalen des viereckigen Schnittes verliefen. Parallel diesen trat eine feine Lamellirung hervor, die besonders gut zu beobachten war, wenn die Nicol-Hauptschnitte parallel diesen Grenzlinien eingestellt waren. Die Auslöschungsrichtungen stehen in allen vier Sektoren senkrecht zu den Seiten des viereckigen Schnittes. Im convergenten polarisirten Lichte sieht man hier auch eine Hyperbel hervortreten, und zwar an den Rändern des Gesichtsfeldes.

Schliffe // $\infty 0$.

5. Eine Platte parallel der Rhombendodekaöder-Fläche geschliffen (sehr nahe an der Oktaöderkante des Krystalls) zeigte, im Orthoskope betrachtet, ein gewissermassen einheitliches Bild. Das Präparat erschien als ein schmales sechsseitiges Leistchen, das keine Theilung in Sektoren besass; nur an den Enden konnte man kleine unregelmässig begrenzte Partien bemerken, die sich durch ihr Verhalten gegen das polarisirte Licht von den anderen Theilen des Schliffes unterschieden (Fig. 5). Während nämlich das grosse mittlere Stück parallel und senkrecht zu der Längsrichtung des Präparates das Licht auslöschte, zeigten diese kleinen Partien Auslöschungsrichtungen, die gegen die ersterwähnten um 45° gedreht erschienen. Auf dieser Platte konnte ich die Lamellirung besonders gut beobachten und die Richtung der einzelnen Lamellen verfolgen. Sie lagen im mittleren Stücke so, dass sie einen Winkel von circa $34-35^\circ$ (resp. $145-146^\circ$) mit der Längsrichtung des Schliffes bildeten. Einige von diesen Lamellen befanden sich in Zwillingsstellung zu einander. Im convergenten polarisirten Lichte sieht man deutlich eine optische Axé austreten, deren Abweichung von der Normalen auf die Ebene des Schliffes eine geringere zu sein scheint, als es in den Schnitten parallel der Würfeläche der Fall war.

6. Ein Schliff aus der Mitte des Krystalls entnommen und gleich dem vorigen orientirt, zeigte einen complicirteren Bau. Im Orthoskope betrachtet, erschien er in fünf unregelmässig begrenzte Partien getheilt (Fig. 6). Das mittlere Stück löschte das Licht parallel und senkrecht zu der Längsrichtung des Präparates aus, in den Seitenstücken (die durch feine Linien von einander getrennt waren) trat die Auslöschung dann ein, wenn die Nicolhauptschnitte einen Winkel von 45° mit der Längsrichtung bildeten.

Es ist mir nicht gelungen Präparate mit einheitlicher Auslöschung herzustellen, weil die Lamellirung hier mehr oder weniger unregelmässig erschien und bei der Dunkelstellung doch immer einige Stellen hell blieben.

Eine zur Oktaöderkante parallel verlaufende Trennungsnacht konnte — im Widerspruche mit den Beobachtungen des Herrn Dr. Grosse-Bohle¹⁾ — an keinem meiner Präparate wahrgenommen

¹⁾ l. c. pag. 228.

werden. Einmal sah ich unter Anwendung einer stärkeren Vergrößerung eine schmale, theilweise wellig gekrümmte Lamelle mit gerader Auslöschung, die im ersten Momente, bei schwacher Vergrößerung auf mich den Eindruck einer Trennungsnaht gemacht hatte. Die Lamelle verjüngte sich an einem Ende und keilte sich am anderen ganz aus.

Wenn wir die vorgeführten Thatsachen überblicken, so gelangen wir zu folgender Vorstellung von dem Aufbaue der Senarmontit-Krystalle:

Jedes Oktaëder ist ein Durchdringungszwilling von sechs rhombischen Individuen, deren Anordnung aus der Fig. 7 zu entnehmen ist, in welcher die zu einem Individuum gehörigen Oberflächen-Elemente mit gleichen Ziffern bezeichnet sind.

Der Antheil an der Bildung des Oktaëders, der dem Individuum 1 zukommt, ist in Fig. 8 dargestellt. Die mit k bezeichneten Flächen sind Krystallflächen und entsprechen den Oktaëderflächen, während die mit s bezeichneten Ebenen durch den gegenseitigen Schnitt hervorgebracht sind. Jede derselben ist zugleich Symmetrieebene für zwei benachbarte Individuen, d. h. also, sie ist Zwillingssebene. Die Lage der Zwillingssebene entspricht, auf das tesserale Axenkreuz bezogen, einer Rhombendodekaëderfläche.

Denkt man sich die Flächen k erweitert bis sie sich schneiden, so erhält man einen prismatischen Körper, dessen endliche Parameter sich verhalten wie $1 : \frac{1}{2}\sqrt{2}$. Wird dieses Prisma als Brachydoma genommen, dann erhalten in der Neuaufstellung die Flächen des Rhombendodekaëders die Lage von Pyramiden-, beziehungsweise Pinakoidflächen. Als Zwillingssebene fungirt stets eine Pyramidenfläche. Mit Rücksicht auf die Erfahrungsthatsache, dass die Zwillingssebene in der Regel eine Fläche mit einfachen Indices ist, empfiehlt es sich, die Pyramide als Grundpyramide (111) anzunehmen. Ihr Axenverhältnis ist $\sqrt{2} : 1 : \sqrt{2}$. Dem Doma kommt dann das Zeichen (012) zu.

Wollte man eines der sechs Individuen, die in dem Pseudo-Oktaëder enthalten sind, darstellen, so muss man berücksichtigen, dass ein Doma als offene Form allein nicht auftreten kann. Das Nächstliegende ist, das Doma mit der Grundpyramide in Combination zu denken. Auf diese Weise gelangt man zu einer idealen Form

der einfachen Senarmontit-Krystalle, wie sie in Fig. 9 dargestellt erscheint. Wir dürfen jedoch nicht vergessen, dass wir erstens noch nie Senarmontite in anderer als in Oktaëderform gefunden haben, und zweitens, dass an den Zwillingen (Pseudo-Oktaëdern) nur die Domenflächen als Krystallflächen auftreten. Die Construction einer einfachen Form bleibt also immer ein gewagtes Unternehmen von zweifelhaftem Werte.

Entsprechend der Spaltbarkeit nach dem Oktaëder müssen wir dem einfachen Krystalle eine solche nach dem Brachydoma zuerkennen.

In der Vereinigung verhalten sich die einzelnen Individuen so, wie dies bei Zwillingen überhaupt der Fall ist: die Individuen sind meist nicht gleichmässig entwickelt; eines breitet sich auf Kosten des anderen aus, ein Individuum setzt sich in das andere hinein fort.

Mit Zugrundelegung der im Vorstehenden entwickelten Ansicht lassen sich die Erscheinungen in völlig ungezwungener Weise erklären. Es wird sich auch zeigen, dass unsere Erklärung mit den durch frühere Forschungen bekannt gewordenen Thatsachen nicht nur nicht im Widerspruche steht, sondern vielmehr geeignet erscheint, früher dunkel gebliebene Punkte aufzuhellen.

Wenn wir durch einen gemäss unserer Anschauung gebauten Sechsling einen Schnitt parallel der Oktaëderfläche, u. zw. ziemlich nahe der Oberfläche führen, so trifft derselbe drei Individuen, deren Trennungslinien von den Eckpunkten des Dreiecks zum Mittelpunkte verlaufen. Die Auslöschungsrichtungen sind parallel und senkrecht zu den Dreiecksseiten gerichtet.

Ein etwas tiefer geführter Schnitt trifft alle sechs Individuen, wie dies die Fig. 10 zeigt. Je mehr sich der Schnitt dem Mittelpunkte der Zwillingsbildung nähert, desto kleiner werden die centralen Partien (Antheile der Individuen 1, 2, 6) und der Schnitt enthält schliesslich, wenn er durch den Mittelpunkt geht, nur mehr die Individuen 3, 4, 5 (Fig. 11).

Bestimmt man theoretisch die Lage der Auslöschungsrichtungen, so findet man, dass die eine derselben den Winkel des Sechsecks halbirt; die zweite steht senkrecht darauf. Die Forderungen der Theorie decken sich also vollständig mit den beobachteten Thatsachen.

Platten, parallel zur Hexaëderfläche, müssen folgenden Bau aufweisen: Schneidet man nahe an der Ecke, so erhält man einen quadratischen Schnitt, in welchem vier Individuen (z. B. 1, 2, 3, 4) vertreten sind, deren Trennungslinien parallel den Seiten des Quadrates verlaufen. Die Auslöschungsrichtungen stehen diagonal. Ein tiefer geführter Schnitt geht sowohl durch die vorgenannten Individuen, als auch durch 5 und 6, deren Antheile in der Mitte der Quadratseiten in Form kleiner, dreieckiger Felder zum Vorschein kommen, in denen die Auslöschung parallel den Quadratseiten erfolgt, während der übrige Theil der Platte die vorhin erwähnte Auslöschung beibehält. In der Fig. 3 ist ein Schnitt dargestellt, an dem sich ein solches Feldchen befindet. Obzwar nun jener Schnitt als „nahe an der Ecke“ geführt bezeichnet wurde, so können wir denselben doch als Beweis für die Richtigkeit der vorgeführten Anschauung betrachten, wenn wir uns dessen erinnern, was pag. 8 über die Streifung der Flächen und die dadurch angezeigte Entwicklung der Individuen (pag. 13) gesagt wurde.

Ein Schnitt durch den Mittelpunkt des Zwillings trifft zwei Individuen (z. B. 5 und 6, Fig. 7) und zeigt gleichfalls Quadratform. Ein wesentlicher Unterschied gegen die oben besprochenen Schnitte liegt darin, dass die Trennungslinien der Individuen jetzt parallel den Diagonalen verlaufen.

Diese Forderungen der Theorie entsprechen völlig den Beobachtungen an den Präparaten 3 und 4.

Die complicirtesten Erscheinungen bieten die Platten, welche parallel den Rhombendodekaëderflächen geschnitten werden. Nahe an der Kante dem Oktaëder entnommen, müsste eine Platte das durch die Fig. 12 wiedergegebene Bild zeigen. Je tiefer der Schnitt geführt wird, desto mehr rücken die Antheile von 5 und 6 gegen die Mitte vor, desto schmaler wird 1. Die theoretisch bestimmten Auslöschungen sind in der Figur angegeben.

Fig. 5 zeigt ein Präparat mit gerader Auslöschung im mittleren Theile und schiefer Auslöschung an den Enden. Das Fehlen des kleinen Feldes mit gerader Auslöschung kann genügend erklärt werden durch die schon wiederholt erwähnte ungleichmässige Entwicklung der einzelnen Individuen, sowie durch den Verlust randlicher Partien beim Schleifen. Eine Trennungslinie konnte in den diagonal auslöschenden Theilen nicht beobachtet werden. Fig. 6,

welche einen tieferen Schnitt vorstellt, zeigt gleichfalls eine gute Uebereinstimmung mit den Forderungen der Theorie.

Die sechs Individuen, welche durch ihre Verwachsung das Pseudo-Oktaëder liefern, sind aber selbst wieder ziemlich complicirt gebaut, wie die bei Vorführung der einzelnen Schnitte erwähnte Lamellirung beweist. Der Austritt der Axen auf den Plättchen parallel zur Würfelfläche, der auf pag. 10 näher beschrieben wurde, deutet darauf hin, dass wir es mit einem Axenwinkel zu thun haben, der nahe an 90° ist. Die diesbezüglichen Verhältnisse wurden bereits von Mallard in seiner „Explication des phénomènes optiques anomaux“ (pag. 56) besprochen.

Wegen der Aehnlichkeit, die der Senarmontit in seinem Aufbaue mit dem Boracit zeigt, schien es mir von Interesse zu sein, sein Verhalten bei der Erwärmung zu untersuchen. Die diesbezüglichen Versuche wurden von mir im Laboratorium des Herrn Professors Groth in München ausgeführt und es stellte sich dabei heraus, dass beim Erwärmen einer parallel zur Oktaëderfläche geschnittenen Platte im Des-Cloizeaux'schen Erwärmungsapparate bis zur Temperatur von 360° C. der grösste Theil der Platte keine bemerkbare Aenderung der Doppelbrechung zeigte; nur einige winzige, zerstreutliegende Partien wurden schon bei 175° C. einfachbrechend. Nach dem Erkalten kehrte wieder eine schwache Doppelbrechung zurück. Demnach wären diese Partien als Einschlüsse oder eher als Beimischungen anzusehen.

Erklärung der Tafel I.

- Fig. 1. Ein Senarmontitkrystall mit gut und regelmässig ausgebildeter Riefung der Flächen. Die untere Hälfte des Krystalls steckt im Gesteine. (Nach einem in der Sammlung des mineral.-petrogr. Univ.-Institutes zu Wien befindlichen Exemplare gezeichnet.)
- „ 2. Ein Schliff parallel zu einer Oktaëderfläche, nahe an der Oberfläche entnommen.
 - „ 3. Ein Schliff parallel der Würfelfläche, nahe an der Ecke.
 - „ 4. Parallel $\infty O\infty$, aus der Mitte des Sechslings.
 - „ 5 und 6. Parallel ∞O aus verschiedenen Tiefen.
 - „ 7. Anordnung der Einzelindividuen im Sechslinge.
 - „ 8. Antheil des Individuums 1.
 - „ 9. Ideale Form eines Senarmontit-Individuums.
 - „ 10 und 11. Theoretische Schnitte parallel O . Die Nummerirung der Individuen bezieht sich auf Fig. 7.
 - „ 12. Ein theoretischer Schnitt parallel der Rhombendodekaëderfläche.
-

Lith. Anst. v. G. Freytag & Berndt, Wien.