

## XXIX. Ueber den Analcim.

Von

A. Arzruni und S. Koch in Berlin.

(Mit 4 Holzschnitten.)

---

Ein reicher Vorrath schön ausgebildeter Analcimkrystalle von den Kerguelen-Inseln, welcher sich in der Sammlung des hiesigen mineralogischen Museums befindet und dessen Benutzung uns Herr Director Prof. Websky gütigst gestattete, gab uns Veranlassung dieses Vorkommen krystallographisch zu untersuchen. Es schien von Interesse, an die Winkelmessung eine optische Untersuchung dieser Krystalle anzuschliessen, hauptsächlich in Anbetracht der vielen Erklärungsversuche und Hypothesen, welche in der letzten Zeit bezüglich der optischen Anomalien regulärer Krystalle aufgestellt werden und die darauf gerichtet sind, die reguläre Symmetrie als eine scheinbare, durch regelmässige Verwachsungen von Krystallen niederen Symmetriegrades bedingte, hinzustellen.

Unsere Beobachtungen \*) führten uns auch dazu, Analcime anderer Fundorte und speciell die beiden Vorkommnisse von den Cyclophen-Inseln — aus dem Analcimgestein und aus der sogenannten »Creta« — auf ihre optische »Anomalien« zu prüfen. — Eine Stufe mit schönen durchsichtigen Krystallen des letztgenannten Fundortes, welche uns ein erwünschtes Material lieferte, verdanken wir ebenfalls der Freundlichkeit des Herrn Websky. —

Bekanntlich ist die Beschaffenheit der Analcimkrystalle im Allgemeinen derart, dass ihre Flächen nicht vollständig eben sind, weshalb an ihnen auch in den meisten Fällen keine genauen Messungen erzielt werden kön-

---

\*) Den anzuführenden Zahlenwerthen und optischen Versuchen liegen zum weit-aus grössten Theil Beobachtungen des Herrn Koch zu Grunde, welcher auch gesonnen ist, eine monographische Bearbeitung des Analcim durchzuführen, sowie eingehender dessen physikalische Eigenschaften, wie die optischen Constanten, den Einfluss der Temperatur auf dieselben, die Structurverhältnisse vermittelt Erzeugung von Aetzfiguren u. s. w. zu studiren.

A. Arzruni.

nen. Eine Ausnahme scheinen auf den ersten Blick die Krystalle von dem Erfolghafen im Kerguelenland zu bilden, bei denen übrigens mit zunehmender Grösse die Glattflächigkeit abnimmt. Die an ihnen beobachtete Form ist das reine Ikositetraëder (412). Auf die von Laspeyres\*) für dieses Vorkommen angegebene Abstumpfung (332) wurde der ganze Vorrath durchsucht, jedoch ohne Erfolg. — Wohl aber gelang es, an einem Krystall aus der »Creta« der Cyclopen-Inseln eine beim Analcim bisher nicht beobachtete Gestalt, einen 48-Flächner zu constatiren, dessen Flächen miteinander einen so stumpfen Winkel bilden (gemessen wurde circa  $40^\circ$ ), dass sie mit den Würfelflächen fast zusammenfallen. Neben dieser Form tritt mehrfach noch ein ebenfalls sehr stumpfes ( $hhl$ ) als vierflächige, auf die Würfelflächen aufgesetzte Pyramide auf.

Die an Krystallen vom Kerguelenland ausgeführten Messungen lieferten für den Winkel (412)·(211), als Mittel von 23 Einzelbeobachtungen, den Werth  $48^\circ 5'$ . An einer Kante ist auch genau der theoretische Werth von  $48^\circ 11'$  erhalten worden. Für den Winkel (412)·(112) stellte sich das Mittel aus 11 Messungen zu  $33^\circ 31'$  (theoretischer Werth =  $33^\circ 33'$ ) heraus. An einer Würfelkante eines Krystalls von den Cyclopininseln ergab sich genau der Winkel  $90^\circ$ .

Auf diese Werthe hin, welche so unbedeutende Abweichungen von den theoretischen zeigen, ist man wohl kaum berechtigt für den Analcim eine andere Symmetrie, als die reguläre anzunehmen, obwohl es von mehreren Seiten versucht worden ist, solche kleine Differenzen zu Gunsten einer geringeren Symmetrie zu deuten. Die bisher für den Analcim ausser dem regulären in Anspruch genommenen Krystallsysteme sind:

das tetragonale (Mallard\*\*), das rhömbische (Schrauf, Mallard\*\*\*), und das hexagonale (A. von Schulten†), wobei jedesmal eine mehr oder minder complicirte Zwillingsverwachsung zu Hülfe gezogen wird. So sollen es im ersten Falle sechs Krystalle sein, welche im Centrum des resultirenden, scheinbar regulären Krystalles zusammenstossen, indem ihre Hauptaxen parallel den Hexaëderkanten gerichtet sind. Bei der Annahme des rhombischen Systems würde jeder tetragonale Krystall aus zwei rhombischen bestehen, der einfache reguläre Krystall also aus zwölf Theilkrystallen. Schliesslich ist nach v. Schulten der reguläre Körper aus 4 resp. 8 Rhomboëdern, deren Hauptaxen mit den trigonalen Axen zusammenfallen, gebildet. Aus Analogie mit dem Leucit könnte allerdings auch die Annahme als möglich erscheinen, dass auch der Analcim einfache, nicht verzwilligte

\*) Diese Zeitschrift 1, 204.

\*\*) Mallard, Annales de mines X, 1876. Phénomènes opt. anomaux, p. 57 der Separatausgabe. Diese Zeitschr. 1, 344.

\*\*\*) Schrauf, N. Jahrb. etc. 1876, 428. Mallard, a. a. O.

†) v. Schulten, s. am Schlusse dieses Heftes unter »Auszüge«, Nr. 3.

Krystalle des tetragonalen Systems, gebildet aus einer tetragonalen und einer ditetragonalen Pyramide, repräsentire. Diese Annahme wird jedoch dadurch widerlegt, dass jeder Analcimkrystall in der Richtung aller drei krystallographischen Axen in optischer Beziehung sich vollkommen gleichwerthig verhält.

Um uns über die Angaben Mallard's und v. Schulten's zu orientiren, verfertigten wir eine Anzahl Platten, sowohl nach dem Würfel, als auch nach dem Oktaëder, dem Rhombendodekaëder und dem Ikositetraëder (142). Beobachtet wurde bei parallelem Licht und gekreuzten Nikols; zum Vergleich wurde auch ein Gypsblättchen, welches das Roth 4. Ordnung zeigte, zwischen Objectiv und oberem Nikol eingeschaltet und zwar so, dass das Maximum des Gefärbtseins eintrat, was ja dann der Fall ist, wenn die Elasticitätsaxen des Blättchens mit den Nikols einen Winkel von  $45^{\circ}$  bilden.

Folgendes sind die Resultate der Beobachtungen, welche hauptsächlich an den »Creta«-Krystallen angestellt worden sind.

#### I. Platten nach (400).

Die Dunkelstellung war im Allgemeinen parallel den Würfelflächen. Es findet eine deutliche Theilung in 8 Sektoren durch ebenso viele dunkle Linien statt, welche von der Mitte nach den Ecken und Mitten der Seiten ausgehen. Die Theilung nach der Mitte der Seiten, parallel den krystallographischen Axen, ist die deutlichste und stärkste. Die Theilungslinien sind meistens nicht ganz gerad, sondern etwas gewellt und geknickt. Die Platte löscht nicht einheitlich aus, die benachbarten Sektoren haben vielmehr ihre besonderen Auslöschungsrichtungen, welche mit einander einen ungefähren Winkel von  $90^{\circ}$  bilden, resp. etwa  $40^{\circ} 30'$  mit den Richtungen der Krystallaxen. Dagegen löschen die abwechselnden Sektoren, und zwar je 4 gleichzeitig aus. Die dunklen Linien blieben beim Drehen der Platte gleichmässig dunkel und veränderten ihre Lage in Bezug auf die Platte nicht.

Durch Einschalten eines Gypsblättchens, wie es jetzt vielfach angewendet wird, verliert die Erscheinung an Deutlichkeit. Da bei der Dunkelstellung 4 abwechselnder Sektoren die 4 andern nicht hell, sondern dunkelgrau erscheinen, so waren beim Einschalten des Gypsblättchens die diesen Unterschied angegebenden Farbentöne des Roth nicht sehr deutlich aus einander zu halten, und die Platte schien daher hier nur eine Dunkelstellung zu besitzen. Aus demselben Grunde zerfiel die Platte in der Stellung der grössten Intensität auch nur in 4 Sektoren und zwar so, dass diejenigen, durch welche die kleinste Elasticitätsaxe des Gypses ging, stets gelb (resp. roth-gelb), die beiden andern blau (resp. grünlich-blau) gefärbt waren. Die Haupttrennungslinien der Sektoren, d. h. die parallel den krystallographischen Axen verlaufenden Linien sind roth und behalten diese Farbe bei einer

vollständigen Umdrehung der Platte bei. Die Theilung nach den Ecken des Würfels war fast gar nicht zu bemerken. Stellenweise konnte man ein zungenförmiges Uebergreifen des gelben Sectors in den blauen und umgekehrt, beobachten.

Es wurden Würfelplatten sowohl aus dem Innern des Krystalls, als auch nahe zur Oberfläche geschliffen; bei manchen war die eine Fläche die natürliche Würfelfläche; ferner war die Dicke der zur Verwendung gekommenen Platten eine sehr verschiedene, und dennoch zeigten sie alle die oben beschriebene regelmässige Theilung in 8 Sektoren, die meisten mit grosser Schärfe und Deutlichkeit. Bei einer Platte erschien der grösste Theil des Gesichtsfeldes isotrop und trat die Theilung in Sektoren nur am Rande auf. In der Mitte war immer ein kleiner Theil isotrop, doch schien er durch die vor sich gehende Vereinigung der 8 isotropen Theilungslinien entstanden zu sein. Mallard erwähnt ein isotropes Quadrat in der Mitte hexaëdrischer Platten, welches um so grösser wird, je näher man den Schnitt der natürlichen Aussenfläche des Krystalls legt. Diese Erscheinung haben wir jedoch nicht beobachtet. Manchmal geschah es, dass sehr dünne Platten, bei welchen die eine Fläche die natürliche Würfelfläche war, dies isotrope Feld nur in sehr geringer Ausdehnung zeigten, während es anderseits in Platten aus dem Innern zuweilen einen viel grösseren Raum einnahm. Krystalle, welche nicht ganz ausgebildet, sondern an das Gestein angewachsen waren, zeigten in den an dasselbe grenzenden Schichten keine Regelmässigkeit der optischen Erscheinungen, indem sie sich in einigen Fällen vollständig isotrop, in andern hingegen doppeltbrechend verhielten.

Die Analcimkrystalle von den Kerguelen-Inseln sind fast durchgängig wenig durchsichtig; sie sind von zahlreichen Sprüngen durchsetzt, welche die Deutlichkeit des eben geschilderten Bildes beeinträchtigen. Im Allgemeinen war aber auch hier dieselbe Achttheilung zu erkennen.

## II. Platten nach (111).

Die Umgrenzungsfigur ist ein gleichseitiges Dreieck, gebildet von den Combinationskanten (111.100) oder (111.112). Es zerfällt in 6 Sektoren, welche durch dunkle Linien getrennt werden, die von der Mitte der Platte aus nach den Ecken und Mitten der Seiten gehen. Jeder Sector löscht zugleich mit dem ihm gegenüberliegenden aus, eine allgemeine Dunkelstellung der ganzen Platte ist nicht zu erreichen.

## III. Platten nach (110).

Rechteckige Platten, begrenzt von den Combinationskanten mit dem Würfel, zerfallen ebenfalls in 8 Sektoren wie die Würfelplatten, und auch hier ist die Auslöschung nicht einheitlich, sondern tritt gleichzeitig nur bei je 4 abwechselnden Sektoren ein.

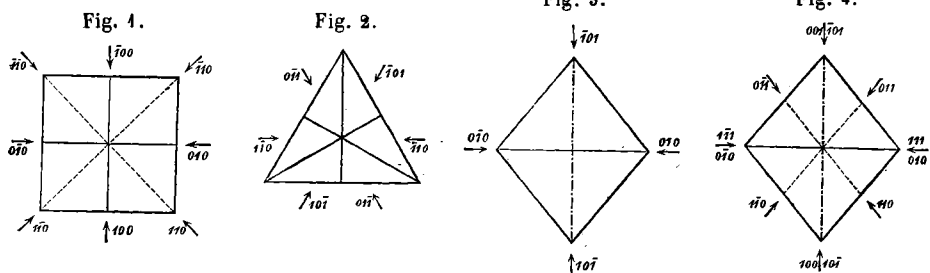
Die nach 112 geschliffenen Platten lieferten keine genügend charakteristischen Erscheinungen; sie sind complicirter Natur.

Die beschriebenen Erscheinungen, welche, abgesehen von geringen Unterschieden, eine grosse Aehnlichkeit mit den von F. Klocke\*) am Alaun beobachteten aufweisen, lassen die berechnete Vermuthung zu, dass sie bei allen regulären Krystallen, bei welchen sie auftreten, durch gleiche Ursachen bedingt sind. Lamellarstructur, Spannung und Druck sind eine lange Zeit hindurch zur Erklärung dieses Verhaltens herangezogen worden, das man »anomal« genannt hat, da bekanntlich die Theorie Isotropie bei regulären Krystallen erfordert, bis Er. Mallard vor einigen Jahren dieses räthselhafte anisotrope Verhalten auf Zwillingsverwachsungen und eine durch dieselben bewirkte Pseudosymmetrie höheren Grades zurückzuführen versuchte. Diese Auffassung fand wohl deswegen von vielen Seiten sofortige Annahme, weil sie der Vorstellung jedes Einzelnen vollkommen freien Spielraum gestattete, weil jeder Beobachter, je nach seinem Gutdünken, mehr oder minder symmetrische (der Vorzug wurde letzteren ertheilt!) componirende Krystalle annehmen und die Zahl derselben beliebig viele Male verdoppeln konnte. Gruppierung von Zwillingskrystallen zu Gebilden von scheinbar höherer Symmetrie sind allerdings mehrfach bekannt. Wenn wir aber jeden Zwilling für symmetrischer ansehen müssen, als den einzelnen einfachen Krystall, so kennen wir in den meisten Fällen doch auch diese letzteren selbst. Es würde daher merkwürdig und unerklärlich erscheinen, weshalb bestimmte Substanzen nie anders auftreten sollten, als blos in Zwillingen und zwar stets in gleicher Entwicklung, nie ausresp. einspringende Winkel zeigend, sondern in so vollkommen geschlossenen Gestalten, wie reguläre Krystalle. — Das durchgängige Auftreten von »Anomalien«, die sich als eine normale Erscheinung zu erkennen geben — denn es zeigen ja alle bisher untersuchten durchsichtigen Krystalle des regulären Systems diese Anomalien mehr oder minder deutlich und zwar in derselben Weise — musste naturgemäss auch den Versuch hervorrufen, sie auf eine gemeinschaftliche Ursache zurückzuführen. Ob es gerade ein glücklicher Griff war, die Erklärung ausschliesslich in einer Zwillingsbildung, in einem regelmässigen Aufbau von symmetrielosen Componenten die alleinige Ursache der Regelmässigkeit zu suchen und, trotz einer geometrisch nicht nachweisbaren Asymmetrie, diese letztere als Thatsache hinstellen und als Erklärung den Beobachtungen zu Grunde zu legen, kurz, im Namen der Symmetrie die Symmetrie zu verwerfen — das mag dahingestellt bleiben. Man darf sich nur nicht verhehlen, dass, wenn man alle sogenannten »Anomalien« auf Zwillingsbildung zurück-

\*) Siehe am Schlusse dieses Heftes unter »Auszüge«, Nr. 33.

führt, das reguläre System bloß pseudosymmetrische Gestalten umfassen würde.

Die drei Arten von Symmetrieaxen des regulären Systems, die Normalen zu den Oktaeder-, Würfel- und Rhombendodekaeder-Flächen sind bekanntlich auch in physikalischer Beziehung ausgezeichnete, verschiedenwerthige Richtungen. Sie spielen auch eine nicht unwesentliche Rolle beim Aufbau des Krystalls. Auch die vielfach beobachteten Skelete weisen z. Th. darauf hin, dass jene Richtungen den Hauptanziehungen der Körpertheilchen nach einem ideellen Centrum hin entsprechen, weshalb sich in diesen Richtungen, resp. senkrecht zu denselben, Verdichtungen der Materie herausstellen müssen, welche in Bezug auf den Krystall symmetrisch gerichtet sein und je nach der Krystallfläche, durch welche sie zur Beobachtung gelangen, als charakteristische Tracen erscheinen müssen, die, nach ihrem abweichenden Verhalten dem durchgehenden Licht gegenüber, von den weniger comprimierten Partien sich unterscheiden. Ein Uebergang von dem einen zu dem andern Zustande findet nicht merklich statt. Am schärfsten müssen die Condensationen zu sehen sein, wenn die Symmetrieaxen in der Ebene liegen, normal zu welcher das Licht durchgeht. So würde in einer Würfelfläche eine Achttheilung, senkrecht zu den beiden Würfel- und den beiden Dodekaeder-Normalen (Fig. 1), in einer Oktaederfläche eine 6-Theilung senkrecht zu den drei Dodekaeder-



Normalen (Fig. 2), bei einer Rhombendodekaederfläche eine 4-Theilung nach einer Hexaeder- und einer Dodekaeder-Normale (Fig. 3) sich herausstellen müssen. Ferner muss auch nach den Symmetrierichtungen, welche nicht in der Ebene der Fläche liegen, eine condensirende Wirkung ausgeübt werden, um so deutlicher, je geringer der Winkel, den diese Richtungen mit der Fläche bilden und je näher diese letztere zu dem ideellen Centrum des Krystalls liegt. Während diese neu hinzutretenden Richtungen in der in Fig. 1 und 2 dargestellten Theilung der Würfel- und Oktaederflächen keine Modification hervorbringen würden, weil die so bewirkten Condensationen mit den obigen zusammenfallen, wird das Bild einer näher zum Centrum gelegenen Rhombendodekaederfläche statt einer Vier- eine Achttheilung

zeigen müssen (Fig. 4). Schliesslich würden in einer Fläche (112) die Condensationslinien einen wesentlich complicirteren Charakter aufweisen.

Die am Analcim beobachteten Erscheinungen stehen sämmtlich mit den hier schematisch dargestellten in vollkommenem Einklang, und ist die hier gemachte Annahme richtig, so müsste die Erscheinung bei allen regulären Krystallen in analoger Weise wiederkehren, was an andern Krystallen zu prüfen ist. Die bisherigen Angaben anderer Beobachter stehen mit dieser Hypothese nicht in Widerspruch.

Die am Analcim beobachtete einheitliche Auslöschung gegenüberstehender Felder würde dann darauf zurückzuführen sein, dass zwischen den Hauptcondensationen andere Maxima oder Minima der Dichtigkeit liegen, welche in Bezug auf zwei ungleichwerthige Hauptcondensationen keine genaue Mittelstellung annehmen, sondern je nach der Natur der Substanz, dem relativen Werthe der Hauptcondensationen und nach der Lage des Schnittes, sich der einen oder der andern nähern würden. Beim Analcim bilden diese sekundären Richtungen mit den Würfelverdichtungen circa  $4^{\circ}$ .

---

Als unsere Beobachtungen in vorliegender Gestalt druckfertig waren, erhielten wir das vierte Heft des fünften Bandes dieser Zeitschrift, in welchem (S. 330 f.) Herr von Lasaulx denselben Gegenstand behandelt und zu von seinen früheren \*) wesentlich verschiedenen, aber mit den unsrigen übereinstimmenden Schlüssen gelangt, indem er den Analcim aus dem unsymmetrischsten in das symmetrischste Krystallsystem zurückversetzt. Eine erneute genaue Durchsicht unserer Platten und der Vergleich der in denselben sich zeigenden Erscheinungen mit den ziemlich abweichenden Angaben des erwähnten Forschers haben uns jedoch nur in dem oben Geschilderten zu bestärken vermocht und veranlassen uns also nicht, dasselbe in irgend welcher Weise zu modificiren.

---

\*) S. diese Zeitschrift 5, 272.