Mineralogische Mittheilungen XII[1].

Von

C. Klein in Berlin.

Mit 5 Holzschnitten.

---

27. Neue Erhitzungsapparate für mikroskopische Untersuchungen.

Durch die Königliche Akademie der Wissenschaften zu Berlin ward mir für meine Untersuchungen ein completes Mikroskop mit Nebentheilen zur Verfügung gestellt, wie ein solches durch Hrn. Fuess kürzlich in diesem Jahrbuch, 1890. Beil.-Bd. VII. S. 55—89 beschrieben worden ist. Es besitzt ausser den erwähnten Nebentheilen einige Vorrichtungen zum Erwärmen der Krystalle, die Hr. Fuess nach den Angaben construirt hat, die ich ihm über den Zweck und die Verwendung besagter Apparate mitgetheilt habe.

Im Ganzen sind zwei Erwärmungsvorrichtungen geplant gewesen. Es nöthigt nur die Kostspieligkeit einer derselben, die Construction einer dritten, sie in der Hauptsache ersetzenden vorzunehmen. Mit dieser letzteren ist Hr. Fuess zur Zeit noch beschäftigt[2], die beiden anderen sollen hier beschrieben werden.

a. Erhitzungsapparat für Temperaturen bis zu 450° C.[3]

Dieser Apparat ist darauf berechnet, bei dem Mikroskop in dessen verticaler Stellung angewandt zu werden und haupt-

---

[1] Aus den Sitzungsber. d. Kön. Preuss. Akademie der Wissenschaften 1890. p. 703 u. f. mit Genehmigung der Akademie, sowie Veränderungen und Zusätzen vom Verfasser mitgetheilt.

[2] Herr Fuess hat diese Construction inzwischen vollendet.

[3] Man kann natürlich mit dem Apparat noch höhere Temperaturen

sächlich zu Untersuchungen im parallelen polarisirten Lichte Verwendung zu finden.

Zu dem Ende ist ein länglich rechteckiger Kasten aus dünnem Metallblech und mit Asbestpappe umkleidet, angefertigt worden, dessen einer Theil, von einem Mittelstück an gerechnet, horizontal liegt und dessen anderer nach oben zu aufgebogen ist. Im Mittelstück besitzt der Kasten oben und unten auf der breiten Seite zwei runde Öffnungen und erlaubt der Luft an der schmalen Seite des horizontalen Theils einzutreten und den Kasten durch den aufsteigenden Theil zu verlassen. Dieser Kasten sitzt verschraubt auf einer die Wärme schlecht leitenden Unterlage, welche auf den Tisch des Mikroskops passt und es gestattet, dass der Kasten nicht auf dem Metalltische aufliegt, sondern sich, durch seine Unterlage getrennt, in gehörigem Abstand von demselben befindet. Hierdurch wird eine zu rasche Erwärmung des Mikroskoptisches vermieden. Da aber der Erhitzungsapparat auf dem durch Mikrometerwerke beweglichen Tische fest aufgesetzt und angeklemmt ist, so kann er mit diesem durch die Mikrometerschrauben verschoben werden und gestattet überdies der Tischumdrehung mit einem mehr als genügenden Winkel von über 135° zu folgen.

Innerhalb des rechteckigen Kastens befindet sich über dem Loch, was denselben auf seiner Ober- und Unterseite durchsetzt, eine Glasplatte auf zwei Metallvorsprüngen ruhend. Auf diese Glasplatte wird der Krystall gelegt. Demselben möglichst nahe greift ein Thermometer, welches über dem Quecksilber eine Stickstofffüllung besitzt, hufeisenförmig vor und hinter dem Krystall herum und geht in der Richtung des aufsteigenden Theils des Kastens in die Scala aus. Dieselbe ist auf der Oberseite des aufsteigenden Theils des Kastens befestigt. Das Thermometer kann bei etwa nothwendig werdenden, sehr starken Erhitzungen heraus genommen werden. Das obere und untere Loch im Kasten werden durch Glasplatten geschlossen, so dass das Objectiv des Mikroskops und

---

erzielen, dieselben aber nur bis 450° C. messen. Nach der Prüfung des Mitgliedes der physikalisch-technischen Reichsanstalt in Berlin, Hrn. Wiebe, Zeitschrift für Instrumentenkunde 1890, Juni-Heft, sind die von Hrn. Fuess gefertigten Stickstoff-Quecksilberthermometer bis 450° C. verwendbar.

dessen Condensorsystem nicht von der Hitze im Kastenraum leiden. Die Erwärmung wird durch Gas bewirkt, das auf der dem Thermometerende entgegengesetzten, horizontal liegenden Seite des Kastens durch einen Bunsen'schen Spaltbrenner, der gegen das Object hin verschoben werden kann, ausströmt [1]. Reicht der durch die Leuchtgasflamme erzeugte Wasserdampf nicht für die Zwecke der Beobachtung aus, so kann durch ein über der Flamme mündendes Röhrchen noch solcher von ausserhalb zugeführt werden und wird dann durch den Luftzug mitgeführt, im Kasten vertheilt und tritt an dessen entgegengesetzter Öffnung wieder aus. Um endlich die bei etwaiger unvollkommener Verbrennung gebildeten Gase zu zerstören, bringe man vor der Austrittsöffnung des Kastens eine Flamme an.

Mit diesem Instrumente lassen sich gradweise bis zur Temperatur von 450° C. und über diese hinaus bei herausgenommenem Thermometer alle Phänomene bei der Erwärmung im parallelen polarisirten Lichte sehr schön beobachten.

Das Mikroskop leidet, wenn für gewöhnlich nicht über 450° C. gegangen wird, gar nicht unter der Hitze und der über seinem Ocular mit dem Auge befindliche Beobachter bei kurzer Versuchsdauer auch nicht; bei längerem Beobachten empfiehlt es sich freilich, durch eine Spiegelvorrichtung mit Tubus das Ocular wagerecht einzuführen und das Auge somit von der Wirkung der Hitze zu befreien.

Befolgt man noch die Vorsicht, am Eintrittsrohr für den Wasserdampf eine Gabelung anzubringen, so dass man nach dem Erwärmen durch ein Gebläse auch kühle Luft eintreten lassen kann, so kann die Vorrichtung zu manchen anderen chemischen und physikalischen Versuchen dienen.

Vergleicht man diese Vorrichtung mit einer kürzlich von H. Brünnée in Göttingen verfertigten und in der Zeitschrift

[1] Der Krystall oder die Platte befinden sich danach gegenüber der zugeführten heissen Luft möglichst unter denselben Umständen wie die Thermometerenden. — Um sich zu überzeugen, wie genau dies der Fall ist, kann die Einrichtung getroffen werden, noch ein Thermometer gleicher Güte, wie das im Kasten befindliche, so einzulassen, dass sein Reservoir genau an die Stelle kommt, wo sich der Krystall befindet; durch Beobachtung beider Thermometer kann man dann finden, wie gross die Verschiedenheit der Temperatur ist, die in einem gegebenen Momente am Orte des Beobachtungsthermometers und an dem des Krystalls sich zeigt.

für Instrumentenkunde 1890. S. 63 und 64 beschriebenen, so hat diese vor der hier geschilderten die grössere Beweglichkeit bei dem Umdrehen des Tisches voraus. Da sie sich aber in den Tisch conisch einsetzt, so wird demselben die Erwärmung mehr wie hier mitgetheilt, eine besondere Zufuhr von Wasserdampf ist nicht vorgesehen und schliesslich leiden die Schutzgläser und namentlich das Glas, was den Krystall trägt, durch die angewandte Art der Erhitzung, so dass man wenigstens auf Objectträgern von Glas sehr oft die Präparate durch das Zerspringen letzterer verliert. Diesem sehr unangenehmen Übelstande müsste jedenfalls dadurch abgeholfen werden, dass man die Platte auf eine nicht zerspringende und, wenn undurchsichtig, mit weiten Öffnungen versehene Unterlage legt. — Beide Vorrichtungen können natürlich dem ferneren Übelstande nicht entgehen, dass bei höherer Temperatur die Verschlussgläser polarisirend wirken.

b. Erhitzungsapparat für Temperaturen bis zur hellen Rothgluth.

Bei Anwendung des in der Folge zu beschreibenden Apparates, der von dem eben erwähnten Übelstand frei ist, dafür aber auch die Temperatur nicht ohne Weiteres [1] zu bestimmen erlaubt, wird man zweckmässig das Mikroskop etwas neigen oder ganz horizontal stellen. Der Apparat folgt den Mikrometerbewegungen des Tisches und lässt eine nahezu volle Umdrehung desselben zu.

Er besteht im Wesentlichen aus folgenden Theilen. Eine in der Mitte durchbohrte kleine, länglich viereckige Schieferplatte trägt rechts und links einen Metallstift, gegen den die Tischklemmen wirken. Auf dem Schiefertisch liegen zwei sich nicht berührende Metalltheile, die in der Mitte zu einem grösseren Sehloche sich erweitern. Jeder Metalltheil kann vermöge einer Klemme den Zuleitungsdraht (Kabel) einer Thermosäule aufnehmen. Senkrecht zu der Trennungsfuge der beiden Metallplatten auf dem durchbohrten Schiefertisch stehen zwei schuhsohlenartige Vorrichtungen, vorn und hinten mit einer Spitze versehen. Nach Hrn. Fuess' ingeniöser Disposition kann ein Paar

[1] Ich werde in der Folge darauf Bedacht nehmen, diese Bestimmungen ausführen zu können.

über einander liegender Platinbleche, die ihrerseits in der Mitte sich verjüngen und ein kleines Loch haben, so eingesetzt werden, dass sie, mit Löchern an den Enden versehen, jeweils in die einander zugekehrten Spitzen der Schuhsohlen eingreifen. Werden nun die mit entsprechenden Löchern versehenen Schuhobertheile auf die Sohlen gesetzt und die die beiden Theile verbindenden Schrauben angezogen, so ist eine leitende Verbindung der beiden Metallplatten auf der Schieferplatte hergestellt. Wäre die Vorrichtung damit vollständig erörtert, so würde sie noch nicht genügend wirken. Nun lässt sich aber noch der eine Ober- und Unterschuh gegen den anderen bewegen und geht, wenn der Druck nachlässt, durch eine Feder zurück. Hierdurch wird es einmal erreicht, dass die Platinbleche stets angespannt sind und das zwischen sie gebrachte kleine Präparat festhalten, andererseits kann man eben dann, wenn sich die Bleche federnd öffnen, sehr leicht das Präparat einschieben. Um zu verhüten, dass trotz dieser vorhergenannten Vorsichtsmassregel ein vielleicht etwas zu grosses Präparat nicht doch herausgleiten könne, ist das eine (von dem Beobachter abgekehrte) Platinblech auf seiner unteren Seite rechtwinkelig umgebogen, so dass sich darauf die Platte des Krystalls, wenn sie durchgleiten will, stützen kann.

Die Wärme wird bei dem Apparat durch eine Thermosäule nach E. Raub's Patent[1] (Centralblatt für Elektrotechnik 1888. S. 175) erzeugt. Die nach dem Tische des Beobachters hingeleitete Elektricität geht durch einen Rheostat, um deren Wirkung an der Vereinigungsstelle des Stroms reguliren zu können. Von unten her gesehen muss an dem Erwärmungsapparat alles, was von Metall ist, sehr ausgearbeitet sein, so dass die Condensorlinsen dicht an die Platte herangebracht werden können und doch durch die Metallfassungen derselben keine Stromschliessungen stattfinden.

Da ein solcher Erhitzungsapparat verhältnissmässig kost-

---

[1] Die Säule leistet etwa dasselbe, was 5—6 Bunsen'sche Elemente üblicher Grösse bewirken, d. h. hat eine Stromstärke von 15 Ampère und eine elektromotorische Kraft von 3 Volt. Sie liefert aber im Vergleich zu den Bunsen'schen Elementen einen sehr constanten Strom und kann im Beobachtungszimmer aufgestellt werden, — Vortheile, die man bei den Bunsen'schen Elementen nicht hat.

spielig wird, wenn zu seiner Bedienung eine besondere, die Elektricität erzeugende Vorrichtung von constanter Wirkung angeschafft werden muss, so soll noch auf einen Ersatz dieser Heizvorrichtung durch eine mit Gas zu betreibende Bedacht genommen werden. Hr. Fuess ist, wie schon erwähnt, mit der Construction derselben beschäftigt (vergl. p. 76 Fussnote 2). Sie wird an einem horizontal zu stellenden Instrument angebracht werden, aber nicht gestatten mit dem Tische desselben verbunden zu sein, da sie demselben eine zu hohe Temperatur mittheilen würde. Es muss in Folge dessen Bedacht darauf genommen werden, an Stelle des früher mittelst des Tisches drehbaren Präparates, jetzt die Nicols des Instrumentes gleichzeitig zu drehen.

Sieht man einstweilen von dieser dritten Vorrichtung ab, so erlaubt die zweite es ohne Weiteres, während der starken Erwärmung im parallelen polarisirten Lichte zu beobachten. Die zu erhitzende Partie ist nur klein, die Erhitzung selbst kann momentan unterbrochen werden, — alles dies schadet dem Instrument, welches überdies noch horizontal gestellt werden kann, wenig oder gar nicht.

Auch zu Untersuchungen im convergenten Lichte kann die Vorrichtung dienen, wenn man nur darauf Bedacht nimmt das untere Condensorsystem und namentlich das Objectiv nur im Momente des Erwärmens zu nähern und dann wieder rasch zu entfernen. Das Instrument muss zu diesem Behufe horizontal gestellt und ausser dem Beobachter noch von einem Anderen bedient werden. Auch bringt man zweckmässig an der unteren Frontlinse des Objectivs noch eine die Messingtheile bekleidende Hülle von Horn an, auf dass beim Nähern des Objectivs an das Präparat demselben durch die Metalltheile nicht allzu viel Wärme entzogen werde und das Präparat dadurch aus dem Glühen komme.

28. Über die Methode der Einhüllung der Krystalle zum Zweck ihrer optischen Erforschung in Medien gleicher Brechbarkeit.

Abgesehen von den allgemein bekannten Methoden optischer Erforschung wandte ich bei den nachfolgenden Untersuchungen mehrfach diejenige an, auf welche ich in den Sitzungsberichten der Kön. Preuss. Akademie der Wissen-

schaften 1890 S. 347 die Aufmerksamkeit der Forscher gelenkt habe (vergl. dies. Heft p. -18-).

Ich erlaube mir zu dem früher Mitgetheilten zunächst in historischer Hinsicht zu bemerken, dass nach gefälligen Mittheilungen des Hrn. Prof. von Reusch bereits Nörrenberg besagte Methode kannte. Hr. Prof. von Reusch schreibt mir darüber:

„Von Ihrer Methode der Umhüllung hat auch Nörrenberg mehrfach Gebrauch gemacht; publicirt hat er aber nichts hierüber. Ich besitze aus seinem Nachlasse einige leider verwitterte, sehr sauber ausgeführte Präparate von mellitsaurem Ammoniak."

Nicht minder muss hervorgehoben werden, dass auch schon Biot 1843 (Mém. sur la polarisation lamellaire pag. 586) von der in Rede stehenden Methode Gebrauch gemacht hat, indem er Alaunkrystalle in concentrirten Alaunlösungen untersuchte [1].

Endlich hatte mein verehrter College F. E. Schulze die Güte mich darauf aufmerksam zu machen, dass in der 1887 erschienenen Arbeit von V. von Ebner „Über den feineren Bau der Skelettheile der Kalkschwämme nebst Bemerkungen über Kalkskelete überhaupt" Wien. Akademie Sitzber. Bd. XCV. 1887 ähnliche Anwendungen vorkommen. — Da mir die Arbeit nicht zu Gebote stand, so wandte ich mich direct an Hrn. von Ebner, zumal aus dem Referat über genannte Arbeit in der Zeitschrift für Krystallographie Bd. 17. 1889. S. 292 nichts für jene Angabe Sprechendes zu ersehen war und erhielt die Antwort, dass Hr. von Ebner die in Rede stehende Methode in ausgedehntestem Maasse bei seiner Arbeit benutzt habe.

Indem ich diese Mittheilungen zur öffentlichen Kenntniss bringe und ihnen, wie selbstverständlich, ihr Recht werden lasse, glaube ich mich trotzdem zu dem Ausspruch berechtigt halten zu dürfen, dass bei der Gesammtheit der Mineralogen vor meiner Veröffentlichung wenig und z. Th. nur Ungenügendes über die in Rede stehende Methode bekannt war, die,

[1] Ich bin Herrn Dr. R. Brauns in Marburg für diesen Hinweis verpflichtet; er wird sich besonders bei der Untersuchung künstlicher Krystalle vortheilhaft verwerthen lassen.

wie sich immer mehr herausstellt, ein vortreffliches qualitatives Mittel zur Untersuchung der Krystalle ist.

Bei ihrer Anwendung scheinen mir folgende Hauptverwendungen in Betracht zu kommen; ich erlaube mir bei Anführung derselben einige seither erprobte Erfahrungen u. s. w. mitzutheilen:

a. Das Aufsuchen der optischen Erscheinungen in unbekannten, das Licht doppelt brechenden Körpern.

Vorab erkennt man deutlich, ob ein Körper doppelbrechend ist oder nicht. Vorausgesetzt er sei in seinem Brechungsverhältniss unter dem der umhüllenden Flüssigkeit, so wird ein isotroper Krystall bei passender Verdünnung der Flüssigkeit plötzlich in derselben, nach allen Richtungen gesehen, verschwinden; es ist dies der Fall, wenn die Flüssigkeit ebenso das Licht bricht, wie er. Ein doppelbrechender Krystall kann, nach allen Richtungen besehen, niemals dies Verhalten gleichzeitig zeigen; ja man könnte sogar durch consequente Weiterausbildung dieser Methode ein- und zweiaxige Krystalle damit unterscheiden. In der Praxis erreicht indessen die Unterscheidungsfähigkeit bei schwacher Doppelbrechung bald eine Grenze und man bedient sich zur Feststellung des Thatbestandes besser der gewöhnlichen Hilfsmittel.

Von gebrauchsfähigen Flüssigkeiten stehen uns, wie bekannt, durch die Untersuchungen der HH. Goldschmidt[1] und R. Brauns[2] das Kaliumquecksilberjodid und das Methylenjodid zur Verfügung. — Ersteres hat bei einem spec. Gew. von 3.16 für n_D den Werth 1.726. Es lässt sich beliebig mit Wasser verdünnen, wobei spec. Gew. und Brechungsvermögen sinken; man darf aber die Lösung nicht mit Metallen in Berührung bringen, weil diese sie zersetzen.

Das Methylenjodid hat bei 16° C. $n_D = 1.741$. Es lässt sich zwar nicht mit Wasser, aber doch mit Benzol ($n_D = 1.5$ bei 15° C.) verdünnen; gegen Metalle ist es unempfindlich. Überdies soll sein Brechungsvermögen nach Bertrand[3] durch Auflösen von Schwefel in der Flüssigkeit in der Wärme über

[1] Dies. Jahrb. 1881. Beil.-Bd. I. S. 232.

[2] Dies. Jahrb. 1886. II. S. 72 u. f.

[3] Bulletin de la Soc. française de Minéralogie. 1888. T. XI. p. 31.

1.8[1], durch Auflösen von Schwefel und Jod über 1.85 gebracht werden können.

Zur Untersuchung hätte man also geeignete, verdünnbare Flüssigkeiten. Es können damit selbst Krystalle geprüft werden, deren Brechungsexponenten über den durch die höchst brechbare Flüssigkeit gegebenen liegen. Die Erscheinungen werden sich nur nicht ganz so vollkommen darstellen, als wenn Flüssigkeit und Krystall in der in Frage kommenden Richtung mit ihren Brechungsverhältnissen übereinstimmen.

Zur Untersuchung der Krystalle müssen dieselben in einem Glasgefässe möglichst ausgiebig gedreht werden können. In Annäherung ist dies schon vermittelst der Dreh- und Justirvorrichtungen des Fuess'schen Axenwinkelapparates möglich, Hr. Fuess hat aber überdies die Anfertigung einer besonderen, speciell diesen Zwecken dienenden Vorrichtung in Aussicht gestellt. Bemerkt sei, dass bei einaxigen Krystallen schon recht bedeutende Dicken (bis zu 1.5 cm und mehr) in Betracht kommen können; bei zweiaxigen dagegen die Dicke des Krystalls mit wachsendem Axenwinkel sinkt und bei grossen Winkeln nur etwa 5—6 mm betragen darf, wenn man noch die beiden Axenpole gleichzeitig übersehen will.

Bei der Operation verdünnt man die Flüssigkeit so lange, bis der Krystall für eine mittlere Lage in derselben annähernd verschwindet, sucht dann durch passendes Drehen das betreffende optische Element, Richtung der ersten Mittellinie bei den zweiaxigen oder der optischen Axe bei den einaxigen, in die Visirlinie zu bringen und bringt nun die Flüssigkeit durch weiteres Verdünnen oder Concentriren dahin, dass für diese Richtung der Krystall in ihr überhaupt (einaxig) oder vornehmlich in der Richtung der Axenebene (zweiaxig) verschwindet. Den Brechungsexponenten der Flüssigkeit kann man dann am besten mit Hilfe eines Abbe'schen Refractometers für Flüssigkeiten, was mit Glasprismen von höheren Brechungsverhältnissen versehen ist, bestimmen.

---

[1] Nach gefl. Mittheilungen von H. Zeiss in Jena ist der Brechungsexponent nur 1.787.

b. Die Herstellung von Präparaten zur Untersuchung im parallelen und im convergenten polarisirten Lichte.

α. Präparate zur Untersuchung im parallelen polarisirten Lichte.

Ganze Krystalle oder Bruchstücke derselben können untersucht werden in Rücksicht auf Auslöschungsrichtungen auf gewissen Flächen nach bestimmten Kanten, hinsichtlich des Pleochroismus, der eventuell vorkommenden Feldertheilung u. s. w.

Will man die zu untersuchenden Körper nicht in dem vorhin angedeuteten Apparate zum Drehen der Krystalle in Flüssigkeiten prüfen, sondern Dauerpräparate aus ihnen anfertigen, so fixire man sie in der erforderlichen Stellung mit Wachs oder einem anderen Klebstoff auf einem Objectträger, stülpe über sie einen auf dem Objectträger festzukittenden Abschnitt einer Glasröhre und fülle denselben mit dem entsprechenden Medium von passendem Brechungsverhältniss aus, so dass dasselbe ganz den Krystall umhüllt.

Als solche Medien empfehlen sich neben den oben erwähnten Flüssigkeiten eine Menge von Ölen, Monobromnaphthalin, Schwefelkohlenstoff, vielfach auch Canadabalsam[1] u. s. w.

Man wähle im Allgemeinen das Brechungsverhältniss des Mediums so, dass alle Strahlen, selbst die mit stärkstem Brechungsverhältniss noch in dasselbe übertreten können. Höher mit dem Brechungsverhältniss des Mediums zu gehen, empfiehlt sich nicht, weil sonst das unter dem Krystall befindliche, stärker brechende Medium Totalreflexion an den Flächen desselben bewirken könnte. Niedriger als den kleinsten Brechungsexponenten dürfte man auch die Brechbarkeit des den Krystall umgebenden Mediums nicht wählen, weil sonst über dem Krystall die denselben verlassenden Strahlen unter Umständen auch total reflectirt werden könnten.

---

[1] Bei der Wahl von Canadabalsam kann man, wenn man mit Bertrand'scher Linse und Ocular als schwach vergrösserndem Mikroskop eine Übersicht über den Schliff nimmt, besonders leicht zur Darstellung von Axenerscheinungen, namentlich bei einaxigen Krystallen, übergehen, wenn man convergentes Licht einfallen lässt und das freie Tubusende bis zur Bildung einer Blase in den Balsam taucht. Diese wirkt dann wie ein Objectiv und die Umwandlung des Instrumentes ist für diesen Zweck genügend erreicht.

Man wird daher für die Zwecke der Praxis am besten von einem Mittelwerth, etwa $\frac{\alpha + \beta + \gamma}{3}$, resp. $\frac{\omega + \omega + \varepsilon}{3}$ ausgehen, zusehen, ob die gewünschten Erscheinungen deutlich hervortreten, und nach der einen oder anderen Seite noch etwas nachhelfen, wenn es erforderlich sein sollte.

In dem einen besonderen Falle, in dem man bei einaxigen Krystallen die einfache Brechung in der Richtung der Axe c an einem ganzen Krystalle ohne Basis, z. B. einen Spaltrhomboëder von Kalkspath, zeigen will, ist der Krystall mit einer Flüssigkeit zu umgeben, die vom Brechungsverhältniss ω ist. Hierzu eignet sich bei Kalkspath Monobromnaphtalin fast ganz genau.

β. Präparate zur Untersuchung im convergenten polarisirten Lichte.

Bei den hier vorzugsweise in Betracht kommenden Präparaten, senkrecht zur optischen Axe der einaxigen oder der ersten (resp. zweiten) Mittellinie der zweiaxigen Krystalle, wähle man die umgebende Flüssigkeit nach denselben Rücksichten, die eben erörtert wurden, d. h. man gehe von einer der mittleren Brechung entsprechenden aus und ändere sie nach Bedürfniss[1].

Da für den Axenwinkel die Relation:

$$\sin V_a = \frac{n}{\beta} \sin H_a$$

gilt, worin V_a den halben wahren Winkel im Krystall, β dessen mittleren Brechungsexponenten, H_a den halben Winkel im umgebenden Medium vorstellt und n dessen Brechungsverhältniss ist, so wird, wenn $n = \beta$ wird, im umgebenden Medium der Winkel seiner Grösse nach erscheinen wie im Krystall. Tritt er dann in Luft aus, so bietet er sich dar, als ob er an einem passend hergestellten Schliff in Luft besehen würde.

Da es schwer ist, n absolut $= \beta$ zu machen, auch die Brechungsexponenten der Flüssigkeiten mit der Temperatur

[1] Versuche, an optisch einaxigen Krystallen angestellt, ergaben das Resultat, dass die Erscheinungen am deutlichsten und am wenigsten von den vorhandenen Flächen beeinflusst auftraten, wenn das Brechungsverhältniss der Flüssigkeit dem am stärksten gebrochenen Strahl entsprach.

Änderungen, z. Th. fühlbarer Art unterworfen sind, das Zittern der Flüssigkeit störende Erscheinungen hervorbringt, so erscheint es für die Zwecke der Praxis nicht thunlich, das sich Darbietende zu einer Messung des wahren inneren Axenwinkels zu benutzen, obwohl sich Dispositionen der Instrumente ersinnen liessen, dies zu bewirken.

Der Hauptwerth der Methode wird vielmehr in der leichten Darstellbarkeit der optischen Erscheinungen zum Zwecke der Demonstration und ersten Orientirung sein und den erfüllt sie in vollem Maasse.

Da es aber nicht bloss auf den Abstand der Axenpunkte, sondern auf die deutliche Erscheinung des ganzen Axenbildes ankommt, so muss man die Flüssigkeit jedenfalls so wählen, dass auch andere als die Strahlen geringster und mittlerer Brechbarkeit den Krystall verlassen können.

Sehr empfindlich sind die Krystalle dann, wenn die Axenebene über eine Kante wegläuft (Beispiel: Baryt; Axenebene das seitliche Pinakoid, I. Mittellinie die Axe ă; Krystall mit Flächen von $\frac{1}{2}P\bar{\infty}$ [102]). Hier wirken, wenn das Brechungsverhältniss der Flüssigkeit nicht genau das geforderte ist, die Flächen des Domas ablenkend und das Curvensystem um die erste Mittellinie erscheint so, als wenn aus seinem Centraltheil ein Stück herausgeschnitten wäre. Erst dann, wenn die Flüssigkeit das erforderliche Brechungsverhältniss hat, gehen die Curven um die eine Axe in die um die andere gesetzmässig über. — Zur Herstellung eines normalen Bildes ist es auch nöthig, dass der Krystall zu beiden Seiten, wo die Axen austreten, gleichmässig entwickelt, d. h. gleich dick sei, sonst erscheinen im Bilde die Axenpunkte von ungleich weiten und der Zahl nach verschiedenen Curven umgeben.

Nicht so empfindlich wirken die Flächen, wenn die Axenebene sich auf ihnen vollständig projicirt (Beispiel: Topas: Axenebene das seitliche Pinakoid, I. Mittellinie Axe $\overset{|}{c}$; Krystall mit einer Fläche eines Brachydomas, z. B. $4P\bar{\infty}$ [041]).

Hier erscheint im Bilde das Doma gewissermaassen bis in die Lage der Basis gehoben, die Axen treten auf einer Fläche aus und die prismatische Beeinflussung derselben könnte höchstens, wenn sie nicht aufgehoben wäre, das ganze Bild einseitig verschieben.

29. Die optischen Eigenschaften des Rhodizits vom Ural und sein Verhalten bei der Erwärmung.

Die erste Nachricht von dem Vorkommen des Rhodizits gab bekanntlich G. Rose[1]. Er beschrieb die Krystalle als auf Turmalin sitzend und von der Combination ∞O (110) mit einem oder den beiden $\frac{O}{2}\varkappa$ (111). Als Fundort wird Schaitansk am Ural angegeben; wie sich später herausstellte, ist aber der richtige Fundort Sarapulsk. Einige Zeit später berichtet G. Rose[2] über Krystalle von Schaitansk. Dieselben stammen aus einem granitischen Gesteine und sitzen auf Quarz und in rothem Turmalin. Ihre Grösse ist bedeutender als die der Sarapulsker. Sie sind etwas trübe und zeigen die Combination ∞O (110), $\frac{O}{2}\varkappa$ (111). Das elektrische Verhalten wird wie das des Boracits angegeben: an den durch $\frac{O}{2}\varkappa$ (111) abgestumpften Ecken liegen die antilogen, an den nicht abgestumpften die analogen Pole. Die Härte ist über 8, das spec. Gew. 3.415. In chemischer Hinsicht wird vermuthet, es liege ein Kalkboracit vor.

Eine Wiederholung dieser Mittheilungen bringt G. Rose in seiner Reise nach dem Ural und dem Altai 1837. Bd. I. S. 468, ebenso handeln P. Riess und G. Rose in ihrer Abhandlung über die Pyroelektricität der Mineralien, Pogg. Ann. 1843. Bd. 59. S. 353, wesentlich über das beim Rhodizit, was schon G. Rose in elektrischer Hinsicht früher gefunden hatte.

Erst im Jahre 1882 sind die Untersuchungen am Rhodizit durch E. Bertrand[3] wieder aufgenommen worden. Er erkannte, dass der Rhodizit nicht isotrop ist, sondern aus mehreren doppelbrechenden, verzwillingten Einzelkrystallen besteht. Ein Schliff nach einer Fläche von ∞O (110) zeigt die Zweiaxigkeit und lässt erkennen, dass die Ebene der optischen Axen parallel der kurzen Diagonale auf der Fläche des Rhombendodekaëders ist. Bald darauf vervollständigt

---

[1] Pogg. Annalen 1834. Bd. 33. S. 253 u. f.

[2] Pogg. Annalen 1836. Bd. 39. S. 321 u. f.

[3] Propriétés optiques de la Rhodizite. (Bull. de la Soc. Min. de France T. V. 1882. p. 31; dies. Jahrb. 1883. II. -5-.)

Bertrand[1] seine Angaben auf Grund von Material, welches Websky an Des-Cloizeaux gesandt hatte.

Auf Grund der nunmehr vorgenommenen Untersuchung wird angegeben, dass sich die Rhodizitkrystalle, wie die Boracite, leicht in die Einzelindividuen trennen. Bezüglich der optischen Verhältnisse wird die Lage der Ebene der optischen Axen entsprechend der früheren Angabe wiederholt und hinzugefügt, die positive Mittellinie stehe schief auf der Fläche von ∞O (110) und bilde mit der Normalen dazu 10^0. Wahrscheinlich entferne sie sich, von der Tetraëderfläche ab, um diesen Winkel von ihr.

Der Axenwinkel sei gross um die +, wie um die — Mittellinie. Die Zusammensetzung aus 12 Einzelindividuen erfolge wie beim Boracit, dieselben seien jedoch nicht wie dort hemiëdrisch. Sie müssen als monoklin gelten und man könne die Krystalle entweder unter der Annahme einer Fläche von ∞O (110) oder einer von $\frac{O}{2}\varkappa$ (111) als Basis betrachten.

Die chemische Analyse führte Damour[2] aus; sie lässt die Zusammensetzung als aus $K^2O . 2Al^2O^3 . 3B^2O^3$ bestehend erkennen. Groth[3] fasst diess als $[BO^2]^3[AlO]^2K$ auf.

Die mitgetheilten Untersuchungen lassen noch manche Fragen offen. Ich suchte daher, so gut diess mit dem äusserst sparsamen Material anging, dieselben zu beantworten.

In krystallographischer Hinsicht fand ich zunächst auch nur ∞O (110) und $\frac{O}{2}\varkappa$ (111) vor. — ∞O (110) ist nicht eben, sondern im Sinne der langen Diagonale auf der Fläche als Wölbungsaxe gewölbt. $\frac{O}{2}\varkappa$ (111) ist meistens glatt. Genaue Winkelmessungen sind nicht auszuführen.

In elektrischer Hinsicht konnte ich G. Rose's Angaben bestätigen. Es wurde mit der Kundt'schen Methode gearbeitet und die Krystalle beim Abkühlen untersucht.

Die Ecken von ∞O (110) mit $\frac{O}{2}\varkappa$ (111) wurden gelb.
" " " " ohne " " roth.

---

[1] Sur la forme cristalline de la Rhodizite; ibid. p. 71.
[2] Sur la Rhodizite. (Bull. d. l. Soc. Min. d. France T. V. 1882. p. 98.)
[3] Tabellarische Übersicht der Mineralien. 1889. S. 68.

Die Gesammtwirkung war aber schwach und lange nicht so deutlich wie beim Boracit.

Die abgestumpften Ecken repräsentiren in Folge obigen Verhaltens die antilogen und die nicht abgestumpften die analogen Pole. Mit Rücksicht auf die durch die optischen Verhältnisse angedeutete Symmetrie lässt dieses Verhalten den gegenwärtigen Zustand der Krystalle, wie wir später sehen werden, als monoklin und hemiëdrisch erscheinen.

Bezüglich der optischen Untersuchung konnten nur solche Schliffe hergestellt werden, an denen möglichst viel zu erkennen war. In Folge dieser durch die Seltenheit der Substanz gebotenen Beschränkung auf gewisse Schlifflagen kamen nur Schliffe nach ∞O (110) und zwar mediane und periphere zur Untersuchung. Ganze Krystalle waren aus leicht erklärlichen Gründen nicht zur Untersuchung zu verwenden.

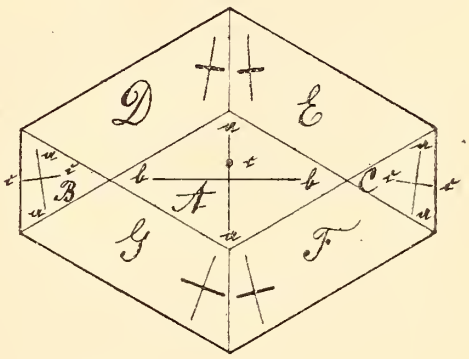

Fig. 1.

Dieselbe hatte ihre eigenthümlichen Schwierigkeiten und würde ohne Kenntniss entsprechender Schliffe beim Boracit wohl kaum befriedigend auszuführen gewesen sein.

Ich beziehe mich auf meine Arbeit über den Boracit, dies. Jahrb. 1880. Bd. II. Taf. VI Fig. 15, und nenne, wie dort die einzelnen Felder des Schliffs *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G*, vergl. die beistehende Fig. 1 [1].

Bringt man ein solches Präparat zwischen gekreuzte Nicols auf den Tisch eines Polarisationsmikroskops und lässt die Trennungslinie von *D*/*E* und *G*/*F* einem Nicolhauptschnitt parallel laufen, so löscht das Feld *A* aus, die Felder *B*, *C* und *D*, *E* nahezu, dagegen sind *F*, *G* im Begriffe in die Hellstellung überzugehen.

Schaltet man ein Gypsblättchen vom Roth I. Ordnung ein, dessen kleinere Elasticitätsaxe *MM'* hier und in der Folge immer von unten links nach oben rechts verlaufen soll, so ist

[1] In derselben sind die Auslöschungsschiefen der einzelnen Felder, um deutlich hervorzutreten, etwas übertrieben dargestellt. Ihre Werthe werden später mitgetheilt werden.

in der oben geschilderten Stellung der Platte (ihr mittlerer Theil *A* zeige in seiner Hellstellung das Hellgraublau der I. Ordnung)

das Feld *A* völlig roth,
dagegen *B* roth mit leicht bläulichem Thon,
C roth mit leicht gelblichem Ton,
ferner *D* blauroth,
E gelbroth,
endlich *G* blau,
F gelb.

Wie man sieht, entspricht diese Anordnung einem monoklinen Bau vollkommen.

Stellt man die lange Diagonale von *A* senkrecht zu *MM'* im Gypsblättchen, so werden die Theile *A* reingelb, *B* und *C* gelb in verschiedener Abtönung, die Theile *D*, *E*, *G* blau in verschiedener Nüance, der Theil *F* beginnt sich roth zu färben.

Kommt die lange Diagonale parallel *MM'*, so erscheint *A* reinblau, die Theile *B*, *C* verschieden abgetönt blau, *D*, *E*, *F* in verschiedenen Nüancen gelb und der Theil *G* beginnt roth zu werden.

Dieses auf den ersten Anblick verwirrende und mit dem Wesen des monoklinen Systems scheinbar nicht im Einklang stehende Verhalten, entspricht demselben vollkommen, wie eine Betrachtung der Lage der Auslöschungsrichtungen auf den einzelnen Theilen erweist. Man beobachtet nämlich hier das folgende:

Auf *A* zeigt sich Auslöschung nach den Diagonalen,
„ *B* und *C* eine Schiefe von 10—12° zur äusseren Kante,
„ *D* und *E*[1] eine Schiefe von 7°, seltener von 10° zur Grenze der Felder,
„ *G* und *F* eine Schiefe von 24—27° zur Feldergrenze.

Diese Werthe stellen Mittelwerthe aus verschiedenen Beobachtungen und Platten dar. Letztere sind äusserst selten ganz einheitlich gebildet. Nicht nur greifen einzelne Felder in andere über, auch ein und dasselbe Feld ist manchmal sehr

[1] In diesen Feldern beobachtet man eine zur Feldergrenze unter je 35° circa gerichtete Streifung, die möglicherweise mit einer Bildung hohler Canäle, ähnlich wie beim Boracit, zusammenhängen könnte.

gestört gebildet, schwankt in der Auslöschung seiner Theile, zeigt parallel den Begrenzungselementen eingelagerte Streifen optisch anders orientirter Substanz und hie und da sogar isotrope Stellen. Es stellen aber die mitgetheilten Werthe der Auslöschungsschiefen die besten dar, die zu erlangen waren.

Legen wir sie vorläufig der Betrachtung zu Grunde, so ergibt sich, dass, wenn die lange Diagonale von *A* mit *MM'* coincidirt und das Feld blau wird, die Felder *B* und *C* in ähnliche Lagen kommen, da sie auch ein abgetöntes Blau zeigen. Es liegen also in allen drei Feldern die kleineren Elasticitätsaxenspuren im Sinne der langen Diagonale von *A*. Für *A* selbst ist jene Spur aber die der Elasticitätsaxe b, sie fällt genau parallel zur langen Diagonale und ist in der Plattenebene die kleinere Axe gegenüber der in die kurze Diagonale fallenden Spur der grössten Axe a. Da nach den Untersuchungen von Bertrand die Axenebene senkrecht auf *A* steht und in der kurzen Diagonale liegt, so folgt daraus, dass die auf *A* überdies schief stehende Mittellinie = c ist, und der Krystall um diese Mittellinie positiv sein muss. Der Spur von a in *A* müssen aber in *B* und *C* die Spuren von a annähernd parallel (d. h. symmetrisch entgegengesetzt unter je 10°) liegen, also auch die Spuren von c unter je demselben Winkel von der Normalen zur äusseren Kante abweichen.

Wenn aber die lange Diagonale von *A* parallel *MM'* geht, so kommt auch die Normale zur Feldergrenze *D/E* in dieselbe Lage. Bei dieser Lage werden die Theile *D*, *E* gelb; es müssen daher die nur wenig (symmetrisch entgegengesetzt um 7°) von dieser Normalen abweichenden Auslöschungsrichtungen den Spuren der grösseren Elasticitätsaxen in den resp. Plattenebenen entsprechen. Da bei jener eben erwähnten Lage der langen Diagonale von *A* aber auch *F* gelb zu werden beginnt, so liegen in diesem Feld die optischen Elemente in demselben Sinne wie in *E*. Das Feld *G* endlich kommt bei der bewussten Stellung der langen Diagonale nicht allzu sehr aus der diagonalen Stellung seiner Elasticitätsaxenspuren (Ausweichung etwa 18°) zu *MM'* heraus; es wird also noch angenähert roth erscheinen, die Elasticitätsaxenspuren werden in ihm aber symmetrisch entgegengesetzt liegen wie in *F*. Die scheinbar gesetzwidrige Färbung der Felder ist also hierdurch erklärt.

Im convergenten polarisirten Lichte beobachtet man auf *A*, durch Axenbarren angezeigt, den schiefen Austritt zweier optischer Axen von grossem Winkel. Die Erscheinung ist nicht sehr präcise, da auch die Felder *A* wenig einheitlich gebildet und ungestört sind. Immerhin kann man constatiren, dass die Ausweichung von der Flächennormalen in der Ebene der Axen vorhanden ist und im Sinne einer Neigung nach der vorhandenen Tetraëderfläche zu erfolgt[1]. Die Fläche *A* entspricht also einer monoklinen Basis. — *B* und *C* repräsentiren Klinopinakoidflächen, die Schiefen auf *B* und *C* jeweils zur äusseren Kante können als Maass der Ausweichung der + Mittellinie auf *A* von der Normalen zu *A* gelten. *D* und *E*, sowie *G* und *F* entsprechen etwa + und — Hemipyramiden.

Bei dieser Darstellung ist angenommen worden, das jetzt in Erscheinung tretende monokline Gebilde habe in seinem Einzelindividuum dieselben Gestalten wie der ganze Zwillingscomplex, d. h. es treten zu demselben sechs Krystalle zusammen, ein jeder befähigt, so ausgebildet zu sein, wie der ganze Complex. Diese Annahme spricht nicht zu Gunsten eines Aufbaues der Rhodizitkrystalle aus ursprünglichen Theilen niederer Symmetrie; man ist aber zu ihr, wie beim Boracit, durch den Umstand gezwungen, dass die Felder in einander übergreifen und somit das theoretisch auf die vierseitige Pyramide (Spitze im Krystallmittelpunkt, Basisfläche in der Rhombendodekaëderfläche) beschränkt sein sollende Einzelindividuum in seine Nachbarindividuen hinein sich erstreckt. Bezüglich der weiteren Erörterungen über diesen Punkt beziehe ich mich auf die seiner Zeit gegebenen Auseinandersetzungen in dies. Jahrb. 1881. I. 241 u. f. und bemerke nur, dass in neueren Arbeiten anderer hierauf keine Rücksicht genommen ist, vielmehr Einzelindividuen construirt werden, die rein theoretisch recht einfach ausgedacht sind, in Wahrheit aber durch ähnliche Momente, wie die sind, die

[1] Derselben liegen die Felder mit kleinerer Auslöschungsschiefe an. An einem Präparat wurde auch die Lage der Mittellinie c, entgegengesetzt wie angegeben und so wie es Bertrand gesehen zu haben glaubt, gefunden. Das Präparat war aber nicht so gut gebildet, wie das oben untersuchte.

hier erwähnt wurden, als sehr viel complicirter gebildet angenommen werden müssen.

Lässt man sich von dem optischen Befund leiten und berücksichtigt das eben Gesagte, so zerfällt die reguläre Combination:

∞O (110) in: $0P$ (001), $-P$ (111), $+P$ ($\bar{1}11$), $\infty P\grave{\infty}$ (010).

$\frac{O}{2}\varkappa$ (111) in: $-\frac{1}{2}P\bar{\infty}$ (102), $+\frac{1}{2}P\bar{\infty}$ ($\bar{1}02$), $\infty P\grave{2}$ (120).

Dabei ist

$$a : b : c = 0.707107 : 1 : 1.$$
$$\beta = 90^0.$$

Die Ausbildung der Einzelkrystalle ist aber nicht holoëdrisch. Zu Basis, Klinopinakoid und Pyramiden treten die parallelen Gegenflächen auf. Sie fehlen bei den Orthodomen und Prismen. Wie man bemerken wird, steht dies vorab mit den elektrischen Verhältnissen im Einklang, indem an den Enden der ehemals trigonalen Zwischenaxen verschiedene krystallographische Entwickelung sich zeigt. — In gewissem Sinne würde diese Ausbildung aber auch einer Hemiëdrie entsprechen, von der u. A. Mallard in seinem Traité de Cristallographie 1879. T. I p. 196 zum Schluss Kunde gibt; wenigstens ist das dort Gesagte für die Orthodomen und das Prisma zutreffend, da diese nur mit der Hälfte der Flächen, symmetrisch zum Klinopinakoid angelegt, erscheinen. Die Pyramiden würden in unserem Falle mit den beiden hemiëdrischen Formen vorkommen.

Wie dem nun auch sei, ob man den Rhodizit ansieht als monoklin durch secundäre Umstände geworden oder ursprünglich so aufgebaut, — immer bleibt es interessant zu sehen, wie sich die monokline Anordnung im regulären Rahmen abfindet oder wie sie sich gestaltet, um die scheinbar reguläre Bildung nachzuahmen, und von diesem Standpunkte aus hat die Sache ein Interesse, einerlei, wie man sich zur erst aufgeworfenen Frage selbst stellen möge.

Dem am Boracit erkannten Verhalten entsprechend hätte man auch erwarten sollen, es trete beim Erwärmen eine Umlagerung der Theile oder gar ein Übergang zu einer anderen Gleichgewichtslage ein, allein nichts von all dem zeigte sich. Die Krystalle wurden in Schliffen anfangs vorsichtig, nach

und nach immer stärker, endlich unter Aufbietung aller Mittel bis zur hellen Rothgluth erhitzt, — trotz all dem blieb die optische Structur, von ganz unwesentlichen Änderungen abgesehen, immer dieselbe wie vor der Einwirkung der Wärme, so dass diese, wenigstens innerhalb der erwähnten Temperaturgrenzen, ohne Wirkung ist.

Da mit dem nur sparsam vorhandenen Material andere Versuche nicht anzustellen waren, so ist auf Grund der vorliegenden die schon oben aufgeworfene Frage nach der Ursprünglichkeit der sich jetzt darbietenden Erscheinungen nicht definitiv zu entscheiden.

Dem, der in den Rhodiziten Zwillingsgebilde, aus Theilen niederer Symmetrie bestehend, sieht, wird die Aufgabe zufallen, die reguläre Form zu erklären, die jene Gebilde trotz des vielfachen Wechsels im Innern, so namentlich der vielen Überlagerungen und der damit im Zusammenhang stehenden Differenzen in den Auslöschungen zeigen. Auch würde ihm die Fixirung des Einzelindividuums, so complicirt gebildet wie der ganze vorliegende Complex, die Erklärung nicht sonderlich vereinfachen.

Der, welcher die Rhodizite als ursprünglich reguläre geneigtflächig-hemiëdrische Gebilde auffasst, findet sich, wenn sich das Moleculargefüge ein Mal ändert, schon mit der monoklinen Gleichgewichtslage ab, auch mit besonderer Rücksicht auf die Beschaffenheit der Flächen. Das Einzelindividuum kommt hier nicht in Betracht. Die unregelmässigen Auslöschungen auf den einzelnen Feldern, die noch isotropen Theile derselben u. s. w. sind Folge der secundär eingetretenen Änderungen. Wodurch diese aber zu Stande gekommen sein könnten, darüber fehlt, mit besonderer Berücksichtigung dessen, was die Krystalle unter dem Einfluss der Wärme zeigen, der nähere Anhalt.

30. Die optischen Eigenschaften des Jeremejewits und sein Verhalten gegen Druck und Erwärmung.

Im Jahre 1883 untersuchte Damour[1] ein Mineral vom Berge Soktuj in Daurien und fand dessen Constitution als aus

[1] Note sur un borate d'alumine cristallisé de la Sibérie. Nouvelle espèce minérale. (Bulletin de la Soc. Min. de France 1883. T. VI. p. 20; vergl. dies. Jahrb. 1884. I. -15-.)

$(Al^2, Fe^2)O^3$, B^2O^3 bestehend. Das specifische Gewicht ermittelte er zu 3.28, die Härte zu 6.5. — Websky[1] zeigte im Anschluss an Untersuchungen von Jeremejew, dass die Krystalle optisch aus einem einaxigen Mantel — Jeremejewit — bestehen, der einen zweiaxigen Kern — Eichwaldit — in Form eines rhombischen Durchkreuzungsdrillings gebildet, umschliesst. Websky bestimmte den Charakter der Doppelbrechung in beiden Theilen als negativ, den Axenwinkel zu 52° in Luft und für rothes Licht, ermittelte dann $R > Bl$ und in Annäherung $\alpha = 1.65$, $\beta = 1.64$, endlich stellte er durch mühsame goniometrische Untersuchungen System, Axenverhältniss und Gestalten von Jeremejewit und Eichwaldit fest. Nach Groth[2] kann die Zusammensetzung als $BO^2[AlO]$ angesehen werden und es werden unter der Voraussetzung, dass Jeremejewit und Eichwaldit, wie wahrscheinlich, gleiche chemische Zusammensetzung haben, beide in dem Sinne als dimorph angesehen, dass ersterer aus sehr dünnen Lamellen des letzteren aufgebaut ist.

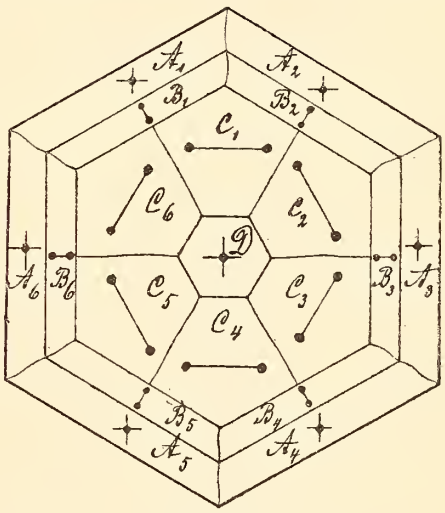

Fig. 2.

Bei dem grossen Interesse, was ein so eigenthümliches Mineralgebilde in theoretischer Hinsicht besitzt, schien es mir geboten, noch mehr Schliffe als den einen, den seiner Zeit Websky prüfte, zu untersuchen, und es wurde zu dem Ende der Krystall, dessen Haupttheil Damour zu seiner Analyse benutzt hatte, in seiner (von jener Zeit her noch erhaltenen) grösseren Hälfte zu Schliffen senkrecht zur langen Erstreckung verwandt.

Bei der Untersuchung dieser Schliffe trat alsbald eine sehr viel complicirtere und interessantere Erscheinung zu Tage, als sie Websky in seinem einen Schliff sah, woselbst Manches nicht zur Ausbildung gekommen, Anderes durch Einlagerungen verhüllt gewesen war.

---

[1] Sitz.-Berichte d. K. Akad. d. Wissensch. z. Berlin 1883. S. 671 und dies. Jahrb. 1884. I. 1.

[2] Tabellarische Übersicht der Mineralien. 1889. S. 68.

Betrachtet man die Schliffe zunächst im Polarisationsmikroskop zwischen gekreuzten Nicols, so besitzen dieselben von aussen nach innen gehend, Fig. 2, eine Zone *A*, die bei einer vollen Horizontaldrehung des Präparates dunkel bleibt, dieselbe ist gefolgt von einer Zone *B*, die öfters scharf, hie und da mehr oder weniger verschwommen in *A* übergeht, aber immer scharf gegen *C* absetzt. Diese Zone verhält sich nicht wie *A*; es bleiben von ihr bloss die Theile dunkel (in Fig. 2: B_3 und B_6), die mit ihrer Längsrichtung in eine der Polarisationsebenen der gekreuzten Nicols fallen, die anderen Theile erscheinen erhellt. Beim Drehen des Präparats sind immer die zwei gegenüberliegenden Theile dunkel, die einer der Polarisationsebenen der gekreuzten Nicols parallel laufen.

Die nun folgenden Theile *C* sind abwechselnd hell und dunkel. Es ist letzteres der Fall, wenn die Halbirende des Winkels des durch sie gebildeten Sechsecks oder die Senkrechte dazu mit den gekreuzten Polarisationsebenen der Nicols coincidirt (in Fig. 2 C_1 und C_4); ersteres wenn diese Richtungen 45° zu den Polarisationsebenen der Nicols machen. Die Theile *C* schliessen im Innern häufig, aber nicht immer, ein zu dem äusseren über Eck stehendes Hexagon ein, das sich optisch annähernd verhält wie der Rand *A*.

Wie man bemerken wird, gibt die Websky'sche Beschreibung weder von der optischen Beschaffenheit von *B*, noch von dem Theil *D* Kunde. Letzterer war in dem untersuchten Präparate nicht zur Ausbildung gekommen, ersterer durch Einlagerungen getrübt und wenig mehr zum Studium geeignet.

Untersucht man im Polarisationsinstrument, so zeigen die Theile *A* den Austritt der optischen Axe der einaxigen Krystalle. Dieselben erweisen sich als optisch negativ.

Die Theile *B* sind zweiaxig mit kleinem bis mittlerem Axenwinkel. Derselbe geht für weisses Licht meist allmälig von 0 an bis 35° in Luft. Letzteren Werth erreicht er an der Grenze zu *C*, ersteren an der zu *A*. Die Axenebene steht in jedem Sector auf der Grenze *B*/*C* senkrecht. die spitze Mittellinie ist normal zur Schlifffläche und negativen Charakters.

Die Theile *C* sind stärker doppelbrechend wie die Theile *B*. Auch sie sind zweiaxig und die Axenebene steht jeweils senk-

recht zur Halbirenden des Sechseckswinkels. Der Axenwinkel ist hier grösser als in den Theilen *B* und innerhalb eines Feldes manchmal constant, manchmal etwas schwankend; er beträgt im Mittel etwa 52° in Luft, wie es auch Websky fand. Die Mittellinie des spitzen Axenwinkels steht senkrecht auf der Schliffläche und ist ebenfalls negativen Charakters.

Der Centraltheil *D* ist wiederum optisch einaxig negativ.

Ein feineres Detailstudium wird ermöglicht, wenn man ein Gypsblättchen vom Roth I. Ordnung in bekannter Weise in ein Polarisationsmikroskop einschaltet, die Nicols kreuzt und mit wechselnden Vergrösserungen die Schliffe untersucht.

Die Theile *A* färben sich dann im Normalzustand roth und behalten diesen Ton bei einer vollen Umdrehung des Präparates bei. — Nicht alle Schliffe zeigen indessen solche ganz normale Bildung. Es kommt vor, dass in die Theile *A* Streifen eingelagert sind von der Beschaffenheit der anliegenden Theile *B*. Diese Streifen sind, mit dem Gypsblättchen untersucht, gefärbt wie *B*. Meist sind sie parallel den äusseren Begrenzungen eingelagert, seltener stellen sie sich senkrecht zu jenen Richtungen ein[1]. In solcher Häufigkeit, wie diess Websky a. a. O. S. 673, Fig. I abbildet, habe ich sie in dünneren Schliffen nicht beobachtet. Sprünge und Klüfte mit Spannungshöfen treten hie und da auf. Die einzelnen Theile *A* gehen theils verschwommen, theils distincter in die Theile *B* über. Da, wo die Theile *B* am 120° Winkel von *C* zusammenstossen, hebt, die Theile *B* kräftiger scheidend, die Theile *A* zärter trennend, eine wellig und zackig verlaufende Grenze an, die bis in den 120° Winkel der Theile *A* verläuft.

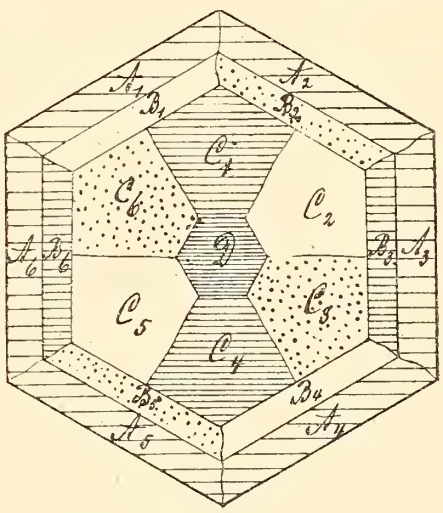

Fig. 3.

[1] In ganz seltenen Fällen beobachtete ich sie parallel der äusseren Begrenzung und z. B. in B_1 vom Charakter des nicht zugehörigen Theils B_2.

In gewöhnlichen Dünnschliffen zeigen die Theile B in der Diagonalstellung hellgraublau I. Ordnung[1]; sie werden durch das Gypsblättchen so verändert, dass in Fig. 3 B_3 und B_6 roth (schraffirt), B_1 und B_4 gelb (weiss), B_2 und B_5 blau (getüpfelt) erscheinen[2]. Diess lässt die Spur der Ebene der optischen Axen (II. Mittellinie) als die kleinere, folglich die erste Mittellinie als die grössere Elasticitätsaxe und damit ihren Charakter als negativ erkennen. — Die Stärke der Doppelbrechung nimmt in den Feldern B gegen die Theile A hin ab, Schwankungen fehlen aber auch hier nicht. Sehr lebhaft wirkende Spannungsbezirke kommen besonders an der Grenze B/C vor.

Die Theile C sind bei gleicher Dicke wie die Theile B stärker doppelbrechend als diese. Zeigen die Theile B in der Diagonalstellung hauptsächlich hellgraublau I. Ordnung, so lassen jene gelbweiss I. Ordnung erkennen.

In Folge davon sind, Fig. 3, mit dem Gypsblättchen untersucht und wenn C_1 und C_4 den Ton des Gesichtsfeldes haben (horizontal gestrichelt), C_2 und C_5 graulichweiss (licht), C_3 und C_6 gelblichgrün (getüpfelt). Da in C_3 und C_6 die Farbe steigt (genau genommen muss die Axenebene zum Zwecke der Beobachtung unter 45° zu den gekreuzten Nicols stehen), so ist die Spur der Axenebene (II. Mittellinie) kleinste Elasticitätsaxe, daher die erste Mittellinie grösste und die Krystalle um sie negativ. — Während die Grenzen B/C meistens scharf und einheitlich, selten gebogen und abgesetzt sind, beobachtet man bei den Grenzen der Felder C unter einander theils scharfe, theils gebogene Grenzen, auch wohl schiefes Einschneiden derselben. Die Felder selbst sind manchmal im Gleichgewicht, manchmal ist eins oder es sind mehrere auf Kosten anderer zurückgedrängt. Die nicht selten an Klüften und Rissen vorkommenden Spannungsbezirke zeichnen sich wie in B durch lebhafte Wirkungen aus. Wie dort setzen auch hier diese Bezirke nicht oft von einem Felde auf das andere über.

---

[1] Dieser Ton steigt bisweilen gegen C hin dem Weiss I. Ordnung zu.

[2] Die Stellen, welche ohne Gypsblättchen in der Diagonalstellung einen Ton nach dem Weiss I. Ordnung hin zeigen, bieten mit ersterem combinirt roth, gelblichweiss und grünlichblau dar.

Während die Felder *C* meist einen einheitlichen Ton haben, gibt es auch andere, deren Doppelbrechung in der Richtung nach der Mitte zu zunimmt. Hie und da geben sich auch Anfänge zu einer regellosen Untertheilung der einzelnen Felder kund.

Das Centralfeld *D* behält entweder den Ton des Gesichtsfelds bei oder zeigt Spuren schwachen Wechsels in der rothen Farbe an einzelnen Stellen beim Drehen des Tisches.

Untersucht man die mit Hilfe des Gypsblättchens als besonders merkwürdig erkannten Stellen im convergenten Lichte, so erhält man folgende Resultate.

Die normalen Stellen in den Feldern *A* zeigen ein ungestörtes schwarzes Kreuz. Da, wo Überlagerungen des Theils *B* in Form feiner, senkrecht zur Hexagonkante gerichteter Lamellen vorkommen, ist das Axenbild gestört.

In den Theilen *B* ist da, wo die Doppelbrechung am stärksten ist, auch der Axenwinkel am grössten. Beides trifft am Rande nach *C* zu zusammen.

Die Theile *C* haben stärkere Doppelbrechung wie die Theile *B* und auch grössere Axenwinkel. Hie und da beobachtet man, dass in den Sectoren die Doppelbrechung im Innern stärker ist als aussen, dann ist auch der Axenwinkel aussen kleiner als innen.

Setzt man eine Platte mit Theilen *A*, *B*, *C* in einem Erhitzungsinstrumente lebhafter Rothgluth aus, so bleiben die Grenzen der Felder der einzelnen Theile gegeneinander ungeändert und das System der Theile des Kerns geht nicht in das der Theile des Mantels über oder umgekehrt.

Stellt man in dem Erhitzungsapparat für höhere Temperaturen eine Platte auf Axenaustritt ein und arbeitet mit convergentem polarisirtem Lichte, so erblickt man bei gewöhnlicher Temperatur deutlich das Axenbild. Dasselbe verändert sich nicht, wenn auch die Temperatur bis zu heller Rothgluth der Platte gesteigert wird.

Das Mineral zeigt sich also der Wirkung der Wärme gegenüber höchst unempfindlich.

Da das Material nicht ausreichend war, um eine gesonderte Analyse von Mantel und Kern zu machen, so wurde zu

ermitteln versucht, ob ein Unterschied im specifischen Gewichte von Mantel und Kern besteht.

Es wurden zu diesem Behufe auf mit sehr wenig Benzol verdünntem Methylenjodid (ursprüngliches spec. Gew. = 3.32) aus einer Platte, Theile *A*, Theile *C*, Theile *A* mit *B*, Theile *C* mit *B* aufgetragen. Dieselben schwammen und sanken in späterer Folge fast zu gleicher Zeit, so dass das specifische Gewicht innerhalb der durch die Plattentheile hereingebrachten möglichen Versuchsfehler (bedingt durch Einschlüsse, kleine Hohlräume u. s. w.) jedenfalls sehr wenig verschieden, wenn nicht gleich zu nennen ist.

Hält man dies mit der einfachen chemischen Formel des ganzen Krystalls zusammen, so dürfte dieselbe wohl auch für jeden der drei Theile *A*, *B*, *C* dieselbe sein[1].

So unempfindlich das Mineral gegen Wärmewirkungen ist, in so hohem Grade empfindlich zeigt es sich gegen Pressungen.

Werden Theile *A* senkrecht gegen die Axe c gepresst, so stellt sich sofort Zweiaxigkeit ein und die Ebene der optischen Axen kommt senkrecht zur Druckrichtung zu stehen. Man kann den scheinbaren Axenwinkel in Luft so gross machen, dass er am Rande des Gesichtsfeldes des Nörrenberg'schen Polarisationsinstrumentes austritt.

Werden Theile *B* gepresst, so lässt sich leicht der Axenwinkel, wenn senkrecht zu der Ebene der optischen Axen gedrückt wird, vergrössern wie im vorigen Falle, aber auch = 0 machen, wenn man die Pressung in der Richtung der optischen Axen einleitet. — Dasselbe gilt für die Theile *C*.

Es stellt sich sonach eine sehr grosse Empfindlichkeit des Minerals gegen Druck und Zug ein, die gewiss ein Licht auf das Zustandekommen seiner optischen Erscheinungen wirft.

Ich glaube indessen nicht, dass es gerechtfertigt ist, anzunehmen, wir hätten nur eine Gleichgewichtslage vor uns, die hexagonale[2], und die rhombische Mitte sei durch eine vom

---

[1] Auch die Ätzversuche mit heisser Schwefelsäure ergaben, obwohl keine deutlichen Ätzfiguren erhalten wurden, doch so viel, dass die sämmtlichen Theile der Schliffplatte gleichmässig angegriffen wurden.

[2] Wäre es zulässig, das Mineral in seinen verschiedenen Schichten als aus wechselnden Mengen von Al^2O^3 und B^2O^3 nach der Formel $(Al^2,B^2)O^3$ aufgebaut zu denken (die Damour'sche Formel wäre dann nur der Aus-

Centrum ausgehende Spannung gebildet worden, ebenso wie der erste Mantel *B*. Dem widersprechen die scharfen Grenzen von *C* zu *B*, die nicht selten ebenso scharfen Grenzen der meist einheitlichen Felder *C*, sodann auch der durch Websky klargestellte geometrische Befund.

Meine Meinung ist vielmehr mit Websky die, es habe sich zuerst der rhombische Kern *C* gebildet, nicht ohne im Innern Hohlräume offen zu lassen. In einer späteren Periode, als die Umstände bei der Krystallisation (Druck, Temperatur u. s. w.) sich geändert hatten, sei der hexagonale Mantel *A*, *B* entstanden. Die Anlagerung des hexagonalen Mantels an den nun unter geänderten Umständen befindlichen rhombischen Kern konnte aber nicht erfolgen, ohne dass derselbe einen störenden Einfluss auf die nächstliegenden Theile *B* ausübte. Dieselben wurden in einer Richtung parallel der Begrenzung von *B*/*C* zusammengedrückt und daher zweiaxig. Diese Zweiaxigkeit nimmt aber in der Richtung senkrecht zu *B*/*C* immer mehr mit dem abnehmenden Einfluss des Kernes *C* ab, bis sie im Theile *A* in die Einaxigkeit verläuft. Wo im Theile *A* andere als einaxige Partien vorkommen, haben sich die Umstände local geändert und zur Bildung derselben Veranlassung gegeben.

Man wird vielleicht hie und da geneigt sein, wie Groth es andeutet, den einaxigen Mantel *A* durch einen Aufbau aus rechtwinkelig gekreuzten zweiaxigen Lamellen des Theils *C* zu erklären, alsdann müsste man, abgesehen von den hierzu erforderlichen, bestimmten neuen Stellungen der Theile *C* im Mantel *A*, nothwendig auch das Mittelglied *B* in entsprechender Weise auffassen, und es bliebe danach zu erörtern, was die Substanz veranlasst haben könnte, zu diesen Bildungen zusammen zu treten.

Mir scheint zunächst die Nothwendigkeit einer solchen Anschauung nicht erwiesen zu sein, denn da, wo die Substanz im Mantel *A* lamellenfrei ist, ist sie auch ungestört, und wo sie Lamellen führt, zeigt sie Störungen. Freilich würde für die einheitlichen Stellen ein submikroskopischer

druck des mittleren Verhältnisses), so könnte obige Annahme schon eher gelten. Unter dieser Voraussetzung würden dann auch Beziehungen zu Korund zu Tage treten.

Lamellenbau vorausgesetzt werden, dem man makroskopisch und mikroskopisch nichts anhaben könnte. Er müsste aber, wenn auch submikroskopisch, doch immer aus rechtwinkelig gekreuzten, zweiaxigen Lamellen bestehen, also in dem einen Zuge die Ebene der Axen von links nach rechts, im anderen von vorn nach hinten gelagert haben. Presst man ein solches Gebilde senkrecht zur Verticalaxe, so kann die Wirkung unmöglich die sein, wie bei einem einaxigen Krystall, dessen optischer Bau um die Axe c in allen Richtungen, die mit ihr denselben Winkel bilden, der gleiche sein muss, vorausgesetzt, dass der Krystall ungestört ist. In unserem Falle erhält man aber durch Pressungen senkrecht zur Axe c die Erscheinungen, welche ein normal gebauter optisch einaxiger Krystall negativen Charakters liefert und die seine Imitation aus zweiaxigen Lamellen nicht in gleicher Weise liefern kann. Ich sehe daher den Mantel *A* als einaxig und die Zweiaxigkeit in der Hülle *B* als durch Zerrungsvorgänge beim Wachsthum erzeugt an. Hierfür sprechen auch die Trennungsfugen der Theile *A* und, stärker angezeigt, die der Theile *B* unter einander.

Was endlich den nicht in allen Schliffen wiederkehrenden Theil *D* anlangt, so ist er wohl gleicher Bildung wie der Theil *A* und eine Ausfüllung der Hohlräume von *C* mit der Masse von *A*. Um zu diesen Hohlräumen zu gelangen, musste die Masse von *C* irgendwo Zuführungscanäle haben: in der That sind solche vorhanden, wie man sich durch Zerschneiden des Krystalls parallel *C* überzeugen kann. Endlich bemerkt man auch in den Schliffen selbst, sei es an der Stelle *D*, sei es durch die Theile *A*, *B*, *C* hindurchziehend, eindringende Masse, die kein fremder Körper sein kann, weil sie, abgesehen von einer leichten braunen Färbung, dieselben Eigenschaften besitzt wie die übrige Substanz. Der Mantel *C* musste auf den Kern *D* im Allgemeinen ebenfalls einwirken, in der That sind auch in letzterem öfters Störungen gefunden; hie und da ist er aber auch frei davon. Man muss alsdann wohl annehmen, die Substanz habe sich an diesen Stellen abgesetzt, als die störenden Einflüsse schon weniger wirksam waren. Andere werden sagen, es finde hier eine innige Mischung der drei Componenten von *C* statt.

Wie dem auch sei, jedenfalls muss die Molecularanlage der hexagonalen Partie sehr ähnlich der der rhombischen sein. Hierfür sprechen, soweit man dies weiss, die Zusammensetzung und das specifische Gewicht, welch letzteres für beide Partien gleich oder annähernd gleich ist. Die überaus grosse Empfindlichkeit gegen Druck trägt jedenfalls dazu bei, die Übergänge von dem einen in den anderen Zustand, in dem sich die Substanz uns darbietet, leicht in Erscheinung treten zu lassen.

31. Das Verhalten der Analcimkrystalle bei der Erwärmung.

Ben Saude war bekanntlich der erste Forscher, der uns die merkwürdige Erscheinung kennen lehrte[1], dass der Analcim bei der Erwärmung eine Steigerung seiner Doppelbrechung erfährt und früher inactive Theile nach dem Erwärmen activ werden. Bei dem damaligen Stand der Kenntnisse wagte man indessen es noch nicht auszusprechen, dass das Entstehen der optischen Anomalien dieses Minerals auf den Wasserverlust zurückzuführen sei und von demselben abhänge.

Erst später gelang es mir, diese Thatsache in das rechte Licht zu stellen und durch Versuche zu erhärten[2]. — Der

---

[1] Inaugural-Dissertation. Göttingen 1881. p. 31 und dies. Jahrb. 1882. Bd. II. S. 41.

[2] Mineral. Mitth. X, dies. Jahrb. 1884. Bd. I. S. 250 und 1887. Bd. I. S. 241.

In einer in der neuesten Zeit erschienenen Arbeit geht H. Brögger, Zeitschr. f. Krystallographie. Bd. XVI. 1890. S. 565—585 auf die optischen Eigenschaften des Analcims scandinavischer Fundorte unter gleichzeitiger Berücksichtigung seiner chemischen Zusammensetzung ein. Er findet, dass die untersuchten, meist schon etwas im Ansehen getrübten Analcime kräftige Wirkungen auf das polarisirte Licht haben, dabei aber in ihrer empirischen Zusammensetzung noch normal sind, sogar öfters etwas mehr Wasser enthalten als es der Formel entspricht.

Ich erlaube mir zur Deutung dieses scheinbaren Widerspruchs mit der Reserve, die einem Jeden geboten ist, der das Material des Anderen nicht gesehen hat, zu bemerken, dass der trübe Zustand von ehemals hellen Krystallen wie bekannt hauptsächlich von Änderungen in der Constitution und von molecularen Umlagerungen herrühren kann. Erstere scheinen im vorliegenden Falle, in Anbetracht der Analysenresultate, ausgeschlossen, letztere aber, wozu auch H. Brögger neigt, S. 583 und 584, durchaus möglich zu sein, auch in Anbetracht des gegen die übrigen Analcimvorkommen geänderten optischen Befundes. Nimmt man solche Um-

Analcim verliert danach in einer heissen Atmosphäre von Wasserdampf oder in heissem Wasser seine Anomalien und wird wieder isotrop; lässt man aber anstatt der feuchten Hitze trockene einwirken, so treten die optischen Abnormitäten, stärker als sie im Anfangszustand vorhanden waren. auf. — Ich schloss daraus, dass die optischen Abnormitäten vom Wasserverlust abhängig seien. — In einer späteren Mittheilung spricht R. Brauns[1] die Ansicht aus, der heisse Wasserdampf verhindere wohl nur den Austritt weiteren Wassers und das Verschwinden der Anomalien unter der Einwirkung der Hitze sei auf ein Aufheben von Spannungen zurückzuführen. — Ich glaube dem entgegen halten zu müssen, dass, wenn man einen durch trockene Hitze stark optisch wirksam gemachten Analcimschliff wieder in heissem Wasser oder noch besser längere Zeit in heissen feuchten Dämpfen erhitzt, er wieder, wenn er dünn genug ist, völlig isotrop wird, zum Beweise, dass es das Fehlen oder Vorhandensein von Wasser in ihm ist, was sein Verhalten bedingt.

Die des Wassers baare Substanz ist selbstverständlich kein normaler Analcim mehr, vielmehr ein Anhydrid desselben, das sich im Rahmen der Form mit seiner Molecularanordnung Platz gemacht hat.

Durch die Methode der Einhüllung — Canadabalsam reicht hierzu aus — ist es leicht sich zu überzeugen, dass die meisten Analcime in ganzen Krystallen untersucht, selbst wenn sie ganz klar zu sein scheinen, schon etwas Wasser eingebüsst haben müssen, denn es gibt kaum einen ohne Andeutungen

---

lagerungen, resp. Bildung neuer Verbindungen, an, so hat es nichts Befremdendes, dass bei der normalen empirischen Analcimzusammensetzung Anomalien vorkommen können, denn die nunmehr vorhandene oder vorhandenen Neugruppirungen können als solche bei gleichbleibender empirischer Analcimzusammensetzung Erscheinungen zeigen, die bei diesem sich erst bei einer Änderung der Constitution einzustellen pflegen. — Jedenfalls wäre es recht interessant gewesen, wenn H. Brögger seine Analcimplatten nach einer passend eingeleiteten Erhitzung in trockener sowohl, als in feuchter Luft studirt hätte. Warum ist ihm dies nicht „eingefallen"? S. 566. Die von ihm a. a. O. citirten Beobachter haben wohl den Eudnophit nur desshalb nicht untersucht, weil sie kein genügendes Material hatten.

[1] R. Brauns, Was wissen wir über die Ursachen der optischen Anomalien? (Verhandl. des naturh. Vereins zu Bonn. 1887. S. 13.)

von optischen Anomalien. Dieselben sind aber bisweilen sehr schwach und es zeigt der aus dem Krystalle gefertigte Schliff, zu dessen Herstellung doch mindestens ein Ausschnitt von mehr als seiner 3—4fachen Dicke verwendet werden muss, die Abnormitäten oftmals so stark als der ganze Theil des Krystalls, der verschliffen wurde, zum Zeichen, dass die Anomalien in der Platte durch die Art der Schliffherstellung, das Aufkitten und Erwärmen dabei, an Stärke zugenommen haben.

Wie ich seiner Zeit ein Ikositetraëder nach dem Würfel geschliffen von Golden in Colorado prüfte (l. c. 1884. S. 250), so untersuchte ich jetzt ähnliche Gebilde klarster Art von Duingen und den Cyclopen gleichfalls in Schliffen nach ∞O∞ (100).

Die Structur, wie sie Ben Saude beschreibt, war am Rande vorhanden, nach der Mitte zu fehlte sie oder war nur ganz zart angedeutet. Es wurde trocken erhitzt und der Krystall zeigte danach die Structur über die ganzen Felder weg. Da, wo sie schon vorher vorhanden gewesen war, war jetzt die Doppelbrechung gestiegen und höhere Polarisationstöne boten sich dar; da, wo sie vorher fehlte oder nur zart angedeutet war, zeigte sie sich jetzt in deutlicher Weise. Als die Krystalle wieder in feuchte Hitze kamen, wurden sie wieder isotrop, um nach dem, abermals trockener Hitze ausgesetzt, wieder activ zu werden. In diesem Zustande wurden sie in Canàdabalsam eingelegt und aufbewahrt.

Schliffe aus sehr klaren Würfeln von den Cyclopeninseln, die an den Ecken das Ikositetraëder gross entwickelt trugen, wurden ebenfalls erwärmt. Es bot sich im Wesentlichen dieselbe Erscheinung dar, wie früher. Die Ecken des Schliffs[1], schon vorher activ, zeigten die Activität stärker, das Centrum, vorher inactiv oder polarisirende Stellen in Streifen darbietend, wurde optisch wirksam und zeigte Feldertheilung nach der Mitte der Kanten des Schliffs. Da von jedem Schliff ein Stückchen nicht erhitzt worden war und dasselbe beim Einlegen nun den erhitzten Theilen wieder angepasst wurde, so konnte man sehr schön die Wirkung der Erwärmung verfolgen.

[1] Derselbe geht nach dem Würfel, hat aber als Begrenzungselemente die Combinationskanten des Ikositetraëders, steht also zu den Grenzen der Würfelfläche über Eck.

Schliffe aus würfelförmigen Krystallen nach dem Würfel zeigten Theilung nach den Ecken zart angedeutet, im Centrum wohl auch ein ungetheiltes Feld von isotroper Beschaffenheit. Nach dem Erhitzen war eine deutliche Viertheilung vorhanden. Die Wirkung auf das polarisirte Licht war an den Kanten, wo vorher schon etwas Wirksamkeit vorhanden gewesen war, am stärksten und nahm nach der Mitte zu ab. Passendes Erhitzen in einer feuchten Atmosphäre machte auch diese Schliffe wieder isotrop, ein Zustand, den sie beim Erkalten und trockenen Erhitzen wieder verloren. — In letzterer Beschaffenheit wurden sie in Canadabalsam eingeschlossen und aufbewahrt.

Alle Versuche beweisen gleichmässig, dass die optischen Anomalien vom Wasserverlust herrühren. Nach dem Austritt des Wassers nimmt die verbleibende Substanz eine andere Anordnung ihrer Molecüle an, als deren Ausdruck das nieder symmetrische System anzusehen ist, was jetzt vorliegt. Bei dieser Neuordnung übten die Umgrenzungselemente einen bestimmenden Einfluss aus[1].

32. Die optische Structur von Chabasit und Phakolith und ihr Verhalten bei der Erwärmung.

Wie bekannt ist der Zustand, in dem sich die Chabasite und Phakolithe jetzt befinden, durch F. Becke[2] erkannt und eingehend geschildert worden.

Für den Chabasit wird das Bestehen aus triklinen und für den Phakolith aus monoklinen Einzelindividuen angenommen und nach dem optischen Befunde ist an dieser Annahme nicht zu zweifeln.

Es fragt sich nur, ob diese Mineralien, deren geometrische Erscheinungsweise eine ganz andere ist, sich auch ur-

---

[1] Wäre dieser nicht entschieden vorhanden, so könnte man auch sagen: „Nach dem Austritt des Wassers blieb die übrige Substanz in einer minder symmetrischen Gleichgewichtslage zurück. Es würde dadurch wahrscheinlich gemacht sein, dass die Anordnung des Restes zusammen mit der Anordnung des Ausgetretenen eine reguläre Gruppirung der kleinsten Theilchen von der Analcim-Zusammensetzung dargestellt hätte.

[2] Über die Zwillingsbildung und die optischen Eigenschaften des Chabasit. (Mineral. u. petr. Mitth. herausgegeben v. Tschermak, N. Folge Bd. II. 1880. S. 391 u. f.; dies. Jahrb. 1880. II. -135-.)

sprünglich aus Theilen niederer Symmetrie zusammengesetzt haben, oder ob diese letztere nicht etwa später erst Platz gegriffen habe.

Ehe ich zur Beantwortung dieser Frage übergehe, will ich vorher den Befund eines in optischer Hinsicht ausgezeichnet schön gebildeten Phakoliths schildern, auch mit Rücksicht darauf, dass man von den Phakolithen bezüglich ihrer optischen Structur noch nicht allzuviel Sicheres weiss. Es ist dies der Phakolith von Annerod bei Giessen, von dem ich schöne Krystalle meinem Freunde Prof. Streng in Giessen verdanke. Über seine geometrischen Verhältnisse, Zusammensetzung und Vorkommen gibt Streng[1] schon 1877 eingehend Bericht, so dass ich mich hierauf beziehen kann.

In optischer Hinsicht zeigt der Anneroder Phakolith die nachfolgenden Erscheinungen, die an Phakolithen anderer Fundorte (Böhmen, Ganseburg bei Giessen[2]) mehr oder weniger ähnlich, wenn auch nicht so schön, wiederkehren.

Schleift man das Mineral nach der hexagonalen Basis an und betrachtet es im parallelen polarisirten Lichte, so tritt in der sechsseitig begrenzten Figur (die Grenzen sollen die Parallelen der b-Axen darstellen) gewöhnlich eine markirte Zwölffeldertheilung, die manchmal einer scheinbaren Sechsfeldertheilung in Schliffen nach der Mitte zu weicht, ein.

Stellt man die Spur einer hexagonalen Axe b von oben nach unten, Fig. 4, so liegen dieser Axe zwei, einem ehemals hexagonal-rhomboëdrischen Individuum angehörende, symmetrisch entgegengesetzt auslöschende, dreieckige Felder an. In einem jeden dieser Felder bildet die kleinere Elasticitätsaxe mit der Axe b einen Winkel von 6—7°. In genannter Richtung liegt auch die Ebene der optischen Axen, deren I. Mittellinie auf der Schliffläche senkrecht steht. Dieselbe muss die Axe a sein, also negativen Charakter haben, wie dies auch eine directe Beobachtung bestätigt. Der Axenwinkel um diese Mittellinie ist nicht klein; der schwachen Doppel-

[1] Über den Chabasit. (Ber. der oberhess. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde. Bd. XVI. 1877. S. 74 u. f.; dies. Jahrb. 1877. 725.)

[2] Von diesem Vorkommen gab Streng Kunde in den Ber. der oberhess. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde. Bd. XXVII. 1890. S. 119; vgl. dies. Jahrb. 1891. -18-. Ich verdanke seiner Güte eine Anzahl schöner Krystalle.

brechung wegen sind aber die Axenerscheinungen sehr verschwommen, so dass er nicht sehr genau gemessen werden kann. Sein Werth beträgt ungefähr 75—80° in Luft für mittlere Farben. Wie dieser eine vierseitige Ausschnitt aus der Fig. 4, so sind auch noch die übrigen fünf gebildet, so dass

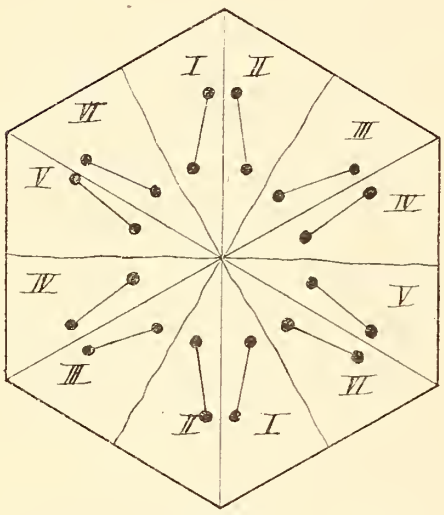

Fig. 4.

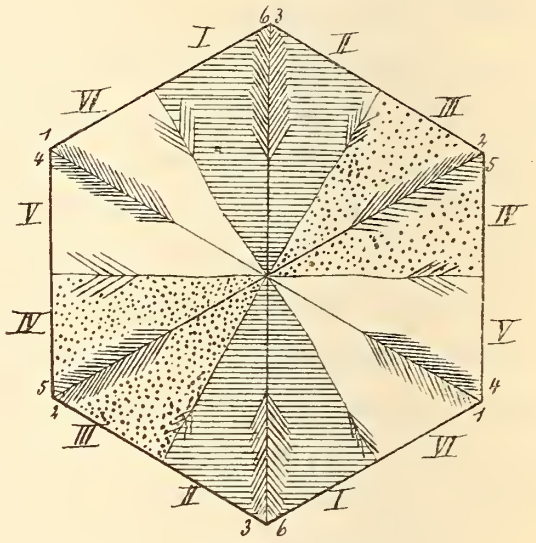

Fig. 5.

durch Zusammentreten derselben das Gesammtansehen der obigen Figur erhalten werden kann. Abgesehen von diesen Partien, die mit wenig scharfen Grenzen gegen einander absetzen, selbst aber median durch eine scharfe Linie getheilt sind, beobachtet man in der Richtung der Axen b die Entwickelung eines deutlichen federartigen Gebildes, Fig. 5, dessen Axe mit b zusammenfällt und dessen Fahnen parallel den anliegenden Axen a gehen. Ferner ist ein zweites, sehr viel schwächer angezeigtes Federgebilde vorhanden, an a anliegend, die Fahnen parallel b gerichtet.

Um diese interessanten Verhältnisse etwas besser zu übersehen, werde paralleles polarisirtes Licht und ein Gypsblättchen vom Roth I. Ordnung in bekannter Weise angewandt.

Alsdann färben sich, Fig. 5, die Theile I blauroth, II gelbroth; III dunkelblau, IV hellblau; V hellgelb, VI dunkelgelb. In dem deutlicheren Federgebilde nehmen dagegen die Fahnen folgende Töne an. Im Sector I gelb, in II blau; im Sector III roth, in IV gelb; im Sector V blau, in VI roth. Aus diesen Färbungen kann man schon auf die Lage der Auslöschungen

in den Fahnen schliessen und findet, wie auch die directe Beobachtung ergibt, dass sie jeweils dieselben sind, wie in dem anliegenden Sector des Nachbarindividuums. Dies wird durch die arabischen Zahlen in der Fig. 5 im Vergleich mit den römischen der Sectoren einleuchtend. Die directe Beobachtung zeigt ferner, dass dies so sein muss, da die Fahne dadurch zu Stande kommt, dass die Theile des Nachbarindividuums entsprechend in die des Grundindividuums eingreifen, Verhältnisse, die man an den ganzen Krystallen sehr schön verfolgen kann.

Die an den a-Axen gelegenen schwächeren Fahnen entsprechen den Streifungen auf den Pyramidenflächen; sie sind nie so distinct wie die anderen und heben sich in den einzelnen Feldern auch nur durch schwache Änderungen der dort herrschenden Töne ab.

Sehr merkwürdig verhalten sich ferner Schliffe aus anderen Krystallen. Während in dem erstbeschriebenen die Felder deutlich in der Mitte zusammenstossen und die deutlichen Fahnengebilde mehr nach den Rändern zur Entwicklung gelangen, nehmen in anderen Schliffen die Fahnen überhand und drängen die einheitlichen Sectoren zurück, so dass dadurch ein Durchdringen der ehemals hexagonal-rhomboëdrischen Theilkrystalle sich anzeigt. Manchmal geschieht es auch, dass die Fahnen- und Sectorentheile wirr durch einander gehen; ein Mal beobachtete ich im Centralschliff nur 6 Sectoren mit je zwei unregelmässig ineinander greifenden Orientirungen und Andeutungen von Fahnen, während in den Schliffen darüber oder darunter deutliche Zwölftheilung mit distincten Fahnen zu sehen war. Aus einem Krystalle wurde auch ein Schliff erhalten, in dem die Fahnen zu breiten Bändern umgeformt waren, so dass man die Auslöschungsrichtungen noch besser als in den früher nur abgesetzten Theilen bestimmen konnte.

Alle diese Verhältnisse legen den Gedanken nahe, dass man es hier nicht mit einer ursprünglichen Bildung zu thun habe. — Prüft man nun mit der Methode der Umhüllung die Chabasite und Phakolithe diverser Fundorte durch, so zeigt sich das, was einem früher schon an Schliffen aufgefallen war, die von gleicher Dicke, nach derselben Richtung aus Kry-

stallen eines und desselben, sowie verschiedener Fundorte hergestellt worden waren, — die Stärke der Doppelbrechung in Platten senkrecht zu c ist bei den einzelnen Präparaten sehr verschieden. Es gibt welche, die noch fast normal zu nennen sind (das beste Beispiel fand ich in einem Chabasit vom Hohen-Hagen bei Göttingen, dem dortigen Basalt entstammend), andere zeigen von schwächeren Wirkungen an allmählich Übergänge bis in die stärksten hinein. Die Wirkungen sind verschwindend oder gering, wenn die Krystalle klar sind; sie stellen sich um so deutlicher ein, je trüber die Krystalle erscheinen. Auch das Schwanken an ein und demselben Krystalle, wie an dem von Annerod mit der Sechstheilung in der Mitte und der Zwölftheilung oben und unten, regt zum Nachdenken an und lässt die Vermuthung Platz greifen, dass die ganze optische Wirkung, insofern sie vom hexagonalen System abweicht, wie beim Analcim, durch den Wasserverlust bedingt ist. Nach Austritt des Wassers würde eine andere Moleculargruppirung stattfinden, die sich in Beziehung zu den Umgrenzungselementen setzt, so dass die Sectoren von der herrschenden Deuteropyramide bestimmt werden. Die deutlichen Federfahnen hängen mit dem Übergreifen der Substanz aus einem Sector in einen benachbarten, einem anderen, ehemals hexagonalen Individuum angehörenden, zusammen; die minder deutlichen Fahnen, an den Spuren der Axen a gelegen, aber bekunden einen Einfluss der Streifung auf den Flächen der Deuteropyramide.

Durch die Erwärmung treten Erscheinungen auf, die das eben Ausgesprochene bestätigen. Es wird dadurch und durch den damit im Gefolge hergehenden Wasserverlust überall die Doppelbrechung gesteigert; wo sie nach der Weise des einaxigen Systems vorhanden war oder als Störung desselben im zweiaxigen Sinne auftrat, wird sie überall nach dem Erhitzen energischer und so, wie sie bei zweiaxigen Krystallen auftreten muss. Dabei treten scharfe Feldergrenzen auf, aus Partien mit polarisirenden Streifen gibt es einheitliche Felder und es werden die Fahnen, wo sie vorhanden sind, distincter und ausgedehnter. In dieser Hinsicht zeigt sich also voller Zusammenhang mit dem Verlust an Wasser; indessen machen manche bei der Erwärmung beobachtete

eigenartige Erscheinungen doch noch eine eingehendere Untersuchung der hier obwaltenden Verhältnisse nöthig. Im Vergleich mit dem Analcim ist aber jedenfalls ein Unterschied vorhanden: die ein Mal optisch abnorm (triklin oder monoklin) gewordene Substanz behält diese Gleichgewichtslage bei, die Änderung gelingt bloss im einen und, wie die seitherigen Versuche lehren, nicht, wie beim Analcim, auch im rückläufigen Sinne. Die ganzen Versuche zeigen, mit welchem Rechte Chabasit und Phakolith ihre hexagonal-rhomboëdrischen Formen besitzen.

Berlin, Mineral.-petrogr. Institut, Juli 1890.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: 1891

Autor(en)/Author(s): Klein Carl

Artikel/Article: Mineralogische Mittheilungen 65-101