

Mineralogische Mittheilungen VII.

Von

C. Klein in Göttingen.

Mit Taf. VI. VII. VIII.

18. Über den Boracit.*

I. Historische Einleitung.

Kurze Zeit vordem BREWSTER den Zusammenhang zwischen der Form der Mineralien und ihren optischen Eigenschaften dargelegt hatte¹, zeigte er in einer am 20. Nov. 1815 vor der königlichen Gesellschaft zu Edinburgh gelesenen Abhandlung², dass Steinsalz, Flussspath, Diamant und Alaun³ in einer Weise auf das polarisirte Licht wirken, die in lebhaftestem Widerspruch mit der Ansicht stand, die man sich, nach dem Vorgange von HAÛY, MALUS und BIOT von dem Verhalten dieser Körper gebildet hatte.

* Aus den Nachrichten von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen 1880, No. 2, mit Veränderungen und Zusätzen vom Verfasser mitgetheilt.

¹ On the Connexion between the Primitive Forms of Crystals and the Number of their Axes of Double Refraction. Mem. of the Wernerian Soc. 1821. III. 50. 337.

² On the optical properties of Muriate of Soda, Fluuate of Lime and the Diamond, as exhibited in their action upon polarised light. Transact. of the royal soc. of Edinburgh. Vol. VIII. 1818.

³ Letzterer ist zwar in der Überschrift der Abhandlung nicht erwähnt, wird aber ausdrücklich im Text besprochen, vergl. p. 158 u. 160.

Im Jahre 1821 fügte BREWSTER dem eben Mitgetheilten hinzu⁴, dass auch der Boracit sich in optischer Hinsicht nicht den Anforderungen des regulären Systems entsprechend gebildet erweise, vielmehr einaxig sei und ein Zusammenfallen der optischen Axe mit einer der trigonalen Zwischenaxen des Würfels stattfinde. Demnach müsste diese Gestalt, wie BEUDANT näher ausführte (vergl. HAUSMANN Mineralogie, Bd. II, 2. 1847 p. 1425), eigentlich als ein Rhomboëder aufgefasst werden, bei dem dann die Richtung der optischen Axe die der krystallographischen Hauptaxe sei. —

Auch der Analcim ward von BREWSTER der optischen Untersuchung unterzogen⁵, bei der nicht nur die Wirkung der Substanz auf das polarisirte Licht nachgewiesen, sondern auch noch eine besondere Beziehung constatirt ward, die zwischen den hier auftretenden Erscheinungen der Doppelbrechung und gewissen Richtungen in den Krystallen zu erkennen war. BREWSTER sagt hierüber (Optics, p. 215): „In all other doubly refracting crystals, each particle has the same force of double refraction; but in the analcime, the double refraction of each particle varies with the square of its distance from the planes already described“. Diese Ebenen sind die „planes of no double refraction“ und entsprechen am Ikositetraëder den 6 Hauptschnitten, die durch die Ebenen des Rhombendodekaëders erzeugt werden. Näher spricht sich BREWSTER über denselben Gegenstand in seiner Hauptabhandlung l. c. p. 191 aus.

Durch diese und ähnliche Untersuchungen angeregt, unternahm es BIOT im Jahre 1841⁶ die optischen Anomalien krystalisirter, besonders regulärer Körper zu untersuchen und er wandte daher sein Augenmerk dem Alaun, Steinsalz, Flussspath, Salmiak, Boracit, Leucit und, von nicht regulären, dem Apophyllit zu.

Im Allgemeinen glaubte BIOT nach seinen Untersuchungen

⁴ The Edinburgh philosoph. Journal. Vol. V. 1821. p. 217.

⁵ On a new species of double refraction, accompanying a remarkable structure in the mineral called Analcime. (Read 7 Jan. 1822.) Transact. of the royal soc. of Edinburgh. Vol. X. 1824. — BREWSTER, Optics, 1835, p. 214 u. f.

⁶ Mémoire sur la polarisation lamellaire. Lu à l'Académie des sciences le 31 Mai 1841 et séances suivantes.

annehmen zu müssen, dass die in Rede stehenden, besonders die regulären Krystalle, die Eigenschaft auf das polarisirte Licht zu wirken einer Absonderung ihrer Masse in ein System von Platten verdankten, wonach ihre Wirkung auf das Licht etwa einem Glasplattensatze vergleichbar sei. Die Eigenschaft einiger regulärer Krystalle, auf das polarisirte Licht zu wirken, dürfe daher nicht überraschen, sei keine Ausnahme: „Tous“ (cristaux du système régulier) „en seraient susceptibles, non moléculairement, mais comme agrégations de masses d'un volume fini, distribués en systèmes distincts avec un ordre régulier d'apposition“⁷.

Was speciell den Boracit anlangt, so glaubte BIOT zur Erklärung der Polarisationserscheinungen desselben auch die Absonderung in ein System von Lamellen annehmen zu sollen und konnte die BREWSTER'sche Beobachtung von der optischen Einaxigkeit nicht bestätigen, wohl aber, besonders bei dünnen Schlifren, die Einwirkung des Minerals auf das polarisirte Licht deutlich erkennen⁸. Er wies mit Recht darauf hin, wie erst durch Untersuchung vollkommen durchsichtiger Krystalle die wahre Struktur des Minerals (von der er glaubte, sie sei eine lamellare) erkannt werden könne.

In demselben Jahre erschien eine wichtige, für die Theorie der durch Spannung und Druck erzeugten Doppelbrechung grundlegende Arbeit von F. E. NEUMANN in Königsberg. (Die Gesetze der Doppelbrechung des Lichts in comprimierten und ungleichförmig erwärmten unkrystallinischen Körpern. — Ein d. November-Bericht d. Academie entnommener Auszug von der Abhandlung. POGG. Ann. Bd. LIV, 1841. p. 449), auf welche wir später noch zurückkommen werden. —

Gestützt auf die BIOT'schen Untersuchungen hat VOLGER in den Jahren 1854⁹ und 1855¹⁰ nachzuweisen gesucht, dass bei

⁷ l. c. p. 672.

⁸ l. c. p. 667 u. f.

⁹ Über die Erscheinungen der Aggregatpolarisation (polarisation lamellaire) im Boracit. POGGEND. Ann. 1854, Bd. 92, p. 77 u. f.

¹⁰ Versuch einer Monographie des Borazits. Hannover 1855. Dieses Werk enthält, von der eigenthümlichen krystallographischen Sprache abgesehen, viele gute Beobachtungen und namentlich eine recht vollständige Literaturangabe. Fernere Zusammenstellungen in letzterer Hinsicht gibt

den meisten Boracitkrystallen eine Umwandlung derartig vor sich gegangen sei, dass die hellen Krystalle weniger, die trüben mehr in ihrem Innern aus einer secundären Substanz, Parasit, bestehend angesehen werden müssten. Bezüglich letzterer Substanz nahm er eine, gegenüber der Constitution des Boracits etwas geänderte Zusammensetzung an, wahrscheinlich solle die Parasitsubstanz doppeltbrechend sein, jedenfalls aber durch ihre regelmässige Einlagerung in die einfach brechende Boracitmasse, oder durch das gänzliche Verdrängen letzterer, die von BIOT beschriebenen Erscheinungen der Lamellarpolarisation hervorrufen. VOLGER glaubte, dass nicht, wie BIOT es sich vorstellte, die hellen, sondern gerade die trüben Krystalle am ehesten den vollen Aufschluss über die von ihm angedeuteten Erscheinungen bringen würden.

In dem gleichen Jahre veröffentlichte MARBACH¹¹ seine Beobachtungen „über die optischen Eigenschaften einiger Krystalle des tesseralen Systems“. Er kam dabei, neben der am chlor-sauren Natron u. s. w. nachgewiesenen Circularpolarisation, auch auf die Wirkungen der Lamellarpolarisation zu sprechen und machte die Annahme, es sei eine orientirte Einlagerung doppeltbrechender Schichten in einem einfach brechenden Körper da anzunehmen, wo eine Einwirkung desselben auf das polarisirte Licht beobachtet werde. Diese doppeltbrechenden Schichten verdanken, nach ihm, einer Spannung der Theile beim Act der Krystallisation ihre Entstehung. — Im Eingange der Arbeit wird auch kurz der Boracit (sowie auch der Leucit) erwähnt, sein optisches Verhalten als ähnlich dem des Analcims hingestellt, das dann nach den Untersuchungen von BREWSTER dem der gepressten oder erhitzten Gläser einerseits, dem der eigentlich doppeltbrechenden Körper andererseits gegenübergestellt wird. —

Die MARBACH'sche Anschauung wurde 1867 durch VON REUSCH¹² weiter ausgeführt und durch Versuche, gespannte Theile eines

E. GEINITZ, dies. Jahrbuch 1876, p. 484, und endlich sei noch auf die recht vollständige Übersicht der Literatur der durch zufällige Umstände hervorgerufenen Doppelbrechung (double refraction accidentelle) verwiesen in dem vorzüglichen Werke: VERDET, Leçons d'optique physique, 1870, T. II, p. 390 u. f.

¹¹ POGG. Annalen 1855. B. 94, p. 412 u. f.

¹² POGG. Annalen 1867. B. 132, p. 618 u. f.

regulären Krystals durch einen in der Spannungsrichtung ausgeübten Druck wieder einfach brechend zu machen, begründet.

Unter Hinweis darauf, dass es misslich erscheine die BIOT'sche Hypothese der Lamellarstructur auch da anzunehmen, wo man diese letztere nicht bemerke, zumal gerade solche Partien regulärer Krystalle bisweilen die schönsten Doppelbrechungserscheinungen zeigen, verlegt VON REUSCH die Spannungen von den hypothetischen Durchgängen in die krystallographischen Ebenen und denkt sich den ganzen Krystall durch gewisse Vorgänge beim Wachsthum in Spannungszustand versetzt. — Diese Ansicht von v. REUSCH hat in neuester Zeit eine Bestätigung durch die wichtige Arbeit von FR. KLOCKE¹³ „Über Doppelbrechung regulärer Krystalle“ erfahren und werden wir auf diese letztere noch später zurück kommen. Hier sei nur einstweilen bemerkt, dass KLOCKE überzeugend nachweist, dass seine Untersuchungen, im Anschluss an das früher Bekannte, die Richtungen der Spannungen in bestimmtem Zusammenhang mit der Krystallform stehend, erkennen lassen.

Kehren wir nach dieser für unsere späteren Zwecke nothwendigen Abschweifung zu dem Boracit zurück, so sehen wir DES-CLOIZEAUX im Jahre 1868 nach vollständig richtiger Beobachtung der Erscheinungen, wie sie die Würfelflächen des Boracits darbieten¹⁴, doch zu der Ansicht zurückkehren, der Boracit bestehe aus einfach brechender Substanz mit eingelagerten Lamellen (Parasit) von doppeltbrechender Beschaffenheit. Er hat unter dieser Annahme sowohl den Brechungsexponenten der von ihm als einfach brechend angenommenen Boracitsubstanz, als auch den Axenwinkel des Parasits bestimmt¹⁵.

Im Jahre 1874 reproducirt er¹⁶, unter Mittheilung einiger neuer Beobachtungen, die vorstehend angeführten, — sie waren als den thatsächlichen Verhältnissen entsprechend, fast von allen Forschern angenommen worden.

¹³ Dies. Jahrbuch 1880, B. I, p. 53 u. f.

¹⁴ Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux. (Mém. prés. par divers savants à l'Académie des sciences. T. 18, 1868, p. 516.)

¹⁵ l. c. p. 392—393.

¹⁶ DES-CLOIZEAUX, Manuel de Minéralogie 1874. T. II. prem. fascicule, p. 4.

Da zeigte E. GEINITZ in seinen Studien über Mineralpseudomorphosen ¹⁷, dass auch die frische Boracitsubstanz doppeltbrechend sei und somit die bisherige Annahme der Parasitlamellen in einfach brechender Masse nicht haltbar erscheinen könne. GEINITZ hat diesem Ausspruche keine weitere Folge gegeben, und hat es unterlassen die Krystalle nunmehr in Dünnschliffen nach krystallographischen Ebenen näher zu untersuchen. Er hat nur zum Schlusse seiner Mittheilung über den Boracit noch ausgesprochen, dass eine weitere Untersuchung, namentlich in krystallographischer Hinsicht, ebenso wünschenswerth, wie Erfolge versprechend sei.

Das unbestrittene Verdienst, die optischen Erscheinungen des Boracits (wie die neuesten Untersuchungen lehren, gewisser Typen desselben) zuerst klar dargelegt zu haben, gebührt ER. MALLARD, der etwas später in seiner: „Explication des phénomènes optiques anomaux que présentent un grand nombre de substances cristallisées“ ¹⁸ auch den Boracit untersuchte. Nach MALLARD besteht eine scheinbar einfache Gestalt des Boracits, das Rhombendodekaëder, aus zwölf rhombischen Pyramiden, deren Basisflächen die Flächen des Rhombendodekaëders sind, während sie ihre gemeinsame Spitze im Krystallmittelpunkt haben. Je zwei dieser so gebildeten vierseitigen Pyramiden befinden sich in paralleler Stellung, somit reducirt sich die Gesamtzahl der verschiedenen Stellungen auf sechs. Die Trace der Ebene der optischen Axen einer jeden Pyramide fällt mit der längeren Diagonale der Fläche des Rhombendodekaëders zusammen, auf den Würfelflächen tritt Viertheilung nach den Diagonalen ein und in

¹⁷ Dies. Jahrbuch 1876, p. 484 u. f.

¹⁸ Annales des mines, T. X, 1876. — Separat. Paris 1877, Dunod. p. 39 u. f. MALLARD hat die Structur des Boracits in gewissen Ausbildungsweisen optisch klargestellt, geometrisch war die eigenthümliche Zusammensetzung ebenderselben Ausbildungsweisen schon lange vorher erkannt. Im Jahre 1826 spricht sich CARL HARTMANN in der Übersetzung der BEUDANT'schen Mineralogie, p. 353 (vergl. VOLGER, Boracit, p. 208), unzweifelhaft so aus, wie es 50 Jahre später MALLARD bestätigte. Der HARTMANN'sche Ausspruch findet sich wieder in: NAUMANN, Mineralogie 1828, p. 293; HARTMANN, Mineralogie 1843, B. II, p. 201; BREITHAUPT, Mineralogie 1847, B. III, p. 629. In den neueren Auflagen von NAUMANN's Elementen der Mineralogie 1850—1877 geschieht dieser HARTMANN'schen Entdeckung keine Erwähnung.

jedem Sector ist eine optische Axe sichtbar, die fast normal zur Fläche austritt. Die an dem Mineral beobachtete Hemiëdrie wird als Hemimorphismus nach der Brachydiagonale der Basis der rhombischen Pyramide aufgefasst. — Sonderbarer Weise entsprechen aber die Krystallwinkel vollkommen den Anforderungen des regulären Systems.

Ich hatte bald nach dem Bekanntwerden der MALLARD'schen Arbeit es unternommen seine Resultate zu prüfen, da bei dem Interesse, welches seine Schlussfolgerungen weit über den engen Rahmen der Kenntniss der einzelnen Körper hinaus in Anspruch nehmen, dies geboten erschien. Allein die Untersuchungen waren nicht leicht durchzuführen und mussten, sollten sie in gewissem Sinne abschliessend sein, sich auf ein grosses Beobachtungsmaterial stützen.

So geschah es, dass noch vor Veröffentlichung meiner Arbeit eine solche von BAUMHAUER (der bereits früher sich mit den Ätzfiguren des Boracits beschäftigt hatte, vergl. dies. Jahrb. für Mineralogie u. s. w. 1876, p. 607) über den gleichen Gegenstand erschien¹⁹, in der zwar gleichfalls das rhombische System für den Boracit angenommen, aber wieder ein anderer Aufbau der Krystalle desselben auf Grund der beobachteten Ätzfiguren und der optischen Erscheinungen dargethan ward. Nach BAUMHAUER soll nämlich die Bildung der Krystalle, die $\infty O \infty$ (100) mit ∞O (110) und $\pm \frac{O}{2} \times$ (111) aufweisen, vergl. am obigen Orte fig. 1—4 u. 6, Tafel VIII, sowie der, die in der Hauptsache scheinbar oktaëdrisch mit untergeordneten Würfel- und Rhombendodekaëderflächen gebildet sind, derartig sein, dass sechs Individuen, die ihre Basis in der Würfelfläche, ihre Spitze im Krystallmittelpunkt haben, zum Aufbau beitragen. Die vorkommenden Krystalle wären also Sechslinge, die Würfelflächen müssten einheitlich erscheinen (abgesehen von den Einlagerungen, herrührend von den anderen Individuen, da die Würfelflächen in oP (001) und ∞P (110) zerfallen), die Flächen der vom Rhombendodekaëder begrenzten Tetraëder müssten vom Dreiecksmittelpunkt nach der Mitte der Kanten getheilt sein, auf den Flächen der Rhombendodekaëder

¹⁹ Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie 1879, p. 337 u. f.

dagegen würde im Normalfalle eine Zweitheilung parallel der kürzeren Diagonale der Rhomben erscheinen. Im Allgemeinen könnten die Flächen des scheinbaren Rhombendodekaëders dreierlei Art sein, da diese Gestalt selbst in $P(111)$, $\infty P\infty(010)$ und $\infty P\infty(100)$ zerfällt und Einlagerungen von je zwei Flächenarten in der dritten vorkommen können. Die dreifache Art der auf den Rhombendodekaëderflächen beobachteten Ätzfiguren nimmt der Verfasser für diese Anordnung in Anspruch, wie er die zweifache Art der auf den Würfelflächen bemerkten im oben erwähnten Sinne deutet.

Gegen die BAUMHAUER'sche Auffassung hat MALLARD Bedenken erhoben²⁰ und unter wiederholter Berufung auf den Befund seiner Präparate seine oben ausgesprochene Ansicht geltend gemacht.

Ich hatte in meiner zu Anfang dieses Jahres erschienenen Arbeit (cf. p. 209) nach der sorgfältigen Durchmusterung von 150 orientirten Dünnschliffen hervorgehoben, dass in der Erscheinung, soweit sie auf optischem Wege darstellbar ist, die MALLARD'sche Ansicht die richtige ist und nicht nur gilt für die rhombendodekaëdrischen Krystalle, sondern auch für die, welche hexaëdrisch gebildet sind oder ein vorwaltendes Tetraëder zeigen. Das, was BAUMHAUER für die Würfelflächen annahm und das, was er bezüglich der Zusammensetzung der Rhombendodekaëderflächen gelten lassen wollte, konnte ich an meinen Präparaten optisch nicht bestätigen. Seine Dreitheilung der Tetraëderflächen fand ich zwar vor, musste aber geltend machen, dass sie sich nicht zu der Bedeutung einer durchgreifenden Structurform erhebt und bisweilen ein und derselbe Krystall, ja ein und dieselbe Krystallfläche, die Dreitheilung nach MALLARD (vom Dreiecksmittelpunkt nach den Ecken, vorausgesetzt, dass vom Rhombendodekaëder begrenzte Tetraëderflächen angenommen werden) und die nach BAUMHAUER zeigt.

Nach dem Erscheinen meiner Arbeit trat ich in einen Briefwechsel mit Herrn BAUMHAUER. Er sandte mir seine geätzten Krystalle, ich ihm einen Theil meiner Schliffe. — Was ich an seinen geätzten Krystallen, die fast ausschliesslich die Tetraëder

²⁰ Bulletin de la soc. minéralogique de France 1879, p. 147 u. 148.

vorwaltend und fast im Gleichgewicht zeigten, gesehen habe, werde ich an passender Stelle mittheilen.

Wie wohl es mir wenig Aussicht zu versprechen schien, noch die eben berührte Ausbildungsweise der Krystalle und damit auch noch eingehender als vorher die vorwaltenden Tetraëder zu untersuchen, so habe ich doch diese mühevollen Arbeit durchgeführt und das überraschende Resultat erhalten, dass die Ausbildungsweise derselben eine andere als die der Rhombendodekaëder und Würfel ist. Diese beiden entsprechen der MALLARD'schen, jene der BAUMHAUER'schen Annahme. — Beim Durchlesen meiner früheren Arbeit wird man erkennen, dass ich damals bezüglich der Tetraëder anderer Ansicht war. Man wird aber auch nicht übersehen, dass mein Hauptuntersuchungsmaterial damals die Rhombendodekaëder und Würfel waren und die Schlitze aus Tetraëdern nach dem Tetraëder (l. c. pag. 33) mir keinen genügenden Aufschluss gaben, während die aus Tetraëdern nach dem Würfel, mit dem Gypsblättchen untersucht (l. c. p. 19) allerdings dieselben Componenten zeigten, wie die aus Würfeln oder Rhombendodekaëdern gefertigten Schlitze. Dass die Anordnung dieser Componenten eine andere sei, als in den Schlitten aus Rhombendodekaëdern oder Würfeln, haben mich erst neuere, nach dem Innern der Krystalle zu genommene Schlitze gelehrt, zu denen mir das Material damals nicht zu Gebot stand.

II. Untersuchung der Krystalle des Boracits in krystallographischer und optischer Hinsicht.

Ich habe mich bei den nunmehr mitzutheilenden Untersuchungen nicht nur auf sämtliche Ausbildungsweisen der Krystalle des Vorkommens vom Kalkberge und vom Schildsteine²¹ bei Lüneburg beschränkt, sondern auch die Würfel von Stassfurt und Segeberg, allerdings nicht sehr ausgiebig, aber doch nach den Würfelflächen untersucht.

Bei der krystallographischen Untersuchung, der vorzugsweise drei ausgezeichnet gebildete Rhombendodekaëder von Lüneburg bezüglich der Neigungen aller Flächen zu einander in den Kantenzonen des Würfels und denen des Rhombendode-

²¹ Für Überlassung tetraëdrisch gebildeter Krystalle bin ich Herrn Oberlehrer STEINVORTH in Lüneburg zu ganz besonderem Danke verpflichtet.

kaëders unterzogen wurden, ist es mir ebensowenig wie MALLARD²² gelungen, eine begründete Abweichung von der regulären Symmetrie zu finden. Die gemessenen Winkel entsprechen dem theoretischen Erforderniss vollkommen und nur da, wo die Flächenbeschaffenheit nicht so ganz günstig war, gaben sich kleine Abweichungen bis zu 2 Minuten kund, die aber in den nachweisbaren Ursachen ihre genügende Erklärung finden.

Auch bei würfelförmigen Krystallen von demselben Fundorte habe ich die Neigungen der glatten Tetraëderflächen zu Rhombendodekaëder und Würfel messen und mit dem Erforderniss in vollkommenem Einklang finden können.

Tetraëdrisch ausgebildete Krystalle habe ich bezüglich der Neigungen der daran auftretenden Rhombendodekaëderflächen zu einander mit gleichem Erfolge untersucht.

Auf Grund der angestellten Messungen und der an den Krystallen beobachteten, mit höchster Regelmässigkeit dem Gesetze tetraëdrischer Hemiëdrie entsprechenden Flächenvertheilung darf man daher für die äussere Erscheinung an dem regulären Systeme nicht zweifeln.

Im grellen Gegensatz hierzu stehen die optischen Erscheinungen. Ich werde bei der Beschreibung derselben zuerst die Untersuchung der Rhombendodekaëder und Würfel vom Kalkberg, dann der Tetraëder und scheinbaren Oktaëder vom Schildstein und endlich der Würfel von Stassfurt und Segeberg mittheilen.

Bei der optischen Untersuchung bediente ich mich eines Mikroskops mit Nicols und wandte, wenn nichts Anderes angegeben ist, schwache Vergrösserung an. Das Mikroskop wurde für feinere Untersuchungen mit einem das Roth der I. Ordnung zeigenden Gypsblättchen versehen²³, das auf das Ocular des Instrumentes und zwischen dasselbe und das obere Nicol so eingelegt wurde, dass mit den Polarisations Ebenen NN' der gekreuzten Nicols die Richtung der Axe der kleinsten Elasticität im Gyps MM Winkel von 45° bildete, (vergl. Fig. 1). — Die Nicols des

²² l. c. p. 46.

²³ Dasselbe wurde besonders bei der Untersuchung der nicht sehr stark auf das polarisirte Licht wirkenden Würfelschnitte, dann aber auch bei dem Studium der Structur der tetraëdrischen und scheinbar oktaëdrischen Krystalle mit bestem Erfolg angewandt.

Mikroskops waren stets gekreuzt. — Bei manchen Untersuchungen kam auch das Nörrembergische Polarisationsinstrument zur Anwendung.

1. Krystalle mit vorwaltendem Rhombendodekaëder oder Würfel vom Kalkberg.

a. Untersuchung von nach den Flächen des Würfels geschnittenen Boracitplatten im polarisirten Licht.²⁴

α. Platten aus rhombendodekaëdrischen Krystallen.

Man erhält die schönsten und einfachst gebildeten Präparate, wenn man an einem Rhombendodekaëder, das fast selbstständig ist, d. h. an dem der Würfel möglichst untergeordnet auftritt, die vierkantigen oktaëdrischen Ecken gerade abstumpft und den Schliff nahe der Ecke führt. Betrachtet man einen solchen Schliff im Mikroskop, so zeigt er eine mehr oder weniger deutliche Theilung in 4 Sektoren nach den Diagonalen der Würfelfläche und bietet in der Normalstellung das Maximum der Dunkelheit (Fig. 2), in der diagonalen Stellung die grösste Helligkeit dar. Auf Axenaustritt untersucht, zeigt ein jeder Sector eine optische Axe annähernd in der Richtung der Plattennormale und an verschiedenen Stellen der Platte bald mehr, bald weniger dazu geneigt. Die Richtungen der Barren dieser 4 Axen sind die in der Fig. 2 angegebenen, wenn das Präparat in der Normalstellung betrachtet wird.

In der Diagonalstellung laufen die Barren der optischen Axen den Kanten des Quadrats parallel.

Schaltet man das Gypsblättchen ein, so behält die Platte in der Normalstellung den Ton des Gesichtsfeldes; geht man in die diagonale Stellung über, so färben sich die beiden Sektoren, durch die die kleinste Elasticitätsaxe des Blättchens geht, gelb, die beiden anderen (in der Fig. 3 schraffirten) nehmen eine blaue

²⁴ Die Herstellung der orientirten Dünnschliffe hat mit möglichster Ausnutzung des werthvollen Materials — es kamen immer ganz durchsichtige Krystalle zur Verwendung — und grösster Sorgfalt unter meiner speciellen Leitung der rühmlichst bekannte Herr Mechaniker VOIGT dahier übernommen. Ich sage ihm für seine aufopfernde Mühe an dieser Stelle meinen besten Dank.

Farbe an²⁵. Da, wo die Sektoren differenter Färbung aneinanderstossen, beobachtet man bisweilen haarscharfe Grenzen derselben, mitunter auch einen allmäligen Verlauf durch eine schmale neutrale Zone hindurch.

Dies ist, wie schon gesagt, der einfachste Fall, und wir können, von ihm als Normalfall ausgehend, nunmehr die ganze Vielgestaltigkeit dessen zu entwirren versuchen, was sich in Schliften nach dem Würfel darbietet.

Zunächst verschwindet in anderen Schliften die regelmässige Viertheilung insofern, als die Grenzen nicht scharf bleiben, ein oder zwei Sektoren zurücktreten, ganz verschwinden, manchmal auch unregelmässig in einander übergreifen. Eine Vorstellung hiervon gewähren die Fig. 4 u. 5.

Dehnt sich ein Sector, z. B. BOC, Fig. 2, auf Kosten eines anderen AOB aus, so kann es geschehen, dass von diesem nur ein schmaler Streifen übrig bleibt und die Substanz von der Orientierung BOC fast ganz AOB erfüllt, Fig. 6. Man sieht dies deutlich an der Lage der Barre in AOB, die der Kante AB parallel geht und an der einheitlichen Färbung, die AOB wie BOC annimmt, wenn die Platte in der Diagonalstellung, Fig. 7, mit dem Gypsblättchen untersucht wird. Das Stück zwischen beiden Sektoren, das als Streifen übrig bleibt, nimmt dann die Färbung an, die AOB in Fig. 3 zeigt.

Hiermit ist jedoch die Mannigfaltigkeit des Auftretens von solchen Theilen, die den Austritt einer optischen Axe im convergenten Lichte zeigen, noch nicht geschlossen. In gewissen Schliften, vornehmlich solchen, die nach der Mitte der Krystalle zu liegen, beobachtet man, dass einige eingelagerte Partien nicht das Maximum der Dunkelheit zeigen, wenn die Hauptmasse sich in der Normalstellung befindet und auslöscht. Solche Einlagerungen zeigt der Würfelschliff Fig. 8. Derselbe ist so aufgenommen, dass die Seiten AB, AD, welche den Kanten des Würfels parallel sind, mit den gekreuzten Polarisations Ebenen der Nicols zusammenfallen. Die Stellen, auf die es ankommt, sind die mit 1, 2, 3, 4 bezeichneten. Auf den ersten Anblick glaubt man nach

²⁵ Vergl. KLOCKE l. c. Fig. 7. — Beim Boracit zeigt sich also, wie beim Alaun, dass in den Sektoren ein Druck senkrecht zu den Randkanten der Platte stattfindet.

der Lage der Barre das in Fig. 6 vorgeführte Verhältniss vor sich zu haben, allein, wie gesagt, die bezeichneten Theile sind in der Normalstellung der Platte hell und zeigen in dieser Stellung, mit dem Gypsblättchen untersucht, nicht wie die vorherbeschriebenen Partien den Ton des Gesichtsfelds, sondern es tritt in 1, 2 eine gelbe (in Fig. 8 hell gelassene), in 3 eine blaue Färbung (in Fig. 8 schraffirt) auf; in der Gruppe 4 wechselt gelbe mit blauer Färbung.

Wird das Präparat in die diagonale Stellung gebracht, so dass AB, AD 45° mit NN, N'N' bilden, so löschen die Theile 1, 2, 3 nun ihrerseits aus, die Barren stellen sich in 1, 2, 3 normal zu AB und, mit dem Gypsblättchen untersucht, ändern die Stellen 1, 2, 3 jetzt nicht den Ton des Gesichtsfelds.

Lamellen dieser Art pflegen in den Würfelschliffen parallel den Würfelkanten oder Diagonalen eingelagert zu sein; sie treten gegenüber den Theilen der erst beschriebenen Orientirung zurück und sind, wenn sie vorkommen, meist schmal.

Ich glaubte bei Abfassung meiner ersten Arbeit zuerst es mit Lamellen zu thun zu haben, die mit der Structur nach BAUMHAUER in Beziehung stünden. Indessen sprach ich damals diesen Gedanken nicht aus und kann auch heute ihn nicht als richtig anerkennen. Eine Erklärung aus den von mir beobachteten Structurarten des Boracits zu geben, ist mir nicht gelungen, vergl. p. 238.

Ausser diesen Theilen kommen dann in den Würfelflächen und zwar von den Ecken ausgehend, noch andere vor, die nicht in der Weise, wie die früheren, Axenaustritt zeigen. Dieselben rühren, wie schon MALLARD nachgewiesen hat²⁶, von den 4 ferneren Individuen her, die der Würfelschnitt trifft, wenn er mehr nach der Mitte zu geführt wird. Im Dünnschliff stellt sich eine Platte mit solchen Einlagerungen dar, wie es Fig. 10 zeigt. Die Einlagerungen erfolgen im regelmässigsten Falle in Form von Vierecken, oder, wenn die Ecken des Würfels abgestumpft sind, von Dreiecken, die nicht scharf gegen die Würfelmasse abgrenzen, sondern dieselbe über- oder unterlagern und so zu Farbenfransen im polarisirten Lichte Veranlassung geben. Recht häufig beobachtet man auch, dass die Einlagerungen in Form von Streifen parallel

²⁶ l. c. Fig. 12, Taf. 1.

den Diagonalen der Würfffläche erfolgen, weit in's Innere des Schliffs eingreifen und denselben ganz erfüllen. (Vergl. die zwei mit welligen Linien erfüllten Sektoren von Fig. 6 u. 7, sowie die Ecken von Fig. 8 und 9. Dieselben stellen solche Einlagerungen dar.)

Befindet sich die Platte in der Normalstellung, Fig. 10, so haben die besprochenen Einlagerungen das Maximum der Helligkeit, respective des Gefärbtseins; in der diagonalen Stellung der Platte werden sie dunkel. — Sind sie farbig und im Würfelschnitt zerstreut, so gewinnt derselbe recht eigentlich das Ansehen eines scheinbar einfach brechenden Körpers, der doppeltbrechende Lamellen in sich birgt, wenn er im gewöhnlichen Mikroskop mit gekreuzten Nicols betrachtet wird.

Diese soeben beschriebenen Theile kreuzen und durchsetzen sich nun in der verschiedensten Weise und erzeugen dadurch ein äusserst complicirtes Bild²⁷, was in vielen Fällen schwierig zu entwirren ist. Wenn der Schliff sehr mit Lamellen erfüllt ist, scheinen diese letzteren auch in ihren optischen Orientirungen sich gegenseitig zu beeinflussen; man findet in solchen Fällen wenigstens von den eben mitgetheilten Daten abweichende Werthe der Auslöschungsrichtungen. Im Allgemeinen beobachtet man endlich, dass je mehr nach den oktaëdrischen Ecken des Rhombendodekaëders zu der Schliff geführt ist, desto einfacher, je mehr nach der Mitte zu, desto verwickelter er sich darbietet. Alle Würffflächen aber verhalten sich, wie mich dem entsprechende Schriffe gelehrt haben, im Wesentlichen gleich, und es ist daher das von DES-CLOIZEAUX, Mineralogie 1874 T. II. 2. pag. 4, hervorgehobene besondere Verhalten zweier Würffflächen gegenüber einer dritten für den allgemeinen Fall dieser Krystalle nicht zutreffend. Das specielle Verhalten erklärt sich wahrscheinlich durch die zahlreichen letztbeschriebenen Einlagerungen in einer Fläche des Würfels, die dessen eigentliche Substanz ganz verdrängen.

²⁷ Es ist nicht die Aufgabe vorliegender Abhandlung, sich mit den elektrischen Verhältnissen dieses Minerals zu beschäftigen, immerhin ist es von hohem Interesse, das zu vergleichen, was HANKEL, Abh. d. k. sächs. Ges. d. Wiss., Bd. VI, 1859, p. 213, von der Vertheilung der Electricität auf den Würffflächen des Boracits aussagt, — man meint die Beschreibung gewisser Krystalle in optischer Hinsicht zu lesen.

β. Platten aus vorherrschend würfelförmigen Krystallen.

Dieselben sind grade so gebildet, wie die aus rhombendodekaëdrischen Krystallen, es treten überdies ganz dieselben Einlagerungen wie dort auf und diese bieten auch die schon beschriebenen Erscheinungen dar.

Bei den Platten aus würfelförmigen Krystallen lässt sich aber auf das Beste ein Einfluss der Flächen und Kanten des Krystalls auf seine optische Structur darlegen, der darin besteht, dass da, wo die natürliche Würfelfläche im Schliiff erscheint, die Anordnung eine andere ist, als wo die Kanten des Rhombendodekaëders hinzutreten. Fig. 11 stellt dies dar. Das Rechteck in der Mitte entspricht der natürlichen Fläche, die optische Structur ist hier ohne Regelmässigkeit und in der diagonalen Stellung mit dem Gypsblättchen untersucht, zeigt sich ein Gewirr von Farben. Da, wo die Kanten des Rhombendodekaëders an das innere Rechteck stossen, ordnet sich das Gewirr zu vier schön erkennbaren Sectors, die dieselbe Orientirung haben, wie in Fig. 2 und sich auch gegen den Ton des Gypsblättchens ebenso verhalten. Man kann dies in allen Schliiffen der Art mehr oder weniger deutlich erkennen und dadurch obengenannten Einfluss bestätigen. Die nicht unterbrochene Viertheilung der Fig. 2 wird danach ebenfalls durch den Umstand erklärlich, dass an dem Krystall keine Würfelfläche oder nur eine verschwindend kleine vorhanden war.

Nicht in allen Fällen ist die Viertheilung so scharf ausgedrückt, wie in Fig. 11; es kommen namentlich auch minder scharfe Grenzen vor und Andeutungen der Viertheilung in dem inneren Rechteck, Fig. 12, dieselben sind aber nur Andeutungen und werden vielfach von den Lamellen aus den anderen Sectors unterbrochen. Alle Würfelschliffe nach den 3 Richtungen des Krystalls verhalten sich auch hier in der Hauptsache gleich; nach dem Inneren zu werden die Einlagerungen häufiger und die Erscheinungen verwickelter.

Was die Ätzversuche anlangt, so lassen sich dieselben, der vielfach complicirten Structur der Würfelflächen wegen, nur an Schliiffen anstellen unter gleichzeitiger Beobachtung der optischen Orientirung der geätzten Theile.

Nach den Angaben BAUMHAUER's verfahren²⁸, fand ich bei starker Vergrößerung, wie er, dass die Ätzfiguren auf der ganzen Würfelfläche einander parallel laufen und sowohl Quadrate, wie Rechtecke nebeneinander darbieten. Einen Unterschied, wie ihn BAUMHAUER in seiner Fig. 11 bezüglich der einzelnen Figuren angibt, habe ich nicht durchgreifend finden können. Dagegen zeigen die Flächentheile, welche den Austritt einer Axe darbieten, das in Fig. 13 dargestellte Verhältniss, während die, welche den Axenaustritt nicht in der Weise darbieten (also die, wie sie in Fig. 10 die Ecken erfüllen und sich öfters bandartig in das Innere des Krystalls hinein erstrecken), erkennen lassen, dass die Hauptauslöschungsrichtungen des Lichts, zu den Quadrat- respective Rechtecksseiten der Ätzfiguren senkrecht und parallel verlaufen. Diese Flächentheile sind in Fig. 13 durch ABCD, jene durch BCDEFG dargestellt. Gar nicht selten sieht man die Ätzfiguren halb auf dem einen, halb auf dem anderen Theil liegen. Da nun die Auslöschungen des Lichts in den erstgenannten Theilen nach den Diagonalen der quadratischen Würfelschnitte erfolgen, so müssen die Seiten der Ätzfiguren den Diagonalen des Würfels parallel gehen. Die BAUMHAUER'sche Fig. 11 stellt die Sache so dar, dass die Seiten der Ätzfiguren den Kanten des Quadrats, gebildet durch die begrenzenden Rhombendodekaëderflächen, parallel laufen²⁹.

Die soeben beschriebenen Erscheinungen sind an Platten beobachtet, die nach den Würfelflächen aus rhombendodekaëdrischen Krystallen geschnitten waren. Schnitte aus würfelförmigen Krystallen zeigten dieselben Erscheinungen, aber nur weniger deutlich. — Ob und inwiefern indessen diese beobachteten Ätzfiguren als solche zu betrachten sind, die eine Folge der primären Structur des untersuchten Minerals sind, darüber wolle man das bei der Ätzung der Platten des Rhombendodekaëders Mitgetheilte vergleichen.

²⁸ l. c. p. 342.

²⁹ An einem von H. BAUMHAUER mir zur Ansicht gesandten grossen Würfel habe ich die Ätzfiguren so verlaufen gesehen, wie ich sie in Fig. 13 beschrieben habe und mit mir haben noch zwei andere Beobachter dieses bestätigt.

b. Untersuchung von nach den Flächen des Rhombendodekaëders geschnittenen Boracitplatten im polarisirten Licht.

Ich werde mich hier fast ausschliesslich mit Schnitten rhombendodekaëdrischer Krystalle beschäftigen und solche würfelförmiger Krystalle, da sie dieselben Erscheinungen in der Hauptsache, wie die der rhombendodekaëdrischen zeigen, nur zum Vergleich heranziehen.

Im Allgemeinen bestätigen die Schnitte parallel den Flächen des Rhombendodekaëders die MALLARD'schen Angaben vollkommen. Wird der Schnitt auf der einen Seite von der natürlichen Fläche begrenzt, so beobachtet man in klaren Präparaten eine fast einheitliche Auslöschung des inneren Rhombus nach den Diagonalen und findet, dass die Ebene der optischen Axen, parallel der längeren Diagonale geht, die erste Mittellinie (von negativem Charakter) auf der Fläche des Rhombendodekaëders senkrecht steht³⁰.

An einem relativ einheitlichen Präparat fand ich für:

$$2H_a = 101^{\circ}40' \text{ Na};$$

also einen etwas grösseren Werth, als DES-CLOIZEAUX angibt; übrigens ist der Axenwinkel eine sehr schwankende Grösse und die Einstellung keine sehr sichere der nicht distincten Erscheinungen wegen.

Der erwähnte Schliff nach einer der natürlichen Rhombendodekaëderflächen hat das Ansehen von Fig. 14, wenn er homogen ist. Die den inneren Rhombus umgebenden Paralleltrapeze rühren von den vier Pyramiden her, die die eine, parallel deren Basisfläche der Schliff erfolgte, begrenzen. Wird der Schnitt näher der Mitte des Krystalls zu geführt, so treten noch andere Theile in ihn ein, wie es bereits MALLARD in seiner Fig. 10 schematisch und in Fig. 11 nach der Natur darstellt. Die Fig. 15 der vorliegenden Abhandlung ist eine naturgetreue Abbildung eines sehr guten Schliffs. In der gezeichneten Normalstellung löschen die Theile A, B, C aus, während D, E, F, G farbig sind. Die Aus-

³⁰ Der Charakter dieser Mittellinie wurde meist negativ, seltener positiv befunden.

lösungen dieser Theile erfolgen unter je 45° zu den Diagonalen des Rhombus, wie dies schon MALLARD angibt³¹. Die Grenzen zwischen D, E, F, G sind scharf, die dieser Theile zu A, B, C aber, da die Partien übereinandergreifen durch Farbenfransen kenntlich.

In dieser regelmässigen Weise beobachtet man die Erscheinungen selten. Sehr oft behaupten die Theile A, B, C nicht die in Fig. 15 dargestellte Lage und auch öfters nicht die regelmässigen Umgrenzungen. Namentlich in ersterer Hinsicht und besonders häufig für den Theil A tritt eine Verschiebung ein, er findet sich dann in Form mehrerer Rhomben etwa an der Kante FG oder DE, während die Mitte von den zusammenstossenden Theilen D, E, F, G eingenommen wird. Spannungsercheinungen zeigen die Theile A, B, C nicht selten; es treten dann in ihnen nach den Diagonalen von A zungenförmige Partien auf, Fig. 16, Theile α , β , die, wenn die Platte in der Diagonalstellung mit dem Gypsblättchen untersucht wird, zum Theil gelb, zum Theil blau werden und in der Normalstellung ohne Anwendung eines Gypsblättchens fast nahezu (Abweichungen $1-2^\circ$) mit der Hauptmasse auslöschten.

Dann findet man aber auch häufig, dass die Masse von A (oder B, C) zungenförmig in die von D, E, F, G über- und eingreift und die Theile D, E, F, G Fortsetzungen in A, B oder C hineinschicken (Fig. 16, Theile γ , δ). Letztere Fortsätze sind auch zungen- oder lamellenartig, meist parallel den Kanten des Rhombus und berühren sich in Linien parallel dessen Diagonalen.

Dieses eben beschriebene Verhältniss zeigen auch die Rhombendodekaederflächen von vorherrschend würfelförmigen Krystallen sehr schön, ebenso lassen sie erkennen (es wurden sechs verschiedene Schriffe parallel den sechs unter einander ihrerseits nicht parallelen natürlichen Rhombendodekaederflächen eines würfelförmigen Krystalls untersucht), dass sie alle in Bezug auf Orientirung der Hauptschwingungsrichtungen und mit Rücksicht auf die Lage der Ebene der optischen Axen sich einander gleich verhalten, also

³¹ l. c. p. 43. Ich werde die Auslöschungen durch Linien mit dicken Punkten an den Enden darstellen und die Axen durch eine Linie mit 2 kleinen Ovalen an den Enden.

in keiner Weise die BAUMHAUER'sche Annahme bestätigen, denn nach dieser müssten sie, abgesehen von dem Bestehen aus zwei Theilen, Flächen der rhombischen Pyramiden sein, die sich aber optisch nicht wie Endflächen verhalten können.

Die Untersuchung der Ätzfiguren hat fernerhin auf den Flächen von ∞O (110) zu sehr interessanten Aufschlüssen geführt.

Ätzt man nämlich einen einheitlichen, im Schlicfe noch die natürliche Fläche von ∞O (110) zeigenden Schnitt nach dem Rhombendodekaëder, so erscheint die ganze Fläche gleichmässig bedeckt mit Ätzfiguren, die die Form der in Fig. 17 mit schwachen Linien dargestellten haben, entweder also Paralleltrapeze, gleichschenklige Dreiecke, oder (seltener) Parallelogramme sind, indessen immer so gerichtet erscheinen, dass die kürzeren Kanten der Paralleltrapeze oder die von den gleichen Schenkeln der Dreiecke gebildeten Winkel nach der Seite des Rhombus zeigen, an welcher die Combinationskante desselben zu der glatten Tetraëderfläche auftritt. Ätzfiguren derselben Art, was wenigstens die Paralleltrapeze anlangt, beschreibt BAUMHAUER und bildet sie als Ätzfiguren γ ab. Der von ihm aufgefundene Hemimorphismus, den diese Figuren zeigen und im Krystallbau andeuten, findet nach dem Vorstehenden seine einfache und naturgemässe Deutung. Die Ätzfiguren zeigen eine Hemimorphie nach der Brachydiagonale der Rhomben an, was den Gesetzen der tetraëdrischen Hemiëdrie entspricht.

Solcher Art sieht man die Ätzfiguren bei etwa 600facher Vergrösserung. Wendet man an hellen Tagen 1000fache Vergrösserung an, so bemerkt man, dass die wahren Gestalten der Ätzfiguren die in Fig. 38 und 39 dargestellten sind. Diese Figuren treten nicht immer ganz auf, sondern vielfach mit ihren einzelnen Theilen Fig. 40—43. Erscheinen die inneren Theile allein, oder fast allein, so könnte man sie für etwas Besonderes nehmen.

In der That hat auch H. BAUMHAUER die Tendenz zur Bildung rechteckiger Figuren auf den Feldern G und F des Schlicfs Fig. 18 mir gegenüber hervorgehoben.

³² p. 349, Fig. 3.

Diese Besonderheit findet aber in dem Vorstehenden seine Erklärung und Ähnliches sieht man auf den Feldern A, B, C Fig. 18 wiederkehren.

Die von mir als Figuren γ bezeichneten Ätzfiguren sind auf den optisch verschiedenen Theilen in streng paralleler Stellung, ihre Formen sind in sofern einander gleich, als kleine Verschiedenheiten (höhere oder flachere Paralleltrapeze) auf allen Theilen gleichmässig beobachtet werden. Man kann diese Erscheinungen in ihrer Gesamtheit nur für das reguläre System verwerthen.

Auch andere Ätzfiguren³³ habe ich gefunden, doch hat es damit eine eigene Bewandniss. Diese Ätzfiguren (ich will sie α nennen) treten nämlich immer mit den Ätzfiguren γ zusammen auf (Fig. 17 sind die dickeren die α Figuren), während diese sehr oft ohne die Ätzfiguren α beobachtet werden. Beide liegen fast in derselben Ebene, da man bei starker Vergrößerung (System 9 HARTNACK) die Mikrometerschraube nur wenig in Thätigkeit setzen muss, um beide gleich scharf zu sehen, aber schon bei einer Mittelstellung des Tubus beide Arten von Ätzfiguren erkannt werden können.

Diese auffallende Erscheinung macht stutzig; sie ist indessen nicht so zu erklären, dass sehr dünne Schichten verschiedener Orientirung sich überlagern, sondern einem ganz anderen Umstande zuzuschreiben.

Wenn man nämlich Schliche nach ∞O (110) ätzt, besonders solche, die mehr nach dem Innern der Krystalle zu genommen sind, so bemerkt man sehr bald auf ihnen einen Seidenglanz. Derselbe rührt von der Blosslegung eines Systems von einander parallelen Kanälen und Röhren quadratischen und rhombischen Querschnitts her, die alle entweder normal zu je einer der Flächen von ∞O (110) stehen, oder wenigstens sehr annähernd diese Lage haben. Das Vorhandensein dieser Kanäle kann man unzweifelhaft und in sehr ausgezeichneter Weise beobachten. In Fig. 18 sind diese Kanäle in Form von Linien in einen Schriff von der Lage der Fig. 15 eingezeichnet. Da, wo sie vom Schliche senkrecht getroffen werden, sind ihre quadratischen und rhom-

³³ Ich glaubte vormals, dass diese Ätzfiguren mit denen, die BAUMHATER α genannt hat, zu vergleichen wären, — dem ist aber nicht so.

bischen Querschnitte wiedergegeben, so in dem Flächentheil A. In den Flächentheilen B und C laufen die Kanäle der Höhenlinie des Dreiecks parallel und sind normal zu den begrenzenden Flächen des Rhombendodekaëders; in den Theilen F, G stehen sie zur kürzeren Diagonale des Rhombus geneigt. Wie schon bemerkt, deckt das Ätzmittel diese Kanäle auf; wo sie im Schnitt normal getroffen werden, entstehen Durchschnitte, vergl. Fig. 18, die vom Ätzmittel anders, als die umgebende Masse angegriffen werden und etwas erhaben stehen bleiben. Dass die von mir beobachteten Gebilde keine wahren Ätzfiguren sind, dafür sprechen alle Beobachtungen, namentlich auch die, dass man an sehr vielen Stellen des Schliffs den Verlauf und die Fortsetzung der eigentlichen Kanäle von den Pseudo-Ätzfiguren an in das Krystallinnere hinein, besonders wenn die Kanäle nur wenig schief zur Plattenoberfläche stehen, (Fig. 18 neben A) auf das Deutlichste verfolgen kann.

Die Ätzfiguren welche BAUMHAUER mit α und β bezeichnet hat, konnte ich an den vorliegenden Schliffen nicht beobachten.

Auf den Rhombendodekaëderflächen und zwar in ihrem ganzen Verlauf gleich und einerlei, ob die Flächen natürlich sind, oder dem Inneren des Krystalls entnommen wurden, vgl. Fig. 15, 17, 18 und wie auch die optische Orientirung sei, kommen daher nur in unzweifelhafter Weise die Ätzfiguren vor, die ich in den Fig. 17, 38—43 als solche wiedergegeben habe. Die anderen sind Durchschnitte von durch die Ätzung blossgelegten, zu den Flächen von ∞O (110) normal stehenden, einander parallelen Kanälen, quadratischen und rhombischen Querschnitts. Bei der Verwitterung und Veränderung der Krystalle spielen diese Kanäle offenbar eine grosse Rolle, in dem von hier aus die Substanz des Boracits in ein Fasersystem umgewandelt wird. Dieses Fasersystem nahm VOLGER für seine Schlussfolgerungen in Anspruch und hat es, abgesehen davon, vollständig richtig beobachtet und in verschiedenen Figuren zum Ausdruck gebracht³⁴.

Eine genauere Betrachtung dieser durch Ätzung in scheinbar homogenen Krystallen aufgedeckten Bildungsweise lässt bei Anwendung starker Vergrösserung erkennen, dass die Kanäle zum

³⁴ Vergl. VOLGER, Boracit, Fig. 84, 85, 86, 88.

Theil hohl, zum Theil mit Substanz erfüllt sind und nicht selten kleine, nicht näher bestimmbare Körperchen enthalten. Die optische Wirkung einer dodekaëdrischen Platte ist nach wie vor der Ätzung im Wesentlichen dieselbe, die Substanz um die Kanäle herum und, wenn diese erfüllt sind, in denselben, daher im Wesentlichen die gleiche und nur, wie aus dem Verhalten gegen das Ätzmittel zu folgern ist, in der Dichtigkeit etwas verschieden. Die langspindelförmigen Gebilde, die GEINITZ beschrieb und zeichnete³⁵ gehören offenbar an beiden Seiten geschlossenen kanalartigen Partien an, die schon ohne weitere Vorbereitung dem Beobachter sich darboten, deren Zahl sich aber nach dem Ätzen erheblich vermehrt zeigt.

Nachdem ich auf den Rhombendodekaëderflächen diese Pseudo-Ätzfiguren gefunden hatte, ist es mir zweifelhaft geworden, ob die auf den Würfelschliffen nachgewiesenen Figuren nicht am Ende auch zu den Kanälen in Beziehung stünden. Ich habe bei der Nachforschung auf geätzten Würfelschliffen zwar auch die Kanäle beobachtet, aber keine Beziehung der Ätzfiguren zu ihnen wahrgenommen.

Die Würfelschliffe werden übrigens rasch trüb und eignen sich wenig zu solchen Untersuchungen.

c. Untersuchung von nach den Flächen der Tetraëder geschnittenen Boracitplatten im polarisirten Licht.

a. Platten aus rhombendodekaëdrischen Krystallen.

Nach MALLARD beobachtet man in tetraëdrischen Schliffen, wenn solche von den Flächen des Rhombendodekaëders begrenzt sind, eine Dreitheilung vom Mittelpunkt des gleichseitigen Dreiecks nach den Ecken³⁶, nach BAUMHAUER soll aus demselben Punkt des Dreiecks eine Dreitheilung senkrecht auf die Seiten und im regelmässigsten Falle nach deren Mitte stattfinden. Ich werde von der ersteren Theilung kurz als der Dreitheilung nach den Ecken und von letzterer als der Dreitheilung nach den Seiten reden. Beide Dreitheilungen kommen zusammen vor, die Dreitheilung nach den Ecken ist die durchgreifendere Structurform.

³⁵ GEINITZ l. c. p. 486 u. f., Fig. 6 (Taf. VII).

³⁶ MALLARD gibt in den Figuren Begrenzungen von den Würfelflächen an.

Man erhält die zur Untersuchung geeignetsten Präparate, wenn man an klaren Rhombendodekaëdern, die nur das glatte Tetraëder zeigen, Schnitte vom matten Tetraëder an, senkrecht zur trigonalen Zwischenaxe bis zum glatten Tetraëder, das in einer natürlichen Krystallfläche sich darstellt, anfertigt.

Der Verlauf bis zur Krystallmitte ist in den Figuren 19, 20, 21, 22 wiedergegeben, die alle in der Hauptsache nach der Natur gezeichnet sind; von der Mitte ab bis zum glatten Tetraëder, Fig. 23, liegen die Schriffe, Fig. 21 und 20.

In der Richtung der trigonalen Zwischenaxe gesehen, nehmen von dem Mittelschliff an Fig. 21, 20 und 23 eine gegenüber der ersten um 180° gedrehte Lage an.

Das matte Tetraëder ist im vorliegenden Falle keine natürliche Krystallfläche, die Kanten des Rhombendodekaëders stossen im Endpunkt der trigonalen Zwischenaxe zusammen und, wenn der Krystall regelmässig gebildet ist, zeigt sich Dreitheilung nach den Ecken. Die 3 Sektoren, Fig. 19, haben scharfe Grenzen und löschen parallel den Dreiecksseiten aus³⁷. — Von Einschlüssen werde ich später reden.

Liegt der Schnitt mehr nach der Mitte zu, so ergibt sich Fig. 20. Zu den 3 Sektoren, zu deren Bildung 3 Theilpyramiden beitragen, kommen noch fernere drei und ihre in paralleler Stellung befindlichen hinzu, wie man sich an der Hand eines Modells überzeugen kann. Die Auslöschungen sind dreierlei Art, je 3 Theile löschen, wie in Fig. 20 ersichtlich, zusammen aus.

Fig. 21 zeigt einen Schliff in derselben Richtung, aber noch mehr nach der Mitte zu geführt.

Fig. 22 endlich den Mittelschliff mit den drei verschiedenen Auslöschungen. Je zwei gegenüberliegende Partien löschen zusammen aus.

Danach käme dann, wie schon mitgetheilt, wieder ein Schliff wie Fig. 21, dann einer wie Fig. 20, endlich, auf der einen Seite begrenzt von der natürlichen Fläche, Fig. 23.

In allen Schriffen sind die Grenzen der Theile untereinander mehr oder weniger scharf, bisweilen findet sogar Trennung der

³⁷ In den Figuren sind die Auslöschungen durch eine Linie angegeben, die an den Enden zwei Punkte besitzt.

Partien statt; nur in Fig. 20 und 21 beobachtet man zwischen inneren und äusseren Theilen, da hier Überlagerung eintritt, Farbenfransen.

Es entgeht der aufmerksamen Betrachtung nicht, dass Fig. 23 einen deutlich erkennbaren Einfluss der natürlichen Tetraëderfläche auf die Anordnung der Theilchen zeigt: wo diese Fläche aufhört und die Kanten von ∞O (110) beginnen, zeigt sich die normale Dreitheilung.

Was diese Schnitte ferner lehren, ist, dass die Bildung vom Mittelpunkt des Krystalls gleichmässig nach aussen vor sich geht, sofern ein ganz normaler Bau vorliegt.

Ich bemerke hierzu ausdrücklich, dass zwei Krystalle diesen normalen Bau ganz und fast vollkommen zeigen; in der besten Reihe fehlt, durch einen Unfall beim Schleifen, leider der Schliff, Fig. 19, den aber zahlreiche andere, in ähnlicher Richtung angestellte Versuche, wie Fig. 19, ergeben.

Nun sind aber durchaus nicht alle Krystalle so regelmässig gebildet, die einzelnen Theile greifen vielmehr in einander über, keilen sich in einander ein, die Grenzen werden undeutlich, zuweilen dominiren namentlich von den inneren oder äusseren Theilen eine oder zwei Orientirungen und alle anderen fallen weg, so dass öfters höchst unregelmässige Erscheinungen sich darbieten.

Am regelmässigsten stellen sich die Schlitze Fig. 19 und 23 dar, in letzterem ist jedoch das concentrische Dreieck (der natürlichen Fläche entsprechend) selten ganz einheitlich in seiner Auslöschung, die mit der des unteren Sectors zusammenfällt, sondern zeigt bisweilen unregelmässige Dreitheilung, manch Mal solche nach den Seiten. Auf der Seite des matten Tetraëders erscheint Schliff Fig. 20 wie diese; auf der anderen Seite sind die Grenzen der Dreitheilung verwischer, die einzelnen Theile greifen mehr in einander über. Im Gegensatz hierzu ist Schliff Fig. 21 auf der Seite des glatten Tetraëders immer besser, als auf der anderen. Der Mittelschliff ist höchst selten so regelmässig wie in Fig. 22. So sehr sich aber auch die Theile in- und übereinander schieben mögen: alle haben sie zusammen doch nur drei Auslöschungen. Durch diese Schlitze wird die MALLARD'sche Anschauung in der Erscheinung vollkommen bestätigt.

Da ich eine grosse Zahl von Krystallen untersucht habe, so

darf ich in den Fig. 24—28 noch einige Schliffe nach dem matten und glatten Tetraëder darstellen, die solchen Krystallen entstammen, welche kleine natürliche Flächen dieser Tetraëder zeigten. Man sieht, die beiden Theilungen kommen zusammen vor, jedoch ist es auffallend, dass während der Schliff an einer Ecke von ∞O (110) eine bestimmte Figur darbietet, z. B. Fig. 25, der an einer anderen entsprechenden ganz normal sein kann, wie Fig. 19. Dann findet man aber auch wieder an anderen Krystallen rhombendodekaëdrischer Bildung, dass alle Schnitte nach dem matten Tetraëder, dicht an den Ecken gelegen, sich wie Fig. 19 verhalten, während wiederum andere Krystalle bei solchen Schnitten Erscheinungen, wie Fig. 27 zeigen.

Fig. 28 stellt einen Schliff nach dem glatten Tetraëder dar.

So kommen diese beiden Dreitheilungen zusammen vor, manchmal ist auch der Schliff von Substanz nur einer Auslöschung erfüllt und sehr sparsam treten die anderen Orientirungen darin auf.

Die Verhältnisse der glatten Tetraëder habe ich schon aufgeführt und es ist nur noch nachzutragen, dass da, wo keine oder nur eine sehr kleine glänzende Tetraëderfläche am Krystall erscheint, der nahe der Ecke geführte Schliff dieselbe Erscheinung zeigt wie Fig. 19, also auch hier wieder eine Beziehung der optischen Orientirung zu den Begrenzungselementen des Krystalls zu Tage tritt.

Von Einschlüssen in den diversen Sektoren sind ausser Theilen aus anderen Sektoren, die aber mit jenen auslöschen und in allen Schliffen vorkommen (ganz besonders in Schliffen von der Art der Fig. 22 gern senkrecht zu den Seiten des Sechsecks stehen) solche zu nennen, die offenbar durch sekundäre Spannungen entstanden sind.

Ich habe deren von blattförmiger Art, die etwa unter 30° zu den Grenzen der Sektoren neigen und denselben ein federfahnenähnliches Ansehen verleihen, in Fig. 29 dargestellt. Sie zeigen an ihren Rändern lebhaftere Farben und löschen fast gleichzeitig (Abweichung $1-2^\circ$) mit dem Sector aus, in dem sie vorkommen. Von den in der Fig. 30 dargestellten, senkrecht zur Sektorengrenze stehenden Einlagerungen glaube ich denselben Ursprung, wie bei den vorigen, annehmen zu müssen. Das Aus-

löschen mit dem Sector habe ich hier nicht so durchgreifend beobachtet.

β. Platten aus würfelförmigen Krystallen.

Ich habe hier theils solche Würfel untersucht, an denen keine weiteren Flächen vorhanden waren, dann solche, an denen $\infty O (110)$ mit auftrat. Es bieten sich im Wesentlichen dieselben Erscheinungen dar, wie vorhin mitgetheilt.

Die zwei Dreitheilungen auf derselben Fläche zeigt besonders schön Fig. 31 nach dem matten Tetraëder, die Fig. 32 und 33 entsprechen anderen Flächen derselben Lage vom gleichen Krystall. Die glatten (natürlichen) Tetraëderflächen desselben sind im Wesentlichen wie Fig. 23 gebildet.

Andere Krystalle verhalten sich ähnlich: auf den nach dem matten Tetraëder angeschliffenen Flächen wechselt Dreitheilung nach den Ecken mit solcher nach den Seiten und die Schliche nach den glatten (natürlichen) Tetraëderflächen lassen in der Hauptsache den Einfluss der natürlichen Flächen erkennen, vergl. Fig. 23.

Was die Ätzfiguren anlangt, so wurden vorab Tetraëderschliffe von den entgegengesetzten Enden einer trigonalen Zwischenaxe (glattes Tetraëder als natürliche Fläche, mattes als angeschliffene) untersucht³⁸. Bei 3 Paaren solcher Schliffe ergab sich, dass auf den matten Tetraëderflächen die Ätzfiguren gleichseitige Dreiecke, an den Ecken bisweilen gerade abgestumpft, sind und mit ihren Seiten den Kanten der Hauptfigur parallel gehen, vergl. Fig. 34; auf den Flächen der glatten Tetraëder haben die Ätzfiguren dieselbe Form, liegen aber zu den Begrenzungselementen umgekehrt, Fig. 35. Besonders ausgezeichnet tritt dies Verhältniss bei einem Schliff von der Lage der Fig. 21 nach dem glatten Tetraëder zu Tage, vgl. Fig. 36.

Auf allen Stellen der sämtlichen Schliffe liegen die Ätzfiguren einander parallel, einerlei, ob der Schliff Dreitheilung nach den Ecken, nach den Seiten, oder beide zugleich zeigt. Sehr schön beobachtet man auch die zur Fläche geneigten Kanäle (worüber schon VOLGER bei Besprechung der Fasersysteme be-

³⁸ Die untersuchten Krystalle waren Rhombendodekaëder.

richtet, l. c. pag. 224) und kann ihre Durchschnitte nicht selten deutlich wahrnehmen.

Bei der Fortsetzung der Untersuchungen über die Ätzfiguren wurde zunächst darauf Bedacht genommen, ihre nähere Form zu ermitteln; dieselbe ist die in Fig. 44 dargestellte.

Man beobachtet ferner, dass die Figuren auf $+\frac{0}{2}$ meist sehr rasch sich herstellen, während man auf $-\frac{0}{2}$ bisweilen im Zweifel sein kann, ob die Figuren wie auf $+\frac{0}{2}$ oder umgekehrt liegen.

Bezüglich der Lage der Ätzfiguren gibt H. BAUMHAUER in einer brieflichen Mittheilung an, dieselbe sei auf beiden Flächen der Tetraëder gleich und umgekehrt wie in der Fig. 1, Tafel VIII seiner Arbeit gezeichnet, also entsprechend der Fig. 35 dieser Mittheilung. (Die BAUMHAUER'schen Krystalle waren scheinbare Oktaëder.)

Ich habe wiederholt Schriffe mit normaler Dreitheilung (nach den Ecken) geprüft und die Lage der Ätzfiguren auf $-\frac{0}{2}$ mit ihren Seiten parallel den Seiten der Begrenzung (Fig. 34), auf $+\frac{0}{2}$ dagegen mit den Ecken der Dreiecke nach den Seiten der Begrenzung gerichtet (Fig. 35) gefunden.

Sehr merkwürdig ist das Verhalten eines dünnen Schliffs, der auf der einen Seite eine natürliche Fläche des matten Tetraëders $-\frac{0}{2}$ hat (Fig. 46), während er auf der anderen angeschliffen ist (Fig. 46 a).

Derselbe zeigt geätzt auf der natürlichen Fläche die Figuren, von welchen eine in Fig. 46 b besonders dargestellt ist. Die Richtung der längsten Ausdehnung dieser Figuren ist in jedem Sector normal zur begrenzenden Kante. — Auf der anderen Seite, also auf der angeschliffenen Fläche, treten die gewöhnlichen Figuren, wie sie das normale $-\frac{0}{2}$ darbietet, auf. Es zeigt daher dieser geätzte Schliff aufs unzweideutigste, dass die Oberfläche der Krystalle unter Umständen

anders beschaffen sein kann, als die Flächen parallel mit ihr aus dem Krystallinnern. Wäre der Bau, den die Oberfläche andeutet, durchgreifend, so würde damit die dreifache Structur parallel der Tetraëderfläche ausgesprochen sein. So kann man dieselbe nur dann annehmen, wenn man gelten lässt, die Ätzfiguren in Fig. 46 a seien keine gleichseitigen Dreiecke und nur unmerklich davon verschieden.

Dann bleibt es aber immer noch auffallend, dass auf parallelen Flächen bei ein und derselben Ätzung verschiedene Gestalten auftreten und die Dreiecke in Fig. 34, 35, 36 und 46 a sich in verschiedene Sektoren optischer Orientirung legen, so dass deren Grenzen sie durchsetzen (vergrössert dargestellt in Fig. 45). Mir scheint es nicht wohl möglich zu sein, letztere Bildung bei Annahme von Zwillingbildung zu erklären.

2. Krystalle mit vorwaltendem Tetraëder oder mit zwei Tetraëdern (scheinbar oktaëdrische Krystalle) vom Schildstein.

a. Untersuchung von nach den Flächen des Würfels geschnittenen Boracitplatten im polarisirten Licht.

Werden die Schlitze so genommen, dass die eine Schlitfläche die natürliche Würfelfläche ist, so beobachtet man bei den tetraëdrischen Krystallen Erscheinungen wie Fig. 49 und 50, wenn die Combinationskante Würfel zu Tetraëder (parallel D B) mit einer Polarisationssebene der gekreuzten Nicols zusammenfällt und ein Gypsblättchen vom Roth I. Ordnung eingeschaltet ist wie in Fig. 1; bei scheinbar oktaëdrischen Krystallen kommen unter den gleichen Bedingungen die Erscheinungen 47 und 48 zum Vorschein.

Im Wesentlichen zeigen die Schlitze grössere Partien, in denen das Roth des Gypsblättchens herrscht (mit Kreuzen in den Figuren versehen)³⁹, andere sind blau (schraffirt in den Figuren), noch andere gelb (hell in den Figuren). Selten nehmen die Stellen ersterer Orientirung den ganzen Schliff ein, bisweilen zeigen die Schlitze Stellen, in denen eine deutliche Orientirung nicht zu erkennen ist (Fig. 49 links).

Diese dreifache Art, in welcher sich die Substanz in den Würfelschliffen darstellt, stimmt mit dem, was die früheren Wür-

³⁹ Wo diese Theile gegen die anderen stossen, findet Überlagerung statt.

felschliffe zeigten; ich nahm in Folge dessen damals, da eine Gesetzmässigkeit in der Gruppierung nicht zu erkennen war und das Material zu weiteren Untersuchungen fehlte, auch die Gruppierung der einzelnen Parteien für die gleiche an.

Dem ist indessen entschieden nicht so, wie die Schliffe zeigen, welche aus beiden Typen des in Rede stehenden Minerals mehr nach der Mitte der Krystalle zu genommen sind.

Die Schliffe, Fig. 51 und 52 sind dieselben, einerlei, ob die Krystalle Tetraëder oder scheinbare Oktaëder waren.

In der normalen Stellung der Platte, entsprechend Fig. 2, liegen die Combinationskanten, Würfel zu Rhombendodekaëder, vorn, hinten; links, rechts, und die Platte hat bis auf ihren centralen Theil das Maximum der Dunkelheit, im centralen Theil herrscht das Maximum der Helligkeit. Dieses Verhältniss würde zunächst dem der Fig. 10 entsprechen, wenn man sich die Theile an den Ecken in die Mitte gerückt denkt und von der Lage der Axen in den äusseren Theilen absieht.

Aber gerade diese Lage ist eine andere als in Fig. 10 und stehen in Fig. 51 die annähernd senkrecht zur Platte austretenden optischen Axen mit ihren Barren parallel den Kanten von Würfel zu Rhombendodekaëder. Danach liegt in jedem Sector die Ebene der optischen Axen nicht senkrecht, sondern parallel besagter Kante.

Geht man in die diagonale Stellung über, in der also der Centraltheil dunkel erscheint und schaltet ein Gypsblättchen vom Roth der I. Ordnung, wie Fig. 1 zeigt, ein, so färben sich die Sektoren, durch welche MM geht, blau und die anderen werden gelb. Das Verhalten ist also gerade umgekehrt wie in Fig. 3. Vergl. p. 220 Anmerkung 25. Berücksichtigt man, dass die Schliffe Fig. 47—50 auf ihrer einen Seite die natürliche Würfelfläche tragen, die Schliffe Fig. 51 und 52 aus der Mitte der Krystalle sind, so folgt daraus in der Erscheinung eine Structur, wie sie der BAUMHAUER'schen Annahme entspricht.

Dabei spielt für das Einzelindividuum eine Würfelfläche, die Rolle der Fläche, welche der Ebene der optischen Axen parallel ist (diese Fläche entspricht bei der zusammengesetzten Figur z. B. 51 oder 52 dem inneren rechteckigen Theil), die eine Mittellinie steht senkrecht auf einer unter 90° dazu geneigten Rhom-

bendodekaäderfläche und die andere Mittellinie beobachtet das gleiche Verhalten bezüglich einer zu der ersten Rhombendodekaäderfläche und Würfelfläche unter je 90° geneigten zweiten Rhombendodekaäderfläche.

Diese Orientirung, die BAUMHAUER durch Annahme der drei rhombischen Endflächen zum Ausdruck brachte, die aber schon durch den optischen Befund MALLARD's festgestellt war, gilt für alle Einzelindividuen. Die Gruppierung derselben, wenn wir einstweilen rein auf dem Boden der optischen Beobachtung bleiben, ist, wie meine Beobachtungen lehren, für die Rhombendodekaeder und Würfel so, wie sie MALLARD angibt; für die Tetraeder und scheinbaren Oktaeder so, wie sie BAUMHAUER auffand und für alle Typen, namentlich auch für den würfelförmigen, gelten lassen wollte.

Ich übergehe die auch hier beobachteten Fälle, in denen die Theile durcheinander greifen und lenke nur die Aufmerksamkeit auf 2 Punkte:

1. Auf den Umstand, dass die regelmässige Bildung dann erst im Schliß erscheint, wenn die 4 Kanten von Würfel zu Oktaeder auftreten und noch bei 2 vorwaltenden, einander parallelen Kanten die Bildung unregelmässig ist.

2. Dass auch diese Art der Gruppierung die Einlagerungen pag. 221 nicht erklärt, da beide Hauptbildungsweisen Fig. 2 und Fig. 51 in der Normalstellung ihre Axenbarren zwar kreuzen, wie in Fig. 8, dann aber auch beide den Ton des Gypsblättchens unverändert lassen, wie es in Fig. 8 bezüglich 1, 2, 3 und 4 nicht der Fall ist.

b. Untersuchung von nach den Flächen des Rhombendodekaeders geschnittenen Boracitplatten im polarisirten Licht⁴⁰.

Im Normalfall erscheint auf der natürlichen Fläche Zweitheilung parallel der Combinationskante von Rhombendodekaeder zu Würfel, Fig. 54. Die Auslöschungen liegen zu dieser Kante nahezu unter je 45° ; bisweilen werden beide Theile A und B

⁴⁰ Die zu beschreibenden Schlitze stammen sämmtlich aus scheinbar oktaëdrischen Krystallen.

fast zugleich dunkel, bisweilen das eine Feld vor dem andern und es besteht ein kleiner Unterschied bis zu 3° .

Werden beide Felder nahezu zu gleicher Zeit dunkel, so lassen sie noch durch die Anwendung des Gypsblättchens erkennen, dass sie nicht einer Fläche angehören, da dessen Ton sich auf beiden Feldern verschieden ändert. Sehr häufig wechseln die Theile A und B vielfach mit einander ab Fig. 55; (die zusammengehörenden haben von dem die Auslöschung anzeigenden Kreuz den einen Balken in gleicher Dicke), selten nimmt eine Orientirung die ganze Fläche ein, Fig. 53.

Die Schiffe nach der Mitte zu sind äussert complicirt; nach vielen misslungenen Versuchen ist es mir endlich gelungen einheitliche und nicht zu verworrene Präparate zu erlangen.

Im Normalfall, von dem Fig. 56 eine fast naturgetreue Wiedergabe darbietet, erscheinen in einem Flächenfeld mit den ebenen Winkeln von $109^{\circ}28'$ und $70^{\circ}32'$ wieder die Theile A und B mit ihrer vorhin erwähnten Auslöschung und es liegen ihnen die Theile C ⁴¹ zur Seite, die senkrecht zur Mittellinie der optischen Axen sind. Die Ebene dieser letzteren liegt parallel der kürzeren Diagonale des Rhombus. Die Erklärung der Fig. 56 erfolgt, wenn man sich die Fig. 51 parallel einer oberen innern Fläche des Würfels und parallel einer vorderen inneren desselben denkt.

Recht oft nimmt man wahr, Fig. 57, dass die Theile A und B seitlich streifige Substanz unbestimmter Auslöschung haben und die Ebene der optischen Axen nur in einem Theil, C, ihre Lage beibehält, im andern, D, dazu senkrecht steht, was man abgesehen von dem directen Nachweis, an der verschiedenen Wirkung von C und D auf den Ton des Gypsblättchens erkennt. An C schliessen sich dann auch federartig gestreifte Partien unbestimmter Auslöschung an.

c. Untersuchung von nach den Flächen der Tetraëder geschnittenen Boracitplatten im polarisirten Licht.

Die Erscheinungen pflegen hier am complicirtesten zu sein. Schiffe von aussen her geben selten den gewünschten Aufschluss,

⁴¹ Andeutungen der Theile C treten bisweilen auch in den erstgenannten Schriffen auf, die auf der einen Seite von der natürlichen Fläche begrenzt sind.

solche, dem Innern entnommen, zeigen fast immer ein buntes Farbengewirr ohne Regelmässigkeit.

Die besten Schriffe aus Tetraëdern stellen die Fig. 59 und 60; die aus scheinbaren Oktaëdern ⁴² die Fig. 58 und 61 dar. Sämmtliche Schriffe sind nach der eingezeichneten Orientirung und Bezeichnung der Felder leicht verständlich. Es gibt sich bei ihnen ein vorwaltender Einfluss der Dreitheilung nach den Seiten (bezüglich der Normalfigur vergl. Fig. 26) und ein untergeordneter nach den Ecken kund.

Im Allgemeinen bestätigen also die letztbetrachteten Schriffe die BAUMHAUER'sche Annahme.

Was die Ätzfiguren ⁴³ anlangt, so habe ich zunächst hervorzuheben, dass ich an den geätzten Krystallen des H. BAUMHAUER, die derselbe so gütig war mir zur Ansicht zu senden, seine von ihm als Ätzfiguren α , β , γ bezeichneten Figuren auf den natürlichen Flächen von ∞O (110) gesehen habe.

Wie aber diese Figuren auf den verschiedenen Theilen optischer Orientirung liegen, ist mir bei Ätzung von Schriffen nach ∞O (110) nicht möglich gewesen festzustellen ⁴⁴. Im Allgemeinen erlaube ich mir zu bemerken, dass gegen die von H. BAUMHAUER angewandte Methode der Beobachtung von Ätzfiguren vermittelt starker Vergrösserung bei auffallendem Licht sich Manches einwenden lässt, namentlich der Umstand der erschwerten Beobachtung, die nicht an Sicherheit gewinnt, dann die Unmöglichkeit die Vertheilung der Ätzfiguren auf den Stellen verschiedener optischer Orientirung zu prüfen. Der von H. BAUMHAUER besonders betonte Umstand, dass die Ätzfiguren auf verschiedenem Niveau lägen, scheint mir, wenn man von natürlichen Flächen, die beim Boracit recht selten solche im mathematischen Sinne sind, ausgeht, nicht von Bedeutung zu sein. Er würde dieselbe

⁴² Es ist zu bemerken, dass in diesen Krystallen beide Tetraëder matt sind.

⁴³ Für die Flächen der gleichbeschaffenen Tetraëder (scheinbar oktaëdrische Ausbildung) gilt nach H. BAUMHAUER das auf p. 235 Mitgetheilte.

⁴⁴ H. BAUMHAUER gibt bekanntlich an, dass die Fig. α auf den Theilen liegen, die unter 45° zur Kante $O/\infty O$ auslöschen; die anderen auf den, die zu besagter Kante normale Auslöschung haben. — Erstere Theile entsprechen A, B, letztere C, D meiner Fig. 57, die aber dem Innern des Krystalls entnommen ist.

erlangen, wenn man eine sorgfältigst geschliffene und polirte Fläche ätzte und solche Verschiedenheiten im Niveau fände. Was endlich das Heranziehen natürlicher Flächen zu der Ätzung anlangt, so bleibt im einzelnen Falle noch zu ermitteln, ob die natürliche Fläche dieselbe Beschaffenheit hat, wie die ihr parallele künstlich angeschliffene aus dem Krystallinnern. Beim Aufhören des Krystallwachsthums können manche Einflüsse, wie Oberflächenspannungen u. s. w. sich geltend machen, die bei ungestörtem Weiterwachsen nicht zur Geltung kommen und die von mir gemachte Beobachtung p. 235 u. 236, Fig. 46 u. 46a beweist dieses entschieden.

Mit Rücksicht auf die Ätzfiguren dieser Krystalle, namentlich auf den Flächen von ∞O (110), bleibt also noch festzustellen, wie sie auf den optisch verschieden orientirten Theilen sich einstellen. — Meine mit Rücksicht hierauf vorgenommenen Ätzversuche lieferten bis jetzt kein unzweifelhaftes Resultat. An einem Schliß glaube ich zu erkennen, dass auf optisch verschiedenen Theilen die Orientirung der Ätzfiguren und ihre Gestalt keine verschiedene ist⁴⁵; ich füge aber hinzu, dass der Schliß, der wie alle dieser Art sehr trüb ist, dies Verhältniss nicht völlig unzweifelhaft erkennen lässt. — Nähere Untersuchung, zu der mir aber jetzt das Material fehlt, wird auch hierüber Klarheit bringen.

3. Würfelförmige Krystalle von Stassfurt und Segeberg.

Die Krystalle von Stassfurt lassen, nach $\infty O \infty$ (100) geschliffen, dieselben Theile wie Fig. 10 und auch dieselbe Anordnung erkennen.

Die Würfel von Segeberg sind dagegen sehr viel complicirter gebildet, so dass es nicht gelingt, die Anordnung der einzelnen Theile festzustellen. — Merkwürdig ist das Verhalten der kleinen

⁴⁵ In einer Mittheilung bezüglich der von mir auf ∞O (110) beschriebenen Ätzfiguren schreibt mir H. BAUMHAUER: „Was nun die Ätzfiguren anlangt, so scheint es mir, als hätten Sie eine zu starke Schwefelsäure, resp. zu stark damit versetzte Salzsäure zum Ätzen angewandt. Die von Ihnen für die Dodekaëderflächen angegebenen Ätzfiguren habe ich wenigstens früher schon bei Anwendung von concentrirter Schwefelsäure erhalten. Sie sind in der That über die ganze Fläche gleich, wenn auch Niveaudifferenzen deutlich auftreten.“ — Ich enthalte mich einer weiteren Bemerkung hierzu und füge nur an, dass ich mit verdünnten Säuren geätzt habe.

Krystalle beim Schleifen; sie sind höchst schwierig in Platten zu erhalten, da sie wie rasch gekühltes Glas leicht zerspringen und zerreißen.

III. Zusammenstellung der Resultate und Schlussfolgerungen.

Die vorstehenden auf Grund der Beobachtungen gemachten Mittheilungen lassen von optischer Seite her erkennen, dass die Substanz des Boracits doppeltbrechend ist und in der Erscheinung für die Rhombendodekaëder und Würfel die MALLARD'sche Annahme zutreffend ist, während für die selbständigen Tetraëder und scheinbaren Oktaëder das gilt, was BAUMHAUER hervorhob ⁴⁶.

Betrachtet man das Einzelindividuum im optischen Sinne (dasselbe kommt allerdings als solches nie vor, sondern immer mit anderen vereinigt), so zeigt es stets die gleiche und oben näher erörterte Beziehung von Begrenzungselementen zu optischen Hauptrichtungen.

Das Zusammentreten zum höheren Complex erfolgt bei den Rhombendodekaëdern und Würfeln so, dass erstere Gestalt aufgefasst werden kann als bestehend aus 12 Individuen, von denen je vier in einer Zone liegende eine Fläche als Zwillingsfläche gemein haben, die im regulären Systeme die des Würfels, im rhombischen nach der Auffassung von BAUMHAUER die von ∞P (110) ist. Drei solcher Complexe kreuzen sich dann unter 90° ⁴⁷.

Die zweite Bildungsweise entspricht dem von BAUMHAUER aufgestellten Gesetze, wenn man das rhombische System gelten lässt, so, dass die Zwillingsfläche des Sechslings die von P (111) ist; im regulären Systeme entspricht der Zwillingsfläche eine Fläche von ∞O (110).

Abgesehen von diesem rein auf Grund der optischen Erfahrungen gedeuteten Aufbau und der durch denselben zu Tage tretenden Beziehungen zu Hauptrichtungen in den Krystallen

⁴⁶ Hierbei ist immer nur das durchgreifende Bildungsgesetz berücksichtigt; wie die Erfahrung lehrt, kommt das resp. andere zuweilen als untergeordnete Bildungsweise mit vor. Beide Bildungsweisen treten besonders an den Mittelkrystallen der 2 Haupttypen auf.

⁴⁷ Dass man diesen dreifachen Vierling auch als einen dreifachen Durchkreuzungszwilling auffassen könne, habe ich zu Eingang angegeben.

haben aber auch die vorstehenden Untersuchungen, indem der Bau der Krystalle noch mehr als früher in's Einzelne hinein verfolgt wurde, nachgewiesen, dass die Begrenzungselemente derselben von nicht unerheblichem Einfluss auf die Regelmässigkeit der Anordnung im optischen Sinne sind und somit wieder die Erfahrung bestätigt, die KLOCKE in seiner Untersuchung über den Alaun durch den Einfluss des Vorhandenseins und Verschwindens gewisser Begrenzungselemente auf die optische Structur sicher gestellt und neu dargethan hat⁴⁸. Während aber beim Alaun die Erscheinungen der Doppelbrechung wesentlich nur von der Krystallbegrenzung abzuhängen scheinen, sind beim Boracit noch andere Momente in Betracht zu ziehen.

Jedenfalls lehrt zunächst die Erfahrung, dass sich optische Zweiaxigkeit verbunden mit äusserer regulärer Flächenanordnung, modificirt durch die tetraëdrische Hemiëdrie, zusammen findet, und diese Anordnung ist nicht nur gewährleistet durch die Messungen, sondern auch durch die ganze Erscheinungsweise der Krystalle. Fernerhin sind die von mir beobachteten Ätzerscheinungen, namentlich auf den Flächen von ∞O (110), dann aber auch auf den anderen, nur zu Gunsten des regulären Systems zu verwerthen.

Will man die Erscheinungen, wie sie der Boracit zeigt, deuten, so bieten sich 2 Annahmen dar:

1. Entweder man hat, nach MALLARD, Theilchen eines niederen Symmetriegrades, die durch wiederholte Zwillingbildung eine reguläre Pseudosymmetrie veranlassen.

2. Oder der Boracit ist regulär und seine optischen Erscheinungen zum Theil durch das Krystallwachsthum, zum Theil durch später zu erörternde Umstände veranlasst und bedingt.

Was die erstere Annahme anlangt, so ist sie im Sinne der neuesten Richtung in der Mineralogie, die auf jede optische Anomalie hin, ohne sich zu fragen, was dieselbe wohl veranlasst haben könnte und selbst dann, wenn die äussere Erscheinung Anderes fordert, das System der Körper umstürzt. Wie viele Körper, kann man mit Recht fragen, sind so beschaffen, dass das Erforderniss der Theorie in aller Strenge erfüllt wäre und wie

⁴⁸ l. c. p. 68, 72, 78 u. 79.

viele werden, wenn ein solcher Massstab angelegt wird, noch in den seither für sie angenommenen Systemen verbleiben?

Wie steht es aber in weiterer Folge mit gar manchen Krystallsystemen überhaupt, bestehen sie, z. B. das reguläre, noch, oder sind es nur vollendete Täuschungen der Natur?

Die Beantwortungen dieser Fragen haben das höchste Interesse. Sicher wird zur präzisen Systembestimmung die genaue optische Untersuchung von grösster Wichtigkeit sein; ich bin der Letzte, der dieses verkennt, aber ich scheue mich nicht, es ebenfalls öffentlich auszusprechen, dass es verkehrt ist zu Gunsten jeder optischen Anomalie, die eine Structur- und Bauunregelmässigkeit aufdeckt, eine altbewährte Gesetzmässigkeit umzustossen. Es wäre viel richtiger, nach den Gründen eines solchen gesetzwidrigen Verhaltens zu forschen, als dasselbe nun seinerseits zum Gesetz zu erheben.

Meine Ansicht ist demnach, dass, wenn man durch Annahme des rhombischen Systems beim Boracit die bestehende Anomalie beseitigen will, dadurch wiederum eine noch viel grössere geschaffen wird, denn wie wollte man, wenn der Boden der Thatsachen nicht verlassen werden soll, das reguläre System in tetraëdrisch-hemiëdrischer Ausbildungsweise, gestützt durch Anordnung der Flächen und Neigungswinkel derselben, die ganze, höchst regelmässige, man kann sagen musterhafte Erscheinungsweise der Krystalle, die Ätzfiguren derselben u. s. w. erklären, wenn das rhombische System angenommen wird? Man wird zugestehen müssen, dass durch Annahme unmessbar kleiner Unterschiede in den Neigungswinkeln der Flächen, verschwindend kleiner Verschiedenheiten in der Gestalt der Ätzfiguren u. s. w. eine volle Auskunft nicht geschaffen, vielmehr nur eine solche zu Gunsten des durch den optischen Befund angezeigten und auf Kosten des durch die äussere Flächenanordnung gewährleisteten Systems erreicht wird.

Aus diesen Gründen halte ich es für nothwendig, an die zweite Annahme heranzutreten und zu untersuchen, ob nicht eine Vereinigung beider Thatsachen, die sich einander auszuschliessen scheinen, möglich ist.

Wie sich Körper gegen Spannung und Druck, resp. Temperaturveränderungen u. s. w. verhalten, ist genugsam bekannt und

ebenso weiss man, dass die hier erzeugten optischen Erscheinungen sich von der wahren Doppelbrechung im Allgemeinen wesentlich unterscheiden.

Denn, wenn für diese angenommen wird, dass sie den kleinsten Theilchen der Körper inne wohne, unabhängig von den Begrenzungselementen derselben sei und sich in allen parallelen Richtungen ebenso kund gebe, wie sie sich in einer bestimmten zeigt, so bieten die gewöhnlichen Spannungserscheinungen solche dar, die an den Ort gebunden sind, auch mit Änderung der Umgrenzungselemente variiren (gekühlte Gläser) und so sich wesentlich verschieden von der wahren Doppelbrechung erweisen.

Nicht alle Erscheinungen, die durch Druck zu Stande kommen, verhalten sich indessen so. Allbekannt ist es, dass, wenn ein einaxiger Körper durch Spannungserscheinungen beim Wachsthum, z. B. durch solche senkrecht zur optischen Axe, alterirt wird, er die Erscheinungen eines zweiaxigen zeigt. Die neue Erscheinung wechselt dann in einem passend hergestellten Präparat zwar von Stelle zu Stelle, ist aber innerhalb einer Stelle nicht an den Ort gebunden, sondern auf ziemliche Ausdehnung hinaus in allen parallelen Richtungen dieselbe.

Andererseits hat schon BREWSTER die Beobachtung gemacht, dass durch einen gleichmässigen Druck ein amorpher Körper die Eigenschaften eines einaxigen annehmen könne und, wenn man, abgesehen von den früheren Mittheilungen⁴⁹, die Angaben BREWSTER's in seinem Werke, *Optics* 1835, p. 241, nachliest, so unterliegt es keinem Zweifel, dass in diesem Falle es sich um eine Erscheinung handelte, die unabhängig vom Orte in allen parallelen Richtungen dieselbe war, welches Resultat auch BREWSTER ganz und voll für seine weiteren Schlussfolgerungen in Anspruch nahm.

Wir können daraus schliessen, dass ein gleichförmig wirkender Druck⁵⁰, in seiner Intensität verschieden nach drei

⁴⁹ *Philos. Transactions* 1815, p. 33 u. 34.

⁵⁰ Mit Rücksicht hierauf sei bemerkt, dass für unkrystallinische Körper schon im Jahre 1841 NEUMANN cf. p. 211 es geltend gemacht hat, dass die gleichförmige Dilatation oder Compression Erscheinungen bewirke, die denen der Krystalle zu vergleichen seien. Er sagt p. 455: Ein gleichförmig dilatirter Körper verhält sich für das Licht wie ein Krystall-Indivi-

auf einander senkrechten Richtungen, es bei einem regulären Körper vermögen könnte, die Erscheinungen eines zweiaxigen hervorzurufen, denn im ersten Falle hatten wir einen Körper, der sich in einer Richtung in gewisser Weise, in allen senkrechten hierzu gleich (vergl. weiter unten) und von der ersten verschieden verhielt, es kam ein Druck hinzu, der die Gleichheit der zur ersten senkrechten Richtungen aufhob; im zweiten Falle bewirkte ein in einer bestimmten Richtung wirkender Druck eine gleichmässige Gestaltung der Verhältnisse in den zur Druckrichtung senkrechten Richtungen.

Könnten wir beim Boracit darthun, dass durch das Krystallwachsthum Erscheinungen entstehen, die eine Spannung der Theile, wie sie zur Bildung der Zweiaxigkeit nothwendig ist, ermöglichen, so wäre die Erklärung des Thatbestandes um einen wesentlichen Schritt gefördert.

Dies lässt sich, wenn auch nicht direct, so doch indirect mit aller Evidenz erweisen, wenn man die Veränderungen beachtet, denen der Boracit unterliegt. Schon VOLGER hat darauf gebührend hingewiesen und den Umstand betont, dass bei der Veränderung der Krystalle ein Gerüst nach den Ebenen des Rhombendodekaeders erhalten bleibt, was bedeutend widerstandsfähiger ist, als die ausfüllende Masse⁵¹. Ich kann diese Beobachtung für die Rhombendodekaeder und Würfel⁵² völlig bestätigen. Fig. 37 stellt einen der Lage nach Fig. 22 ähnlichen Schnitt durch die Mitte eines Krystalls dar zur Darlegung dieser Verhältnisse. Eine grosse Reihe von Präparaten zeigt diese Erscheinungen von den frischesten Krystallen an bis zu den zersetztesten und es kann sich ein Jeder leicht davon überzeugen.

Kann man sonach auch nicht das Gerüst in seinem Entstehen beobachten, so gelingt es doch bei der anfangenden Ver-

daum, ein ungleichförmig dilatirter Körper ist einem Aggregat von unendlich vielen sehr kleinen Krystall-Individuen zu vergleichen, deren optische Elasticitätsachsen eine stetige Function des Ortes sind, sowohl in Beziehung auf ihre Richtung, als ihre Grösse.“ — Ferner vergleiche man die ganze Arbeit, namentlich im Eingang des in Pogg. Ann. B. 54. 1841 gegebenen Auszugs p. 449—452.

⁵¹ l. c. p. 208 u. 209, Fig. 84 u. 85, p. 224, Fig. 86.

⁵² Bei den anderen Typen habe ich es wegen der Kleinheit der Individuen und aus Mangel an hinreichendem Material nicht untersuchen können.

änderung und dem Fortschreiten derselben im Krystalle dasselbe unzweifelhaft nachzuweisen. Wenn die Krystallmasse bei dem wachsenden Krystalle ein solches Gerüst erfüllt, so werden Trichter gebildet, die von der Form einer vierseitigen Pyramide mit der Rhombendodekaederfläche als Basis sich darstellen, entsprechend der HARTMANN-MALLARD'schen Annahme. In diesen Trichtern sind die Dimensionen: Höhe der Pyramide zu der kleinen und grösseren Diagonale des basischen Schnitts drei ungleichwerthige Richtungen, denen die optischen Elasticitätsaxen in folgender Reihe: grösste, mittlere, kleinste (sofern die Beobachtung: erste Mittellinie der Axen von negativem Charakter zu Grunde gelegt ist, vergl. p. 225) entsprechen. Durch das feste im Wachsthum voranschreitende Gerüst sind also innerhalb desselben die Bedingungen gegeben, die ein Wachsen nach den rhombischen Zwischenaxen, „ein rhombisches Wachsthum“⁵³ ermöglichen und die sich einlagernde Krystallmasse kann beim Festwerden eine von kleinstem Theilchen auf kleinstes Theilchen wirkende, also sehr regelmässige, nach den oben erwähnten Hauptrichtungen orientirte Spannung dann erfahren, wenn man annimmt⁵⁴, die innerhalb des Gerüstes abgelagerte Masse erhalte durch die bei ihrer Ausscheidung frei werdende Wärme gegenüber dem Gerüst eine Änderung der Temperatur und in Folge dessen bei der Abkühlung eine verschiedene Contraction.

In dieser Annahme kann man, wie ich glaube, einen auf Thatsachen gestützten Erklärungsversuch eines Theils der Erscheinungen, die der Boracit in optischer Hinsicht darbietet, erblicken. In der Hauptsache darf er als eine weitere Ausführung der Ideen betrachtet werden, die v. REUSCH seiner Zeit entwickelt hat⁵⁵.

Berücksichtigt man nun noch die verschiedene Dichtigkeit der Substanz in krystallographisch gleichwerthigen Richtungen, die sich durch die beim Ätzen hervortretenden Kanäle und deren

⁵³ Ich bediene mich hier eines Ausdrucks KNOR's in seinem Werke: Molecularconstitution und Wachsthum der Krystalle 1867, p. 62 und verweise auf Fig. 62.

⁵⁴ Auf die Nothwendigkeit dieser Annahme hat mein verehrter College, Herr Prof. QUINCKE in Heidelberg, mich gütigst aufmerksam gemacht.

⁵⁵ l. c. p. 621 u. 622.

umgebende Masse, die das Ätzmittel fortnimmt, kund gibt, zieht man ferner in Betracht, dass dünnste Schliche bei stärkster Vergrößerung und mit Zuhülfenahme des Gypsblättchens untersucht, durchaus nicht das Verhalten eines einheitlichen Körpers an Stellen, die einheitlich sein sollten, zeigen, dass auch schon bei schwächerer Vergrößerung solche Stellen der einheitlichen Polarisationsfarben entbehren und ein Aufsteigen und Abfallen der Farbe bei der Verschiebung der Platte auf den gleichwerthig sein sollen den Stellen gleicher Dicke bemerkt wird, so tritt durch alle diese Erscheinungen die eigenthümliche Structur des Boracits zu Tage und stellt ihn als einen Körper dar, dessen Bildungsweise nicht einheitlich erfolgt ist, sondern dem Zusammenwirken verschiedener Umstände ihre Entstehung verdankt.

Ich glaube nämlich, dass die eigenthümlichen optischen Verhältnisse der, wie neuere Untersuchungen zeigen, meisten regulären Körper, vieler hexagonaler und quadratischer u. s. w. als wesentlichen Grund noch einen andern haben, als den, welchen ich für gewisse Ausbildungsweisen des Boracits wahrscheinlich zu machen suchte und welcher, in diesem speciellen Falle, zu dem allgemeinen hinzutretend, die Erscheinungen, welche jener im Gefolge hat, verstärkt.

In der Mineralogie nimmt man zur Zeit die von BREWSTER etablierte, durch FRESNEL u. A. erweiterte Beziehung zwischen den Krystallsystemen und den optischen Eigenschaften derselben rückhaltslos an, während doch das, was von optischer Seite her für die Anordnung des die Lichtbewegung vermittelnden Mediums gilt (in sofern wir nicht die Lichtbewegung als eine der kleinsten Theilchen des Körpers selbst auffassen wollen, wodurch man direct zur Annahme einer Vertheilung derselben gezwungen wäre, die der von optischer Seite her geforderten höheren Symmetrie widerspricht), von krystallographischer Seite nur in Annäherung, nie in Strenge rücksichtlich der Anordnung der kleinsten Theilchen der Körper erfüllt wird⁵⁶.

Von optischer Seite wird für das reguläre System eine gleiche Elasticität des Äthers nach allen Richtungen gefordert. Die

⁵⁶ Vorausgesetzt, dass wir berechtigt sind, von der Symmetrie der Flächenanlage auf die der Anordnung der Molecüle der Körper zu schliessen.

Wellenfläche ist eine Kugel, hat unendlich viele gleichwerthige Hauptschnitte — das reguläre System besitzt gleiche Bildung nach drei auf einander senkrechten, nicht nach allen Richtungen, hat in holoëdrischer Ausbildung $3 + 6$ Hauptschnitte, die Elasticität ändert sich mit der Richtung und Gleichheit findet nur in krystallographisch übereinstimmenden Richtungen statt⁵⁷.

Die optische Theorie rüstet die einaxigen Körper mit einer gewissen Disposition des Äthers in einer Richtung aus, in allen anderen wird im Allgemeinen verschiedene Elasticität angenommen; Gleichheit findet indessen noch nach den Richtungen statt, die mit jener ersten Richtung, der der optischen Axe, denselben Winkel bilden. Das Rotationsellipsoid hat um die optische Axe, dieselbe in sich schliessend, unendlich viele gleichwerthige Hauptschnitte; die holoëdrisch-hexagonalen und quadratischen Körper besitzen hinsichtlich der Anordnung ihrer kleinsten Körpertheilchen, geschlossen aus der Symmetrie der Flächenanlage, 7 und 5 Hauptschnitte, wovon $3 + 3$ und $2 + 2$ den unendlich vielen im optischen Sinne entsprechen. Also kommen überall auf der einen Seite Rotationskörper, auf der andern Seite keine solchen in Betracht.

Übergehen wir vorläufig die anderen Systeme, in denen, wie im rhombischen, sich die Verhältnisse für krystallographische und optische Anforderung, da dreiaxige Körper beide Male in Frage kommen, näher einander anpassen müssen, so ist schwer einzusehen warum, wenn man auch annehmen wollte, der Äther sei in den regulären und optisch einaxigen Krystallen so vertheilt, wie es die optische Theorie fordert, durch eine Wellenbewegung, die die Körpermolecüle und den Äther in Schwingungen versetzt, beide Dispositionen derselben neben einander und ohne Einwirkung auf einander bestehen bleiben sollten. Es liegt vielmehr die Vermuthung nahe, dass die eine Anordnung die andere beeinflussen müsse; für die des Äthers könnte in Folge dessen nicht die höhere Symmetrie bestehen bleiben und Einwirkung auf

⁵⁷ Über eine Darstellung der Bedeutung der physikalischen Eigenschaften der Körper vergl. SOHNCKE, Theorie der Krystalstructure 1879, p. 211 u. f. — Speziell ist auch daselbst (u. A. p. 230) über den Gegensatz nachzusehen, in welchen mechanische und optische Elasticität zu einander gesetzt werden.

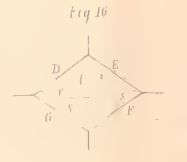
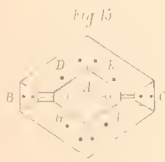
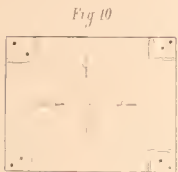
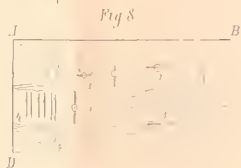
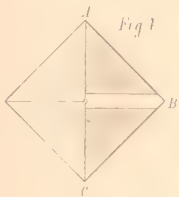
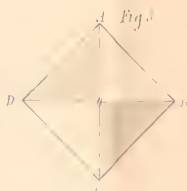
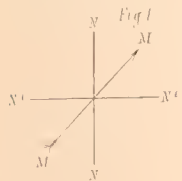
das polarisirte Licht müsste die Folge sein. — Kann dies (was nur durch Beobachtungen zu bestätigen oder zu widerlegen ist) angenommen werden, so würde damit die Möglichkeit der Erklärung der sog. optischen Anomalien näher gerückt sein.

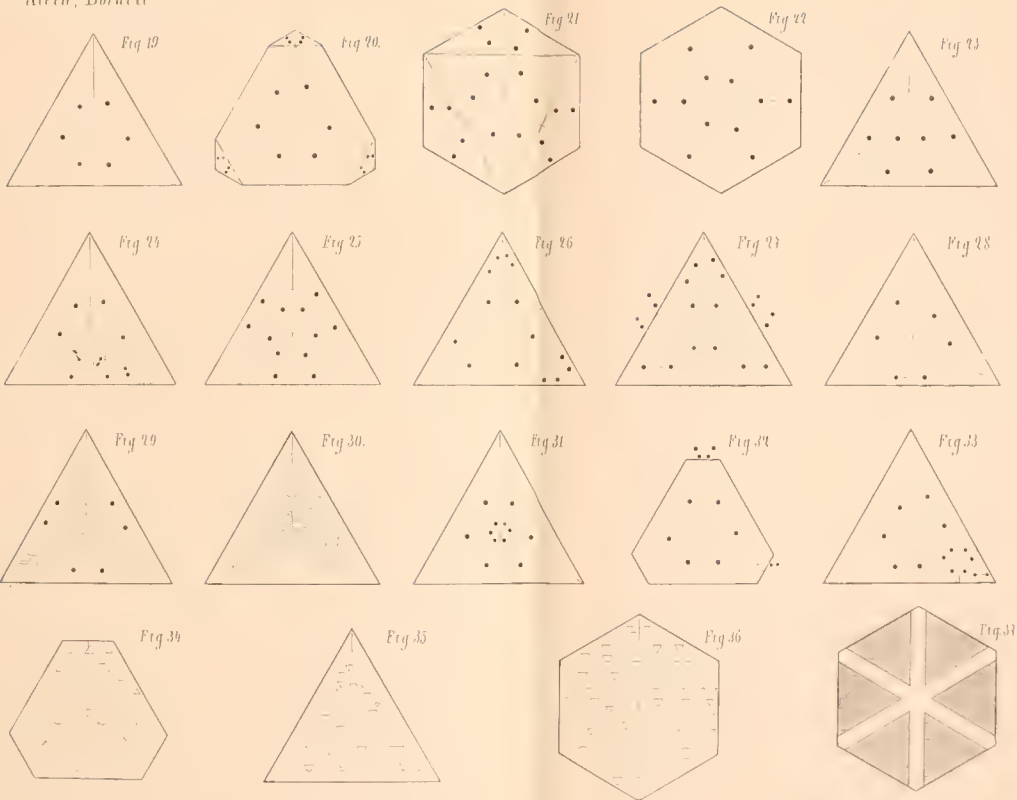
Der nachgewiesene Einfluss der Begrenzungsselemente auf die optische Structur, der sich durch eine zu jenen in Beziehung stehende Spannung, die nach der betreffenden Ausbildung der Krystalle verschieden ist, zu erkennen gibt und der Einfluss der Wachstumsrichtungen u. s. w., würden dann zu jenem oben-erwähnten Grund der optischen Erscheinungen noch hinzutreten und bei der Deutung der Gesammterscheinung zu berücksichtigen sein.

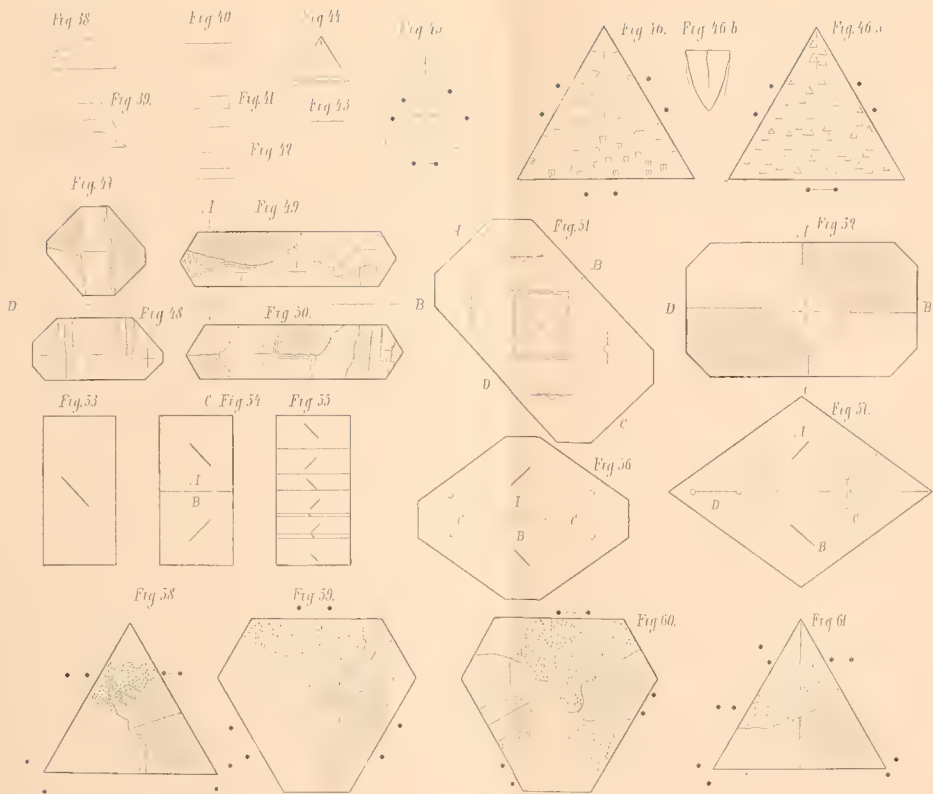
Eine Prüfung dieser Annahme, die hier nur angedeutet, weiterer Ausbildung und Vervollkommnung fähig und bedürftig ist, könnte, für die regulären Krystalle z. B., sowohl durch Beobachtung mit dem Totalreflectometer, als auch durch genaue Bestimmung von Brechungsexponenten in krystallographisch-ungleichwerthigen Richtungen angestellt werden. Auf möglichst homogenes Material und vorzüglichst geschliffene Platten und Prismen wäre dabei besonders Bedacht zu nehmen.

Bevor uns nicht über diesen Punkt Klarheit geworden, wird eine volle Erklärung der Erscheinungen, die der Boracit darbietet, nicht möglich sein, dieselbe wird aber auch wohl nur im Zusammenhang mit den zur Zeit noch nicht genügend bekannten optischen Erscheinungen der an deren regulären Körper in befriedigender Weise erfolgen können, wobei dann ebenfalls den Bildungsweisen derselben in der Natur gebührend Rechnung zu tragen ist.

Göttingen, 25. Juni 1880.







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: 1880

Band/Volume: [1880_2](#)

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

Artikel/Article: [Mineralogische Notizen 209-250](#)