

Ueber den Analcim

Von

Alfredo Ben-Saude.

Mit Tafel I. II.

I. Historische Einleitung.

Der Analcim gehört jener merkwürdigen Klasse von Krystallen an, die, mit einer ausgezeichneten regulären Form begabt, die Eigenschaft besitzen, Wirkungen auf das polarisirte Licht auszuüben.

Man bezeichnet dieses Verhalten, da es im Widerspruch mit den Vorstellungen, die wir uns von den Eigenschaften der regulären Krystalle gebildet haben, steht, als optische Anomalie.

Das anomale Verhalten des Analcim wurde im Jahre 1822 von BREWSTER genauer beschrieben,¹ nachdem derselbe 1821 den Zusammenhang der Krystall-Systeme und ihrer optischen Eigenschaften dargelegt hatte.²

Die Entdeckung der Wirkung der Analcim-Krystalle auf das polarisirte Licht wurde indessen von ihm selbst schon früher gemacht.³ Die von BREWSTER beschriebenen Erscheinungen beobachtete er an Krystallen von Macdonalds Cove und Montecchio Maggiore.

Durch seine Untersuchungen kam BREWSTER zu dem Schlusse, dass ikositetraëdrische Krystalle aus vier und zwanzig optisch

¹ On a new species of double refraction accompanying a remarkable Structure in the mineral called Analcime. Read 7th Jan. 1822 Transact. of the royal soc. of Edinburgh. Vol. X; 1824.

² 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.

³ Philosophical Transact. 1818. pg. 255.

getrennten Theilen bestehen, welche durch die Reductions-Ebenen des Rhomben-Dodekaäders gegen einander abgegrenzt werden. Er spricht sich dann ferner dahin aus, dass zwischen den optisch verschiedenen Theilen schmale Trennungszonen liegen, die dadurch ausgezeichnet sind, dass sie auf das polarisirte Licht keine Wirkung ausüben (Planes of no double refraction), während die zwischen ihnen gelagerten Theile auf das Licht in ganz bestimmter Weise wirken. Es macht sich weiter eine eigenthümliche Abhängigkeit der Intensität der Doppelbrechung bestimmter Stellen des Krystalls von ihrer Entfernung von den inaktiven Trennungszonen bemerklich.

Die lebhaftesten Farben sind nach BREWSTER's Mittheilungen an die Mitte der gebrochenen Oktaöderkanten gebunden, nach dem Inneren zu nimmt die Intensität ab.⁴

In einer parallel dem Würfel (aus der Mitte des Krystalls) genommenen Platte, stellt sich die optische Beschaffenheit zweier gegenüberliegender Sektoren so dar, als wenn die Doppelbrechung durch Druck erzeugt worden wäre und die Druckaxe mit der im Hauptschnitte liegenden rhombischen Zwischenaxe zusammenfallen würde.

Eins der wichtigsten Resultate seiner Untersuchungen ist nach BREWSTER selbst die eigenthümliche Vertheilung der Polarisations-Intensität, nicht allein in dem als Ganzes aufgefassten Krystalle, sondern in den einzelnen Theilen, die durch die „Planes of no double refraction“ von einander getrennt sind. BREWSTER bemerkt, dass die Doppelbrechung des Analcim von derjenigen der auf Polarisations-Erscheinungen studirten Krystalle verschieden sei, da der Analcim an verschiedenen Stellen krystallographisch gleicher Bedeutung optisch verschiedene Eigenschaften aufweise. Eine Ähnlichkeit der in den Analcimplatten beobachteten Erscheinungen mit denen gekühlter Glasplatten war

⁴ Sei T die Farbe eines bestimmten Punktes P und dessen Entfernung von der nächsten Trennungszone in einer parallel zur rhombischen Zwischenaxe genommenen Richtung $P \dots r = D$ ist, so findet man nach BREWSTER die Farbe t in einem Punkte p, dessen Entfernung $p \dots q = d$, nach der Formel $t = \frac{Td^2}{D^2}$, wobei angenommen ist, die Dicke der Platte sei an beiden Stellen dieselbe.

nicht zu verkennen. Diese zeigen ebenfalls solche wirkungslose Zonen; es sind indessen die Erscheinungen in beiden Körpern nicht völlig dieselben, da im Glase die Erscheinungen mit der Änderung der Begrenzungs-Elemente sich ändern, während der Analcim dieselben Erscheinungen, die er einmal zeigt, beibehält, einerlei ob er in ganzen Platten oder in Fragmenten untersucht wird.

Eine noch grössere Übereinstimmung weisen nach BREWSTER die optischen Eigenschaften dieses Minerals mit denen auf, welche erhärtete Colloidsubstanz (Hausenblase) zeigt. Bei dieser behält, wenn die Erstarrung eingetreten ist, die doppeltbrechende Struktur eine fixirte Stellung und ändert sich dann nicht mehr mit der etwa eintretenden Veränderung der Umgrenzungen. Würde man aus letzterer Substanz ähnliche Theile, wie die sind, aus welchen BREWSTER sich den Analcim zusammengesetzt denkt, schneiden und so wie in jenem Mineral gelagert, zusammenstellen, so könnte man die gesammten Erscheinungen desselben nachahmen. BREWSTER legt grossen Werth auf die Verwendbarkeit dieser Eigenschaften zur Erkennung des Minerals, z. B. in Bruchstücken und vermuthet in diesem Aufbau den Grund, warum die Analcim-Krystalle durch Reibung so schwach elektrisch werden, nach welcher Eigenschaft HAÜY den Namen des Minerals wählte.

Eine andere Ansicht in Bezug auf die optischen Erscheinungen des Analcim sprach BIOT aus, derselbe erwähnte 1841 in seiner ausgedehnten Arbeit über die anomalen Polarisations-Erscheinungen⁵ mancher Krystalle, auch den Analcim. Seine Ansicht war im wesentlichen die, dass es eine von der Molekularstruktur abhängige Doppelbrechung gebe, die den regulären Körpern nicht zukomme. Die Wirkung dieser Körper auf das polarisirte Licht sei eine durch einen schichtenförmigen Aufbau der betreffenden Substanz hervorgerufene. Überall, wo optische Anomalien auftreten, seien sie immer von der schichtenförmigen Bauart der Krystalle abhängig; BIOT glaubt damit die Sache erledigt zu haben. Den Analcim erwähnt er nur kurz;⁶ er beobachtete zwar die lebhaftere Wirkung desselben auf das polarisirte Licht, konnte aber die BREWSTER'schen Beobachtungen aus

⁵ Mémoire sur la polarisation lamellaire. Lu à l'Académie des sciences le 31 Mai 1841 et séances suivantes.

⁶ l. pc. g. 671.

Mangel an geeignetem Material nicht wiederholen, dennoch glaubt er schliessen zu müssen: „que l'action de ces cristaux sur la lumière polarisée n'est point moleculaire, mais provient du groupement de certaines portions de leur masse ayant des dimensions sensibles.“

Im Jahre 1855 veröffentlichte MARBACH⁷ seine Untersuchungen über einige Krystalle, welche die Erscheinungen der s. g. „polarisation lamellaire“ zeigten. Auch dieser Forscher erkennt die Annahme der schichtenförmigen Bauart dieser Krystalle an, modificirt sie aber in so weit, als er ferner annimmt, dass durch den fortschreitenden Akt der Krystallisation eine Spannung der Theile eintritt, welche in bestimmten Schichten ihre grösste Höhe erreicht und dort eine entsprechend stärkere Wirkung auf das Licht ausübt, als in anderen. Durch seine Modification der Bior'schen Annahme, d. h. durch die Annahme, dass gewisse Schichten bei der Krystallbildung in den Zustand der Spannung versetzt werden, glaubt MARBACH die Erklärung gegeben zu haben, warum die Intensität der Doppelbrechung von einem Ort zum anderen variirt.

Auf die Eigenschaften des Analcim wird in seiner Arbeit nicht näher eingegangen, sondern nur im Eingange derselben die Ähnlichkeit der optischen Beschaffenheit dieses Minerals mit der gekühlter Glasplatten erwähnt.

Die MARBACH'sche Annahme der Spannung gewisser Krystalltheile wurde durch VON REUSCH mittelst im Jahre 1867 ausgeführter Versuche bestätigt. Derselbe wies experimentell nach, dass die Spannung in doppeltbrechenden regulären Körpern durch einen geeigneten Druck beseitigt und somit die Doppelbrechung aufgehoben werden kann.

Da häufig kein lamellarer Aufbau der regulären Krystalle zu bemerken ist, die zum Theil gerade an den homogensten Stellen ausgezeichnet doppeltbrechend sind, glaubt VON REUSCH die Bior'sche Annahme des schichtenförmigen Aufbaues fallen lassen und die Doppelbrechung allein als durch Spannung beim Wachsthum des Krystalls erzeugt ansehen zu sollen. In neuerer Zeit ist die VON REUSCH'sche Ansicht durch die Arbeiten

⁷ Pogg. Annalen, 1855, B. 94 pg. 412 u. f.

von F. KLOCKE⁸ und C. KLEIN⁹ in hohem Masse bestätigt worden.

Es haben diese Forscher unzweifelhaft nachgewiesen, dass zur Erklärung der Erscheinungen, wie sie, allerdings dem Grade nach sehr verschieden, Alaun und Boracit darbieten, die beim Krystallwachsthum anzunehmenden Spannungen und nicht der zwillingsmässige Aufbau aus Theilen niederer Symmetrie heranzuziehen sind. In gleicher Weise konnte ich, wie später ausführlich dargethan werden wird, ebenfalls Momente zur Entscheidung der Frage beibringen.¹⁰

1868 hat DES-CLOIZEAUX¹¹ seine Beobachtungen an würfelförmigen Krystallen des Analcim veröffentlicht und ebenfalls auf die Ähnlichkeit der Erscheinungen mit gekühlten Glasplatten hingewiesen (was auch schon BREWSTER betont hatte), ohne indessen in Betreff der Ursache dieser Erscheinungen weitere Schlüsse zu ziehen.

Im Jahre 1875 hat ferner HIRSCHWALD¹² bei Besprechung der krystallographisch optischen Verhältnisse des Leucit u. A. auch den Analcim von Salesl in Böhmen untersucht und seine Wirkung auf das polarisirte Licht erkannt. Manche der von diesem Autor vertretenen Ansichten, gewonnen auf Grund der Beobachtungen von Erscheinungen, wie sie beim Analcim und den übrigen von ihm untersuchten regulären Körpern vorkommen, erscheinen im Lichte des neuesten Standes der Dinge recht bemerkenswerth und verdienen hervorgehoben zu werden.

An Analcim-Krystallen von Friedeck in Böhmen hat SCHRAUF¹³ 1876 Abweichungen der Winkel von den Anforderungen des regulären Systems aufgefunden. Der Analcim würde nach diesem

⁸ Neues Jahrbuch f. Min. 1880. B I. pg. 53 u. f.; Verhandlungen d. naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. B. VIII. 1.

⁹ Neues Jahrb. f. Min. 1880. B. II. pg. 290 u. f. 1881. B. I. pg. 239 u. f.

¹⁰ Nachrichten von der K. Gesellsch. d. Wissenschaften u. s. w. zu Göttingen. Sitzung vom 5. März 1881.

¹¹ Mém. de l'Académie des sciences. Tome XVIII. 1868. pg. 515.

¹² Zur Kritik des Leucitsystems. Mineral. Mitth., gesammelt von G. TSCHERMAK. 1875. pg. 227 u. f.

¹³ Anzeiger der K. K. Akademie der Wissenschaften zu Wien. 1876. VII.

Autor in ein weniger symmetrisches Krystallsystem (das rhombische) zu stellen sein.

Während sonach die grösste Zahl der Forscher diese Doppelbrechungs-Erscheinungen als durch lamellare Bauart oder Spannung entstanden erachteten, trat in demselben Jahre MALLARD¹⁴ auf und suchte nachzuweisen, dass diese Erscheinungen durch Zwillingsbildung von Theilen niederer Symmetrie zu erklären seien. Diese letzteren treten nach ihm in bestimmter Anzahl und nach gewissen Gesetzen zu scheinbar einfachen Individuen zusammen und so entstehe die anscheinend höhere Symmetrie. Die MALLARD'sche Hypothese ist gewissermassen die Umkehrung der früheren Ansichten über die optischen Anomalien. Während man früher an den Krystallformen, als an dem Charakteristischsten festhalten zu müssen glaubte und die Erscheinungen der optisch anomalen Substanzen als sekundären Entstehens ansah, sieht MALLARD letztere als das Wesentliche an und betrachtet die Krystallformen als das Zufällige.

Im Laufe dieser Arbeit werde ich einen ferneren Beitrag dafür zu liefern versuchen, dass diese Auffassung nicht die richtige sein und für den Analcim ebensowenig gelten kann, wie für den Alaun und Boracit, für welche Mineralien MALLARD dieselben Ansichten geltend machen wollte. Nach diesem Forscher sind die Analcime der Cyklopen-Inseln (würfelförmige) aus drei quadratischen, fast regulären Individuen aufgebaut, deren Hauptaxen so gelagert sind, wie die drei Dimensionen des Raumes.

Diese drei Individuen begrenzen sich in den sechs die rhombischen Zwischenaxen in sich enthaltenden Ebenen des Würfels.

Nach MALLARD soll diese Ansicht durch die Beobachtung gestützt werden, dass Schnitte parallel $O(111)$ im parallel polarisirten Lichte eine Dreitheilung zeigen.

Diese Dreitheilung müsste dann aber eine nach den Ecken zu gerichtete sein und dürfte nicht, wie MALLARD es in Fig. 29 Taf. 2 zeichnet, nach der Mitte der Seite gehen.

Schliffe parallel dem Würfel sollen zum grössten Theil annähernd einheitlich sein und einen Axenaustritt, ungefähr wie

¹⁴ Annales des mines. T. X. 1876.

optisch einaxige Substanzen, senkrecht zur Hauptaxe geschliffen, darbieten. Bei näherer Betrachtung zeigt sich aber, dass die Centraltheile (vergl. Fig. 30 Tafel II bei MALLARD) der Würfelschliffe bei keiner Stellung gänzlich dunkel bleiben, und man bemerkt, dass das schwarze Kreuz, was diese Stellen im konvergenten Licht zeigen, sich mit dem Verrücken des Präparats bewegt und in zwei Hyperbeläste theilt. Man beobachtet weiter, dass zwei zu einander senkrechte Stellungen der Axen dieser Hyperbeln, den Seiten der Würfelfläche parallel, vorkommen und wird dadurch zu dem Schluss geführt, dass die drei zusammensetzenden Individuen wieder aus je zwei, resp. vier rhombischen Theilen aufgebaut sind. Ein Krystall des Analcim besteht also nach MALLARD, um es kurz zu wiederholen, aus drei (mit den parallelen Individuen: sechs) fast regulären, pseudoquadratischen Individuen, die ihrerseits aus zwei resp. vier rhombischen zusammengesetzt sind, im Ganzen also aus zwölf rhombischen (vierundzwanzig mit den parallelen) Theilen.

A. VON LASAULX¹⁵ kam, als er den Pikranalcim von Mte. Catini in Toscana untersuchte, zu der Ansicht, dass die scheinbar einfachen Krystalle desselben durch die Verwachsung trikliner (oder monokliner) Individuen zu Stande kämen. Später hat er beim Studium der Analcim-Krystalle vom Aetna und von den Cyklopen-Inseln¹⁶ die Überzeugung gewonnen, es seien die hier in Frage kommenden optischen Erscheinungen durch Spannung bedingt und zieht aus seinen Beobachtungen, den Aufbau dieser letzteren Krystalle betreffend, folgenden Schluss: . . . „Sonach zerfällt der ganze Krystall in zwölf gleiche Spannungs-Polyëder, die nach der Mitte des Krystalls jedesmal durch vier Ebenen begrenzt sind, die durch je eine rhomboëdrische und eine krystallographische Axe gehen, die ersteren zwei anliegenden Oktanten angehörig. Denken wir uns diese äusserlich durch die Flächen des Rhomben-Dodekaëders begrenzt, so würde also jedesmal die Normale zu diesen die Richtung der grössten Spannung, event. Aufhellung ergeben.“

¹⁵ N. Jahrb. f. Min. 1878. pg. 511 u. f.

¹⁶ Der Aetna von SARTORIUS VON WALTERSHAUSEN, herausgeg. von A. VON LASAULX. 1880. B. 2 pg. 509 u. f., sowie Zeitschrift für Krystallographie u. Min. V. 1881. pg. 330 u. f.

Obleich ich nun ebenfalls zu dem Resultate gelangt bin, dass die Wirkung des Analcim auf das polarisirte Licht nur durch Spannung entstanden sein kann, konnte ich in meinen Präparaten die Angaben v. LASAULX's nicht immer bestätigt finden, namentlich die nicht, welche sich auf den Aufbau der Krystalle aus den optisch verschiedenen Theilen beziehen und werde später hierauf zurückkommen.

A. DE SCHULTEN¹⁷ gab bei Gelegenheit der Beschreibung von künstlich dargestellten ikositetraëdrischen Analcim-Krystallen an, dass dieselben aus vier Individuen optisch einaxigen (rhomboëdrischen) Charakters, welche ihre Basis in den (an den Krystallen aber nicht vorhandenen) Oktaëder-Flächen und ihre Spitzen im Krystall-Mittelpunkt haben, aufgebaut seien; ein Aufbau aus Theilen niederer Symmetrie im Sinne MALLARD's. Auf die Schwierigkeiten, die sich aus dieser Deutung für die Combination von Würfel und Ikositetraëder ergeben, wenn die Doppelbrechung hier und für die von MALLARD beschriebenen würfelförmigen Krystalle als ursprüngliche angenommen wird, hat schon Hr. Prof. C. KLEIN¹⁸ in der Anmerkung zu seinem Referat hingedeutet. Ich habe in meinen Präparaten keine Beobachtungen gemacht, die auch nur entfernt für die Ansicht DE SCHULTEN's sprechen könnten.

ARZRUNI und KOCH¹⁹ sind im Wesentlichen der Ansicht, die auch ich vertrete, insofern sie trotz der optischen Erscheinungen, die der Analcim zeigt, an dem regulären System desselben festhalten.

Zur Erklärung der optischen Erscheinungen dieses Minerals, sowie der der anderen optisch anomalen Krystalle nehmen sie aber an, dass die verschiedenen Werthigkeiten der drei Arten von Axen des regulären Systems in diesen Richtungen Unterschiede in der Dichtigkeit der betreffenden Substanzen bedingen müssen, welche die optischen Wirkungen hervorrufen. Der aus dieser Hypothese deducirte Aufbau der Krystalle soll mit den von ihnen am Analcim beobachteten Erscheinungen überein-

¹⁷ Sur la reproduction artificielle de l'Analcime. Comptes rendus de l'Académie des Sciences. 1881. I. Sem. T. X. No. 25 pg. 1493.

¹⁸ Neues Jahrbuch für Mineralogie. 1881. Band I. pg. 26 und 27 der Referate.

¹⁹ Zeitschrift für Krystallographie und Min. Vol. II. 1881.

stimmen. In wie fern meine Beobachtungen am Analcim von den ihrigen abweichen und durch ihre Annahme nicht erklärt werden können, werde ich später ausführen im Anschluss an den Nachweis, dass die Feldertheilung, wie sie der Analcim zeigt, allein von den Begrenzungselementen abhängt, was durch entsprechende Imitation der diesbezüglichen Erscheinungen vermittelst Gelatine hervorgeht.

Zum Schlusse ist noch der Mittheilungen zu gedenken, die kürzlich (*Bulletin de la Société Minéralogique de France* 1881 T. IV 3. pg. 62) von E. BERTRAND über diverse Analcimkrystalle gemacht worden sind.

Für den Analcim von Mte. Catini in Toscana nimmt er, wie für den von Lang Sev bei Arendal, auf Grund der Untersuchung von Würfelschliffen einen optisch einaxigen (negativen) Charakter an (Optische Axe fällt in die Normale zur Würfel-*fläche*).

Die Analcime der Cyklopen gaben keine deutlichen Resultate, zeigten aber, in derselben Weise untersucht, ein sehr gestörtes Kreuz.

Der Aufbau des Analcim wird, wie es MALLARD ursprünglich gethan, angenommen, so dass sechs quadratische Individuen den Pseudowürfel bilden. Die aus diesen Annahmen gezogenen Folgerungen widersprechen indessen, wie im Verlaufe dieser Arbeit hervorgehen wird, den eingehenderen Beobachtungen, so dass aus ersteren allein der Aufbau der Analcime nicht erklärt werden kann.

Auf Veranlassung des Herrn Professor C. KLEIN habe ich mich seit längerer Zeit mit dem Studium der optischen Eigenschaften des Analcim beschäftigt und konnte meine Untersuchungen an zahlreichen orientirten Präparaten²⁰ von Krystallen aus Duingen, Andreasberg, Fassathal, Aussig, Montecchio Maggiore, Aetna, Cyklopen-Inseln, Palagonien und Antrim ausdehnen, welche Vorkommen mir durch die Güte des obengenannten Herrn zur Verfügung standen.

²⁰ Dieselben habe ich zum grössten Theil selbst im Mineral. Institut der Universität Göttingen angefertigt. In besonders schwierigen Fällen verdanke ich sie der geübten Hand des Herrn Mechaniker VOIGT, dem ich an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche.

Die Untersuchungen wurden mit einem zu mineralogischen Zwecken eingerichteten Mikroskop ausgeführt, an welchem für die Beobachtungen schwach auf das polarisirte Licht wirkender Krystalschliffe ein Gypsblättchen vom Roth der 1ten Ord. zwischen Analysator und Okular eingeschaltet werden kann, um dem Gesichtsfeld des Instruments in der Lage, bei welcher die Elasticitäts-Axen des Gyps mit den gekreuzten Nicols Winkel von 45° bilden, den empfindlichen rothen Farbenton zu geben. Es wurde meistens schwache Vergrößerung angewandt, wenn nicht das Gegentheil bei den folgenden Beschreibungen bemerkt ist. Die Nicols waren stets gekreuzt. — Seltener gelangte ein Nörremberg'sches Polarisationsinstrument zur Anwendung.

Am Schluss der vorliegenden Arbeit erlaube ich mir auch einige Versuche mit Gelatine kurz mitzutheilen, welche geeignet sein dürften, auf das Zustandekommen der optisch anomalen Erscheinungen einiges neue Licht zu werfen.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor C. KLEIN, für das Interesse, welches er dieser Arbeit schenkte und für den freundlichen Beistand, den er mir bei deren Ausführung zukommen liess, nochmals meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

II. Untersuchung der Analcim-Krystalle in krystallographischer und physikalischer Hinsicht.

1. Oberflächen-Beschaffenheit der Krystalle und Messungen der Neigungswinkel derselben.

Die Analcim-Krystalle zeigen nach den Angaben der meisten Beobachter wenig ebene und zu Messungen brauchbare Flächen.

Die würfelförmigen Krystalle, obgleich stark glänzend, bieten eine mehr oder weniger unebene Oberfläche dar, deren Erhöhungen meistens flach konisch gebildet sind. Auf der Würfelfläche tritt zuweilen eine sehr flache Pyramide, von der Lage der Flächen eines Ikositetraeders auf; in den meisten Fällen sind jedoch die Oberflächenelemente (konische Erhöhungen) nicht derartig angeordnet, dass sie diese Scheinflächen hervor-

bringen. Die Ikositetraeder-Flächen erscheinen weniger uneben als die Würfelflächen, man beobachtet jedoch an einzelnen wellenförmig gerundete Erhöhungen, die sich über die Fläche vertheilen können, wie ein mehr oder weniger deutliches Wellensystem. Auch Knickungen der Flächen treten zuweilen auf.

An ikositetraëdrischen Krystallen erscheinen sehr regelmässig wiederkehrende Streifungen, die über die Fläche gleichmässig sich verbreiten, wie dies in der Fig. 30 dargestellt ist. Grössere Krystalle von Duingen, Fassathal und Andreasberg zeigen häufig diese Erscheinung sehr deutlich; man kann sie am Besten beobachten, wenn eine solche Streifung tragende Fläche am Goniometer bei künstlicher Beleuchtung zum Spiegeln gebracht und mittelst eines vergrössernden Fernrohres betrachtet wird.

Diese Streifung kann, beiläufig bemerkt, nicht als eine solche angesehen werden, welche geeignet wäre, über das Krystallsystem des Analcim Aufschluss zu geben, denn sie weist keine Beziehung zu der optischen Struktur der Flächen von 202 (211) auf, vergl. hierüber das bei der optischen Untersuchung dieser Flächen Gesagte. Sind in den Feldern 202 (211) optische Grenzen vorhanden, so durchsetzen dieselben die Streifung ganz unregelmässig. In der Fig. 30 ist die optische Grenze durch eine punktirte Linie angedeutet.

Diesen Oberflächen-Unvollkommenheiten muss es zugeschrieben werden, dass häufig mehr oder weniger grosse Schwankungen in den Winkeln der Analcim-Krystalle angetroffen werden, An ausgesuchtem Material ist es indessen ARZRUNI und KOCH gelungen, Winkelwerthe zu erhalten, die sehr unerheblich von den theoretischen für das reguläre System abweichen. Trotz vielfachen Suchens habe ich keine Krystalle aufgefunden, die vollkommene und einfache Reflexe bei den Messungen gaben. Nur an einem kleinen Andreasberger Krystall erhielt ich an der oktaëdrischen Kante von 202 (211) den theoretisch geforderten Werth von $131^{\circ} 49'$.

Eine Stufe von palagonischen Krystallen, vorwiegend das Ikositetraeder zeigend, bot ein stark gewölbtes und infolge dessen nicht näher bestimmbares mOn (kk1), die kürzeren Kanten von 202 (211) zuspitzend, dar.

2. Optische Untersuchung.

Untersuchung von Platten aus würfelförmigen Krystallen von den Cyklopen-Inseln und dem Aetna.

a. Platten parallel dem Würfel.

Betrachtet man eine parallel der Würfelfläche geschliffene, von der Oberfläche des Krystalls her genommene Platte aus einem würfelförmigen Krystall, so bemerkt man, dass dieselbe keine Wirkung ausübt, wenn sie in einem Mikroskop bei Anwendung parallel polarisirten Lichts und gekreuzter Nicols untersucht wird. Aus dem Innern des Krystalls dagegen entnommen zeigt die Platte eine Viertheilung von Ecke zu Ecke und eine Aufhellung der Sektoren (Fig. 1 u. 2), wenn, die den Würfelkanten parallelen Kanten der Platte 45° zu den gekreuzten Nicols bilden, eine Stellung, die als Diagonalstellung der Platte bezeichnet werden soll. Die aneinander grenzenden Partien der Sektoren bilden fast wirkungslose Zonen, die bei allen Stellungen nahezu gleichmässig dunkel bleiben; somit sind die vier Sektoren von einander durch ein dunkles Kreuz getrennt, welches durch die erwähnten wirkungslosen Zonen gebildet wird und am deutlichsten wahrzunehmen ist, wenn seine Arme mit dem Fadenzkreuz des Instruments zusammenfallen. Diese Lage ist diejenige, bei welcher die grösste Helligkeit der Sektoren eintritt.

Eine weitere nahezu wirkungslose Partie nimmt man häufig in der Mitte des Schliffes wahr. Sie bildet ein Viereck, dessen Seiten mit den Würfelkanten Winkel von 45° machen (Fig. 3). — Es kommt auch vor, dass diese Begrenzungen den Würfelkanten selbst parallel sind, wie es MALLARD und VON LASAULX beschrieben und abgebildet haben (Fig. 4). Hin und wieder findet man beide Begrenzungs-Arten combinirt, so dass ein Achteck entsteht; nicht selten erblickt man aber auch ganz unregelmässige Begrenzungen dieses mittleren Theils. — In allen Fällen sind die Grenzen desselben gegen die übrigen Theile der Platte verschwommen. Das verschwommen bläulich-schwarze Kreuz wird in allen diesen Schliffen beobachtet und zeigt bald gradlinige, bald gebogene Arme. Eine Ausnahme machen nur diejenigen Schliffe, die von der äussersten Oberfläche des Krystalls genommen sind; in diesen wächst das Mittelfeld bis zur ganzen

Grösse des Schiffs und zur vollständigen Verdrängung der hellen Sektoren, während es nach der Mitte des Krystalls zu sich verkleinert und endlich beim Erreichen derselben ganz verschwindet. ARZRUNI und KOCH²¹ haben ähnliche Angaben MALLARD's und v. LASAULX's nicht bestätigt gefunden, die jedoch nach meinen Erfahrungen an jedem wohlgebildeten Krystall unzweideutig zu beobachten sind. Die beiden erstgenannten Autoren reden von „isotropen“ Theilen in der Mitte der betreffenden Platte. Jene mittleren Theile sind jedoch nicht im strengen Sinne des Wortes isophan, sondern erscheinen nur in vertikaler Richtung auf die Würfelfläche gesehen fast oder ganz inaktiv, während sie, in schiefer Richtung hindurch gesehen, auf das polarisirte Licht wirken.

Die Intensität der Aufhellung ist auf dem grössten Theil der einzelnen optischen Felder meist eine nicht gleichmässige; die äussern an der Würfelfläche anliegenden Partien sind fast stets stärker doppeltbrechend; nach dem Innern der einzelnen Sektoren zu nimmt die Wirkung ab,²² so dass bei dünnen Präparaten die äusseren Zonen die einzigen Stellen darbieten, welche eine bemerkbare Aufhellung zeigen. Ausser dieser regelmässigen Verschiedenheit der Intensität an einzelnen Stellen der Platte, können noch stärker oder schwächer wirkende Partien und Streifen in den Schliften unregelmässig eingelagert vorkommen. Die gewöhnlichste Erscheinung ist die, dass in der diagonalen Stellung die ganze Platte zwischen gekreuzten Nicols sich hell färbt, wenn auch die äussere Zone sich intensiver aufhellt.

Die Auslöschungsrichtungen der vier Sektoren (wenn die Platte allein durch die vier Würfelflächen begrenzt ist) sind parallel und senkrecht zu den Begrenzungs-Elementen, doch fehlt es nicht an Schwankungen, namentlich in den äussern, stärker wirkenden Zonen, wo an verschiedenen Stellen derselben die Auslöschungen kleine bis grössere Abweichungen von dem eben angegebenen Verhalten häufig zeigen. In Schliften, die ausser durch Flächen von $\infty O \infty$ (100), noch durch solche von 202 (211) begrenzt sind, erscheinen ausser den an den vier Würfelflächen

²¹ l. c. pg. 486.

²² In den Figuren ist dieses Verhältniss durch eine stärkere Schattirung am Rande derselben als in der Mitte angedeutet.

anliegenden Theilen andere, die sich an den begrenzenden 202 (211) Flächen vorfinden. Die Ausdehnung dieser optischen Felder wird durch die Länge der Krystall-Begrenzungen bestimmt. Sind die Würfelbegrenzungen vorwiegend, so sind die ihnen anliegenden optischen Felder ausgedehnt, nehmen dagegen die 202 (211) Begrenzungen zu, so wachsen mit ihnen die daran stossenden optischen Theile, deren Auslöschungen kleine Winkel mit den vorher beschriebenen Auslöschungsrichtungen auf den Würfel-flächen bilden. Führt man in einem Krystall der Combination $\infty O \infty$ (100), 202 (211), an welcher erstere Gestalt vorwiegt, einen Schliff so, dass er parallel dem Würfel durch die Ikosite- traëder-Flächen geht, so erscheint das optische Bild so, wie in Fig. 5, woselbst die Theile w dem Würfel und l dem Ikosite- traëder entsprechen.

Alle diese Verhältnisse werden bezüglich der Feldertheilung noch präziser, wenn im Instrument ein Gypsblättchen vom Roth erster Ordnung in bekannter Weise eingeschaltet wird. Die Sektoren färben sich lebhaft, indem die gegenüberliegenden gleiche Töne annehmen (blau, gelb und roth). Die Theile der Platte, über welche die Richtung der kleinsten Elasticität des Gyps verläuft, erscheinen gelb gefärbt, die, über welche die Axe geht, die dazu senkrecht ist, blau. Diese Platten sind, wie der Alaun, somit optisch negativ. Das Mittelfeld, was bis jetzt fast inaktiv war, erscheint zwar auch noch mehr oder weniger gleichmässig roth, zeigt aber einzelne Flecken und Streifen, die sich schwach blau und gelb färben. Mitten durch die vorher fast indifferenten Arme des Kreuzes geht die wahre Grenze der Sektoren, welche bei schwacher Vergrößerung als scharfe Linie erscheint, während sie, wenn man starke Vergrößerung anwendet, meistens als eine Zone des allmählichen Überganges einer Farbe zur andern erkannt wird. Die so halbirtten Arme des Kreuzes nehmen der Art, aber nicht der Intensität nach, die Färbungen an, welche die Sektoren, denen sie anliegen, zeigen. Das Kreuz ist also ebenfalls doppeltbrechend und wird von Theilen der Sektoren selbst dargestellt.

Es können demnach drei in einander übergehende Partien in jedem optischen Felde unterschieden werden; eine längs der natürlichen Plattenbegrenzung, sie ist meistens am lebhaftesten gefärbt,

eine zweite an den Trennungsgrenzen der Sektoren, welche die geringste Doppelbrechung zeigt, und endlich eine dritte von mittlerer und ziemlich gleichmässiger Intensität der Doppelbrechung. Eine seltenere Erscheinung ist die, dass die Intensität der Doppelbrechung im Innern stärker ist, als nach Aussen zu, auch dann zeigt kein einziges Präparat eine nur annähernde Gleichmässigkeit der Farben in den einzelnen Feldern. Die Erscheinung der scharfen Theilung der Sektoren wird nicht immer ohne Zuhülfenahme des Gypsblättchens wahrgenommen, ist jedoch fast immer vorhanden; sie geht von Ecke zur Ecke, selbst wenn der Krystall eine langgestreckte Form hat und der Schliff in Folge dessen parallelepipedisch ist, wodurch bedingt wird, dass die Durchkreuzung der Trennungslinien der Sektoren (MALLARD'sche Zwillingsgrenzen) unter verschiedenen Winkeln geschieht. Diese Erscheinung deutet mit aller Entschiedenheit auf die Unrichtigkeit der Ansicht hin, welche diese Trennungslinien als Zwillingsgrenzen ansieht, da sie dann eine constante und nicht von der Form der Umgrenzung beeinflusste Lage haben müssten.

Bei manchen Schliffen, bei denen die natürliche Oberfläche erhalten ist, bemerkt man auf derselben zwei Systeme von Rissen, die sich rechtwinklig kreuzen und unter 45° zu den Würfelbegrenzungen der Platte stehen. Die Streifen und Flecke, die an diesen fast einheitlichen Schliffen auftreten, haben parallele Lage mit diesen Rissystemen und sind von ihnen oft scharf begrenzt (Fig. 6 stellt die Risse dar). Diese Risse sind ganz und gar oberflächlich und verschwinden bei geringer Senkung des Tubus des Mikroskops, können also keineswegs etwa als Spaltungsdurchgänge angesehen werden. An anderen Präparaten beobachtet man ausser diesen oberflächlichen Rissen durchgehende, welche parallel den Kanten des Würfels verlaufen. Diese könnten vielleicht mit mehr Recht als Andeutungen von versteckten Spaltungsdurchgängen betrachtet werden, weisen aber ebenfalls nur auf Wirkungen von Spannungen hin.

Eine andere Art von Rissen sind solche, die von den Ecken der Würfelflächen nach deren Mitte verlaufen und die optischen Felder annähernd trennen. Um das Mittelfeld läuft ebenfalls ein Riss, meist in roher Weise ein Viereck darstellend.

Wie die Beobachtungen lehren, folgen auch die in Platten mit verzerrten Umgrenzungen vorkommenden Risse diesen Umgrenzungen.

Diese sämmtlichen Risse, welche, wenn nicht vorhanden, durch Erhitzen und rasches Abkühlen (vergl. E. COHEN, Neues Jahrb. f. Min. 1879 pg. 866) häufig erzeugt werden können, fallen nicht immer mit den optischen Grenzen zusammen. Platten grösserer Krystalle zeigen sie häufiger, als solche kleinerer.

Im polarisirten Licht untersucht, findet man auf dem fast inaktiven Mittelfeld Stellen, die ein schwarzes Kreuz zeigen, welches bei einer Drehung in zwei Hyperbeläste sich trennt. Schon bei schwacher Vergrösserung sieht man diese Erscheinung, selbst wenn das Mikroskop mit einem Plan-Spiegel und ohne jede Linse über dem Polarisator verwendet wird.

Die Erscheinung des Kreuzes im Bezirke des Mittelfeldes ist eine an den Ort gebundene und immer auf solchen Stellen zu finden, die auf das Licht wirken und nicht in den wirkungslosen Theilen zu bemerken.

Geht man vom Mittelfeld zu den optisch wirksamen Feldern über, so bemerkt man bei Anwendung convergenten Lichts auf den homogensten und wirksamsten Stellen der letzteren zwei Hyperbeln, welche in der Lage der geringsten Helligkeit sich zu einem Kreuze vereinigen, dessen Arme parallel und senkrecht zu den Würfelbegrenzungen der Platte sich stellen. An jeder Stelle eines einheitlichen Feldes erscheinen dieselben in gleicher Weise und bewegen sich, bei Drehung des Objecttisches, im entgegengesetzten Sinne der Drehung derselben. Auf dem im parallel polarisirten Lichte, z. Theil als unwirksam erscheinenden Mittelfeld der Würfelschnitte bemerkt man bei Anwendung convergenten Lichts theils keine optische Erscheinung, theils schwach die eines gestörten schwarzen Kreuzes, wie es einaxige, durch secundäre Spannungen alterirte Krystalle zeigen.

Mit den soeben beschriebenen Erscheinungen nicht zu wechseln sind, im parallel polarisirten Licht zu beobachten, dunkle Banden, die in der Richtung der Drehung des Objecttisches sich bewegen. KLOCKE²² hat diese Banden am Alaun bemerkt und VON LASAULX hat sie an unserem Mineral nach-

²² l. c. pg. 488. Fig. 1.

gewiesen; sie sind für die Spannungsdoppelbrechung sehr bezeichnend. Ihre Bewegung erfolgt der Drehung des Objecttisches entsprechend mit doppelter Winkelgeschwindigkeit, ihre Drehungspunkte sind stets an den Ort gebunden, Eigenschaften, die die vorher beschriebenen Erscheinungen nicht mit ihnen theilen.

Würfelschliffe mit doppelter Theilung (nach den Ecken und der Mitte der Seiten), wie sie ARZRUNI und KOCH²³ abgebildet haben, konnte ich niemals beobachten.

b. Platten parallel dem Octaëder.

Diese Schliffe sind in ihrer einfachsten Form Dreiecke, welche, im polarisirten Licht betrachtet, eine Theilung von der Mitte nach den Ecken zu zeigen (Fig. 7). Die optischen Felder sind auch hier durch wirkungslose Zonen getrennt, in deren Mitte mit Hülfe des Gypsblättchens ebenfalls die schärferen Trennungslinien der Sektoren beobachtet werden können.

Wird der Schliff tiefer aus dem Krystall entnommen, so dass alle sechs Flächen des Würfels getroffen werden, so sind die Sektoren ebenfalls in der Zahl sechs vorhanden; an die längeren Kanten stossen die grösseren, an die kürzeren Kanten die kleineren Sektoren (Fig. 9) an. Ist der Schliff aber von drei Würfel- und sechs Ikositetraëder-Flächen begrenzt, so erscheint er aus verschiedenen Theilen zusammengesetzt (wie in Fig. 10); an jeder Ikositetraëder-Begrenzung liegt ebenfalls ein optisches Feld.

Wenn schliesslich der Schliff parallel dem Oktaëder durch die Mitte des Würfels geht, so hat derselbe die Form eines Sechsecks und ist im regelmässigsten Falle aus sechs gleichseitigen Dreiecken aufgebaut, deren Auslöschungen parallel und senkrecht den Seiten des Sechsecks verlaufen (Fig. 11 stellt eins der besten Präparate nach der Natur dar).

In Platten beschriebener Lage, die aber nicht aus der Krystallmitte stammen dürfen, bemerkt man in deren Mitte ein kleineres Feld, nahezu ein Dreieck, concentrisch zu der Hauptfigur gelegen, dessen Grenzen gegen die umliegenden Theile gelegentlich schwierig zu beobachten sind, weil seine Auslöschungen und die der umgrenzenden Theile fast immer zusammen-

²³ l. c. pg. 62.

fallen und die Färbungen der beiden Theile nur schwache Intensitäts-Verschiedenheiten bemerken lassen. — Die Lage der Hauptschwingungs-Richtungen ist auch bei diesen Platten eine gleiche wie beim Alaun. Von jeder äusseren Ecke der Platte verlaufen nach den Begrenzungen der inneren Figur optische Grenzen.

Das mittlere Feld nimmt bei Schliffen von der Oberfläche des Krystalls her beträchtliche Grösse an und verdrängt, bis auf verhältnissmässig schmale Ränder, die äusseren Theile. Nach dem Innern des Krystalls zu nimmt seine Grösse ab und beim Erreichen der Mitte verschwindet das mittlere Feld vollkommen. Fällt dagegen der Schliff in die mit $\infty O \infty$ (100) combinirenden Flächen von 202 (211) hinein, so zerfällt der Schliff nur in drei Theile (Fig. 7 u. 8).

Hierdurch giebt sich unzweifelhaft ein fernerer Einfluss der Begrenzungselemente auf die optische Structur zu erkennen.

Bei allen von mir in Fig. 7 bis 11 abgebildeten, besonders ausgewählten Schliffen sind die Auslöschungen parallel und senkrecht zu den Würfelbegrenzungen orientirt, doch fehlt es nicht an anderen, bei denen diese Auslöschungen in unregelmässigster Weise gegenüber jenen Begrenzungselementen verlaufen.

Zuweilen (meistens an Platten von der Oberfläche der Krystalle her) beobachtet man eine zweite, wenn auch schwächere Theilung von der Mitte der Seiten nach dem Schwerpunkt des Dreiecks, jedoch immer in Combination mit der deutlicheren Theilung nach den Ecken (Fig. 12). Durch den Auftritt dieser zweiten Theilung scheinen die Auslöschungsrichtungen alterirt zu werden. Je deutlicher wenigstens diese zweite Theilung ist, desto abweichender von der Parallelität mit der Begrenzung ist die Richtung der Auslöschung.

Diese untergeordnete Theilung ist die, welche MALLARD als alleinige Theilung zeichnet (l. c. Fig. 29 Taf. II). An dicken Präparaten und ganzen mit 202 (211) Flächen versehenen Würfecken erscheint zuweilen, wenn diese irgend welche Regelmässigkeit zeigen, die MALLARD'sche Theilung, schleift man die Stücke parallel O (111) dünner, so verschwindet die zweite Theil-

ung vollständig oder beinahe und die erstere nach den Ecken tritt in der vorher beschriebenen Art auf.

Die Seltenheit des Auftretens der Theilung aus der Mitte der Seiten nach dem Schwerpunkt des Dreiecks, die ich bei Dünnschliffen nie selbstständig beobachten konnte, führt zur Ansicht, dass die MALLARD'sche, durch seine Figur 29 repräsentirte Angabe, wenn sie überhaupt an dünnen Präparaten gemacht ist, als eine nicht in erster Linie für diese Schliffe charakteristische betrachtet werden kann.

Im convergenten Licht bemerkt man auf den Feldern der Oktaäderschliffe (Fig. 8) die Erscheinung einer Barre, welche sich nach der entgegengesetzten Seite dreht, wie die ist, nach welcher der Objecttisch bewegt wird. Man kann danach, mit der durch die Schwäche der Erscheinung und den Mangel sonstiger charakteristischen Nachweise aufgelegten Reserve, von einem Axenaustritt auf dieser Fläche reden;²⁴ wengleich man sich nicht verhehlen darf, dass auch Platten einaxiger Krystalle, schief zur optischen Axe geschnitten, unter Umständen ähnliche Erscheinungen zeigen können.

Auch dunkle Banden, die in gleicher Richtung, wie die Objecttisch-Bewegung erfolgt, sich drehen, findet man hier häufig. Legt man ein solches Präparat so unter das Mikroskop, dass die Mitte desselben, also der Zusammenfügungs-Punkt der drei Sektoren (Fig. 7 u. 8) im Centrum des Gesichtsfelds liegt, so bemerkt man beim Drehen desselben eine wedelartige Barre, deren Drehungspunkt gewöhnlich in der Mitte des Präparats liegt und über die drei Sektoren in gleicher Weise sich fortbewegt. Diese Barren, welche uns schon bei der Untersuchung der Würfelschnitte begegneten, haben grosse Ähnlichkeit mit solchen, welche rasch gekühlte Gläser, gepresste Steinsalz- und Gelatineplatten, im parallel polarisirten Licht betrachtet, zeigen.

c. Platten parallel dem Dodekaëder.

Dieselben bestehen im regelmässigsten Falle aus acht optisch getrennten Theilen, wenn sie die Lage und Form haben wie

²⁴ Vergl. Nachr. v. d. kön. Gesell. d. Wissensch. zu Göttingen. 1881. Sitzung v. 5. März 1881.

Fig. 13—15. Jeder über dem Krystallschnitt liegenden Fläche $w = \infty O \infty (100)$ und $l = 202 (211)$ entspricht ein optisches Feld, jeder Kante eine optische Grenze. (Die Fig. 13—18 sind in der Normalstellung gezeichnet; in der Diagonalstellung lässt eine jede derselben die grösste Intensität der Felderfärbung erkennen.) Wachsen am Krystall die Flächen von $202 (211)$, so dass eine gebrochene Oktaëder-Kante entsteht, so bemerkt man in Schlifren aus solchen Krystallen eine mit der äussern im Zusammenhang stehende Veränderung im optischen Sinne (Fig. 13). Ist der Würfel klein am Krystall vorhanden, so kann man leicht einen Schnitt darstellen, der ganz oder fast ganz von vier $202 (211)$ Flächen begrenzt wird (Fig. 16 u. 17); derselbe hat dann die Form eines Rhombus und ist nach dessen Diagonalen viergetheilt, indem die Theile w fortfallen und die Platte nunmehr nur aus den Theilen l aufgebaut erscheint. Übergänge von solchen Schlifren, die aus vorherrschend würfelförmigen Krystallen stammen und beschaffen sind, wie Fig. 13, bis zu solchen, welche vorherrschend ikositetraëdrischen Krystallen entnommen sind und den Fig. 17 u. 18 gleichkommen, sind sehr deutlich zu beobachten. Ich konnte diese allmälige Veränderung der optischen Struktur mit der Krystallform, namentlich auch an Krystallen, einer und derselben Stufe entstammend, erkennen. Schnitte von der Lage wie sie die Fig. 13 u. 14 darstellen, sind am schwierigsten in der gezeichneten Deutlichkeit zu erhalten, doch konnte ich aus wohlentwickelten Krystallen solche gewinnen, welche die in jenen Figuren nach der Natur dargestellten Erscheinungen zeigen. Präparate parallel der Fläche von $\infty O (110)$, durch die Mitte des Krystalls gehend und von $\infty O \infty (100)$ und $202 (211)$ begrenzt, zeigen, dass von jeder äusseren Begrenzung nach dem Mittelpunkte zu sich ein optischer Sektor erstreckt. Die Auslöschungsrichtungen der von den Würfelbegrenzungen herstammenden Sektoren sind im regelmässigsten Falle in Bezug auf die Würfelkanten orientirt, rücksichtlich der von den $202 (211)$ Flächen herstammenden Sektoren unter geringen Winkeln gegen erstere Auslöschungsrichtungen geneigt. Man findet selten constante Werthe der Auslöschungsrichtungen und beobachtet häufig ein Schwanken derselben in den einzelnen Feldern fast jeden Präparats.

Ist der Schliiff allein von $\infty O \infty$ (100) begrenzt, so zeigt sich eine Viertheilung von Ecke zu Ecke.

Im convergenten Licht treten ähnliche Erscheinungen, wie bei den Octaëderschliffen auf; allein die zu beobachtenden Barren erscheinen, der im Allgemeinen unregelmässigen Lage der Auslöschungen entsprechend, in ganz unregelmässiger Weise auf den einzelnen optischen Feldern der Fläche.

d. Platten parallel 202 (211).

Diese Platten sind in der Regel homogen und fast unwirksam, auch zeigen sie keine regelmässige Theilung. Es treten als Einlagerungen zuweilen in ihnen optisch wirksame Stellen auf, die keine regelmässige wiederkehrende Anordnung darbieten.

Auch diese Beobachtungen stehen im Widerspruch mit den Angaben von ARZRUNI und KOCH. Ich habe mich jedoch von der Richtigkeit derselben mehrfach überzeugt und in den wirkungslosen Theilen der Platte im convergenten polarisirten Licht niemals irgend welche axenähnliche Erscheinung beobachtet.

Aus der vorhergehenden Beschreibung der Schliffe würfelförmiger Krystalle vom Aetna und von den Cyklopen-Inseln geht ferner hervor, dass der von v. LASAULX für sie angegebene Aufbau nicht der richtige sein kann.

Die Homogenität der obersten Würfelschnitte, das concentrische Dreieck in den Octaëderschnitten, sowie ganz besonders die Struktur der Rhombendodekaëderschnitte stehen mit der Annahme jenes Forschers in Widerspruch.

Untersuchung von Platten ikositetraëdrischer Krystalle von Duingen, Andreasberg, Fassathal, Aussig, Antrim, Palagonien, Montecchio Maggiore und (selten) Cyklopen-Inseln.

Da die Krystalle dieser Vorkommen sämmtlich die gleiche Form zeigen, so war eine ähnliche bis gleiche Structur für sie in optischer Hinsicht zu erwarten. Dieselbe wurde dann auch bei der Untersuchung mit so unwesentlichen Abänderungen nachgewiesen, dass die Betrachtung der Schliffe eine gemeinsame sein kann.

a. Platten parallel dem Würfel.

Untersucht man einen Schliff aus einem Ikositetraëder, so aus demselben genommen, dass nur die Flächen, welche in den octaëdrischen Ecken zusammen stossen, geschnitten werden, so ist seine Form ein Quadrat. Die Begrenzungen dieses Quadrats liegen zu einer Kante des Würfels unter Winkeln von 45° . Im polarisirten Licht zeigen sie eine Theilung von Ecke zu Ecke, also entsprechend den Kanten des Würfels und folglich entgegengesetzt wie die auf pg. 16 beschriebene am häufigsten zu beobachtende Würfeltheilung.

Wird die Platte so in das Polarisations-Mikroskop gebracht, dass die Begrenzungselemente derselben 45° mit den von vorn nach hinten, links nach rechts gehenden Fäden des Instrumentes (Polarisationsebenen der Nicols) bilden (Diagonalstellung der Platte), so färben sich die vier Sektoren abwechselnd blau und gelb. In der normalen Lage ist das Minimum des Gefärbtseins unter Anwendung des Gypsblättchens zu beobachten. Die Auslöschungsrichtungen liegen häufig parallel und senkrecht zu den Begrenzungselementen, doch beobachtet man auch bisweilen erhebliche Abweichungen hiervon. Die Intensität der Färbung der einzelnen Sektoren nimmt in den meisten Fällen von dem Plattenrande nach dem Innern zu ab. Während sämmtliche beobachtete Krystalle von den Cyklopen-Inseln und dem Aetna sich als optisch negativ erweisen (vergl. pag. 18), erscheinen einige dieser ikositetraëdrischen Krystalle optisch positiv. Andreasberger Krystalle sind zum Theil negativ, zum Theil positiv.

Eine aus dem Innern des Krystalls genommene Platte, welche durch dessen Medianebene gelegt ist, hat die Form eines Achtecks mit Winkeln von $126^{\circ} 52'$ und $143^{\circ} 8'$. Je zwei gegenüberliegende spitzere Winkel werden durch die Hauptaxen, je zwei gegenüberliegende stumpfere durch die rhombischen Zwischenaxen miteinander verbunden.

Nach diesen Axen wird der Schliff in acht Theile getheilt (Fig. 19 u. 20). Bei der Stellung, bei welcher die Halbirungslinien der spitzeren Winkel mit den gekreuzten Nicols zusammenfallen, tritt nahezu das Maximum der Dunkelheit für die ganze Platte ein und dieselbe erscheint annähernd gleichmässig verdunkelt.

Eine völlige Dunkelheit ist indessen für alle Theile nicht gleichzeitig zu erzielen. Wird der Schliﬀ um ein Weniges ($3-5^\circ$) nach rechts oder links gedreht (Fig. 19), so erscheinen innerhalb der früher beschriebenen acht Felder abwechselnd vier dunkel und vier hell und es greifen von einem Sektor farbige Streifen in den anderen ein. Wird die Drehung weiter fortgesetzt, bis die Halbirungslinien der spitzeren Winkel mit den gekreuzten Polarisations Ebenen der Nicols Winkel von 45° bilden, so werden die an diesen Linien zusammenstossenden Theile stark aufgeheilt (Fig. 20), während vom Mittelpunkt nach den stumpferen Winkeln dunkle Zonen verlaufen, die als ein mehr oder weniger regelmässiges schwarzes Kreuz zwischen je zwei aneinanderstossenden aufgeheilten Sektoren auftreten.

Mit Hülfe des Gypsblättchens kann man wahrnehmen, dass dieses Kreuz nicht ganz inaktiv ist und dass auch in diesen Präparaten die wahre Grenze der Sektoren durch die Mitte der Kreuzarme verläuft. Die so getheilten Arme des Kreuzes nehmen in schwächerer Intensität die Farbe des anliegenden Sektors an. Je weiter von diesen schwach wirkenden Zonen entfernt eine Stelle im Sektor liegt, um so grösser ist die Lebhaftigkeit ihrer Färbung, welche das Maximum erreicht, wenn sie an den spitzeren Winkeln selbst gelegen ist.

Es findet nicht allein eine Abnahme der Farbenintensität in den senkrecht zu den Ikositetraëderkanten laufenden Richtungen, sondern auch von den spitzeren nach den stumpferen Winkeln hin statt. Auf jedem einzelnen Felde bemerkt man im convergenten Licht Erscheinungen die an Axenaustritt erinnern, jedoch bei der schwachen Doppelbrechung und der nothwendigen Dünne der Schliﬀe zu wenig präcis sind, um eingehender studirt werden zu können.

Schliﬀe sehr kleiner Krystalle, die diese Erscheinungen am schönsten und regelmässigsten zeigen, lassen zuweilen im Centrum fast wirkungslose isophane Stellen bemerken.

Wie schon erwähnt (cfr. Einleitung pg. 5 u. f.) kannte in der Hauptsache bereits BREWSTER diese Erscheinung, jedoch sind in dessen Beschreibung die stumpferen und spitzeren Winkel verwechselt und das schwarze Kreuz als die spitzeren Winkel mit einander verbindend beschrieben, ausserdem ist die mit dem Kreuz

nicht zusammenfallende Trennung nicht angegeben. Die Verwechslung der Winkel kann in der That bei grösseren unübersichtlichen Präparaten, die etwa noch dazu an den Rändern beschädigt sind, sehr leicht eintreten, während die zweite Theilung ohne Gypsblättchen nur selten unzweideutig beobachtet werden kann. Die von A. v. LASAULX am Pikranalcim beobachteten und beschriebenen Erscheinungen lassen zum Theil eine gewisse Ähnlichkeit mit den hier beschriebenen erkennen, es ist wahrscheinlich, dass auch dessen optische Struktur mit der des Analcim identisch ist.

Platten nach $\infty O \infty (100)$ mehr von der Krystalloberfläche her genommen und auf Axenaustritt untersucht zeigen im Allgemeinen undeutliche zweiaxige Erscheinungen; an einem dickeren Schliff wurde ein Mal ein verhältnissmässig wenig gestörtes schwarzes Kreuz (Character der Doppelbrechung negativ) beobachtet.

b. Platten parallel dem Octaëder.

Eine Platte dieser Lage aus dem Ikositetraëder von der Oberfläche genommen, hat eine dreieckige Form und zeigt Dreitheilung nach den Ecken. Die Auslöschungen liegen meistens vertikal und parallel zu den Begrenzungen. Mehr nach der Krystallmitte zu genommen zeigen die Platten eine sechsseitige Gestalt wie Fig. 21—23. Von der Mitte nach den stumpferen Ecken verlaufen feine Linien, welche die Platte in drei optische Theile zerlegen, die Auslöschungen derselben liegen wie in Fig. 21 u. 22. Häufig sind die Trennungslinien nur am Rande der Platte zu beobachten, während sie nach der Mitte zu verschwinden (Fig. 22). Die Mitte der Platte erscheint dann unwirksam. Die Intensität der Färbung der Theile nimmt von aussen nach dem Innern ab. Bei manchen Platten ist die Abnahme eine allmälige, bei anderen nimmt sie in der Weise ab, dass nach dem Innern zu die wirksamen Theile in schmäleren Streifen von sich abschwächender Intensität auftreten, wie es in Fig. 21 durch die an den Ecken stärkere, nach innen zu schwächere Schattirung angezeigt werden soll. Die Theile der Platte, welche der octaëdrischen Ecke des Ikositetraëders nahe liegen, sind am wirksamsten. Diese Schriffe, welche nebst den vorhergehenden die schönsten Erscheinungen darbieten, die der Analcim zeigt, wurden

immer aus möglichst kleinen Krystallen dargestellt. Die Durchmesser der deutlichsten Schlitze betragen nicht mehr als 2,5 bis 1,5 Mm, wobei gewöhnlich die kleinsten die schönsten Bilder zeigen. Auf Axenaustritt untersucht, beobachtet man, etwas distincter als bei den Octaëderschliffen aus würfelförmigen Krystallen, auf den wirksamsten Stellen der Platte den Austritt einer Barre, welche so liegt, wie in Fig. 23 dargestellt.

c. Platten parallel ∞O (110).

Schnitte, nahe unter dem auf der Mitte der gebrochenen Oktaëderkante liegenden Eckpunkt weggenommen (Fig. 17 u. 18) haben die Form eines Rhombus. Im polarisirten Licht erscheinen diese Platten nach den Diagonalen des Rhombus viergetheilt. Wenn die in besagtem Eckpunkt zusammenstossenden Flächen nicht gleich gross ausgebildet sind, sondern bei ihrem Zusammentritt anstatt einer Ecke eine Kante entstand, so tritt ebenfalls in dem Präparat eine optische Grenze auf, welche mit dieser Kante gleich liegt (Fig. 18). Fallen die optischen Grenzlinien mit dem Fadenkreuze zusammen, so tritt, wieder nicht für alle Theile genau zu gleicher Zeit, Dunkelheit ein. In der Zwischenstellung beobachtet man die grösste Helligkeit. Auf jedem Sektor sieht man im convergenten polarisirten Lichte ähnliche Erscheinungen, wie bei den Platten $\mp \infty O$ (110), aus $\infty O \infty$ (100) genommen. Die Auslöschungsrichtungen liegen meist unter kleinen Winkeln zu den Trennungslinien der Sektoren, bisweilen beobachtet man auch (Fig. 24) grössere Abweichungen. Die eben beschriebenen Platten stimmen, wie oben bemerkt, mit denjenigen, die aus würfelförmigen Krystallen genommen und durch die Flächen des mit auftretenden 202 (211) gelegt sind, überein. Sie stellen auch hier die Endglieder einer Reihe von Erscheinungen dar (vergl. Fig. 13—18), welche den Zusammenhang zwischen den würfelförmigen und den ikositetraëdrischen Analcimen darthun.

d. Platten parallel 202 (211).

Diese Präparate, wenn sie aus regelmässig gebildeten Krystallen dargestellt sind, zeigen ein homogenes Verhalten. Ist dagegen eine solche Platte aus einem verzerrten Krystall geschnitten worden, dessen Flächen nicht mehr die Form von Del-

toiden besitzen, so erscheinen mehr oder weniger grosse optisch verschiedene Theile darin gelagert. Eine regelmässige Theilung dieser Platten tritt, soweit ich es beobachten konnte, niemals auf, sie sind fast unwirksam und, wenn recht dünn, einheitlich gebildet.

Kommen Einlagerungen vor, so treten dieselben an dem spitzeren Winkel des Deltoids auf.

Die nicht auf das polarisirte Licht wirkenden Theile zeigen, auf Axenaustritt untersucht, keinerlei Erscheinung.

3. Resultate der Ätz-Versuche.

Es wurden der Einwirkung von stark verdünnter Salzsäure in der Wärme, Schilfe parallel den Würfel-, Oktaeder- und Dodekaederflächen ausgesetzt. Die Versuche blieben immer in sofern erfolglos, als niemals geradlinig begrenzte Ätzfiguren erzeugt werden konnten, auch nicht bei Anwendung von Salz- und Schwefelsäure in verschiedenen Verhältnissen.

Natürliche Krystallflächen zeigten überhaupt keine regelmässig angeordneten Ätzeindrücke, sondern wurden mehr oder weniger unregelmässig corrodirt.

Ein geätzter Schliff nach dem Würfel (Fig. 25) wird zunächst in seiner ganzen Ausdehnung mit pflasterartigen Eindrücken bedeckt, während an den Rändern und auch zum Theil nach dem Innern zu Gruppen von tutenförmigen Vertiefungen erscheinen, die in den optisch gleichen Theilen eine gleiche Lage besitzen. Es kommt indessen vor, dass zuweilen ihre Lage in ein und demselben optischen Felde variiren kann. Fig. 26 stellt solche Eindrücke bei starker Vergrösserung (System 9 HARTNACK) dar. In der Mitte der Platte (inaktives Mittelfeld) haben die tutenförmigen Eindrücke eine vertikale Richtung und erscheinen kreisrund. An den vier angrenzenden Sektoren liegen sie annähernd horizontal. Mittelst starker Vergrösserung (System 7—9 HARTNACK) kann konstatiert werden, dass die in Rede stehenden Eindrücke tiefer liegen, als die gepflasterte Oberfläche selbst.

Die Aufklärung über die Natur dieser Eindrücke gab eine sehr dünne, auf beiden Seiten geätzte Platte parallel O (111). Auf der oberen Seite dieser Platte waren die Spitzen der Ätz-

eindrücke nach unten, auf der unteren nach oben gerichtet, was durch Senken und Heben des Tubus beobachtet werden konnte. Bei starker Vergrößerung konnte festgestellt werden, dass von der oberen und unteren Seite der Platte die Spitzen der Ätzeindrücke in schiefer Richtung nach dem Innern zu verlaufen:

An einer Platte, welche die Pflasterung und diese Eindrücke deutlich zeigte, konnte erstere durch Schleifen entfernt werden, während die tutenförmigen Eindrücke noch deutlich zu sehen waren. Diese konischen Vertiefungen stellen also Richtungen dar, in welchen die Säure leichter angreift und haben gewisse Ähnlichkeit mit den von C. KLEIN an frischen Boracit-Krystallen entdeckten Kanälen, welche fast vertikal zu der Dodekaëderfläche stehen; die regelmässigen Durchschnitte jener Kanäle lassen eine Verwechslung mit wahren Ätzfiguren leichter zu, als diese, geradlinige Begrenzungen entbehrenden Vertiefungen. Die oberflächlicher liegende und gleichmässiger als diese Einsenkungen auf der Schliifffläche verbreitete Pflasterung kann der Unregelmässigkeit ihrer einzelnen Theile wegen ebenfalls nicht als eine Ätzerscheinung angesehen werden, welche einen Schluss auf das Krystall-System des Analcim zu gestatten erlaubt.

Platten, die längere Zeit in Säure gelegt worden waren, zeigten sich an den dem Innern des Krystalls näher gelegenen Theilen stärker angegriffen, als in den Theilen an den Rändern. Dieses Verhalten deutet auf eine Zunahme der Dichtigkeit der Krystallmasse nach der Oberfläche der Krystalle zu hin.

4. Einfluss der Wärme auf die optischen Eigenschaften des Analcim.

Wendet man auf dieses Mineral die von C. KLEIN²⁵ beim Boracit angegebene Methode der Erwärmung an, so beobachtet man folgende optische Veränderungen: Platten parallel $\infty O \infty$ (100) aus würfelförmigen Krystallen zeigen, dass das in der Mitte der erwähnten Platten befindliche inaktive Viereck, dadurch unterdrückt wird, dass die farbigen Sektoren sich in dasselbe hinein ausdehnen. Hierbei werden die Farben der Sektoren lebhafter als vorher.

²⁵ Nachrichten der k. Gesellschaft der Wissenschaften etc. zu Göttingen. Sitzung vom 5. Februar 1881.

Bei vollkommen gelungenem Experiment verschwindet das Mittelfeld gänzlich und die vier farbigen Sektoren nehmen seinen Platz ein, so dass die Durchkreuzung ihrer Trennungslinien in seine Mitte zu stehen kommt. Alle anderen untersuchten Präparate (mit Ausnahme von zweien) zeigten, nachdem sie der Wärme ausgesetzt waren, eine Steigerung der Doppelbrechung und bleibende Veränderung der Theile, ferner eine deutliche Umwandlung der optisch inaktiven Theile in stark doppelbrechende. Schliche parallel $O(111)$ werden in derselben Weise modificirt. Stammen sie aus würfelförmigen Krystallen und entsprechen der Fig. 10, so wird das mittlere Dreieck dadurch, dass die Intensität seiner Doppelbrechung gesteigert wird, deutlicher zu beobachten. Sind die Schliche aber aus Ikositetraëdern genommen und nur an den Rändern stark aktiv, während die Mitte schwach wirkend bis isophan sich verhält, so wird das Mittelfeld doppelbrechend und es tritt dann eine deutliche Dreitheilung dieses ursprünglich fast inaktiven Feldes ein.

Schnitte parallel dem Dodekaëder sowohl aus würfelförmigen, als aus ikositetraëdrischen Krystallen, zeigen beim Erwärmen ebenfalls eine Zunahme der Intensität der Färbung. Die Auslöschungsrichtungen, sowie die Lage der als Axenbarran gedeuteten Erscheinungen werden durch die Erwärmung nicht merklich verändert. Theile, welche vor der Erwärmung keine Doppelbrechung erkennen liessen, zeigten dieselbe nach der Erwärmung und überdies Auslöschung in gleicher Lage wie die ursprünglich schon aktiven Partien.

5. Aus den Beobachtungen gezogene Schlussfolgerungen und Nachahmung der Erscheinungen durch unter Spannung eingetrocknete Gelatinekörper.

Das Studium der oben beschriebenen Analcim-Präparate zeigt, dass die einzelnen Krystalle doppelbrechend sind und aus verschiedenen optischen Theilen bestehen; solcher Theile sind für den Würfel und das Ikositetraëder in Combination 30, für das Ikositetraëder allein 24 vorhanden, deren Form mit den Veränderungen der äusseren Begrenzungen des Krystalls in zusammenhängender Weise sich verändert. Es fallen Theile fort bei dem Verschwinden von Flächen und es treten optische Grenzen auf beim Auftreten von Kanten.

Die Zusammensetzung der Krystalle wie sie sämtlichen Erscheinungen der Feldertheilung gerecht wird, kann in folgenden Worten wiedergegeben werden: Von jeder Fläche aus geht nach der Mitte des Krystalls eine Pyramide, die als Basis dieselbe Fläche hat und soviel Seiten besitzt als Kanten die Fläche begrenzen. Mit dem Wechsel der äusseren Begrenzungen geht ein entsprechender Wechsel der optischen Struktur vor sich. Jeder äusseren Kante am Krystall entspricht im Innern eine optische Grenze, jeder Fläche ein optisches Feld.

Schnitte parallel der Basis solcher Pyramiden aus der Oberfläche des Krystalls genommen, erscheinen annähernd einheitlich und unwirksam, sind sie dagegen in einer anderen Richtung geführt, so erscheinen sie mehr oder weniger aktiv. Dieses gilt für den fast reinen Würfel sowohl, wie für das Ikositetraëder und es lässt sich ein Übergang der optischen Veränderung mit dem Übergange der Formen aus dem Würfel zu dem Ikositetraëder sicher konstatiren und verfolgen. Die drei Figuren (Fig. 31—33) sollen die Veränderungen der Form der optischen Theile mit der Veränderung der Krystallgestalt schematisch wiedergeben.

Bei dieser Deutung ist von den Beobachtungen im convergenten polarisirten Lichte abgesehen worden, denn es lassen diese Beobachtungen eine einheitliche Bildungsweise der Krystalle im optischen Sinne nicht erkennen.

Für den Aufbau aus optisch einaxigen Theilen sprechen zwar gewisse Erscheinungen auf den Würfelflächen und solche auf denen des Oktaëders, aber schon die Dodekaëderschliffe z. B., Fig. 13—15 sind viel zu complicirt gebildet, als dass sie einen solchen Aufbau zuliessen.

Aber auch die Annahme der Bildung aus optisch zweiaxigen (rhombischen) Individuen stösst auf Schwierigkeiten, wesentlich begründet in der damit nicht übereinstimmenden Structur der Rhombendodekaëderflächen und der auf Oktaëder- sowie Rhombendodekaëderflächen erscheinenden Barren.

Ebenso wenig lässt sich die Annahme des Bestehens der Krystalle aus Theilen monokliner oder trikliner Art vollständig

befriedigend durchführen²⁶ und damit alle Erscheinungen erklären.

Es zeigt sich danach, dass die beobachteten Axenerscheinungen: Kreuze und Barren, solche sind, wie sie der hier anzunehmenden, durch secundäre Umstände hervorgerufenen Doppelbrechung ihre Entstehung verdanken, sonach auf Grund ihres Erscheinens kein Schluss auf das System des Analcim gezogen werden kann.

Die ferneren Beobachtungen, dass kleine Krystalle frei von Sprüngen sind, während sich grössere, von Rissen erfüllt zeigen, das Fallen und Steigen der Intensität der Doppelbrechung in einzelnen gleichwerthigen Feldern, die Schwankungen der Auslöschungsrichtungen in denselben, die Steigerung der Doppelbrechung durch Erwärmung, die Veränderlichkeit der optischen Grenzen durch Temperaturerhöhung — zeigen zur Genüge die Unhaltbarkeit der MALLARD'schen Annahme vom Aufbau des Analcim durch Theile niederer Symmetrie. Durch seine Hypothese wird die Erklärung dieser optischen Erscheinungen um ein Beträchtliches erschwert, denn die vorher aufgeführten Eigenthümlichkeiten, sowie das Variiren der Dimensionen der einzelnen zusammensetzenden Theile, die von MALLARD als Zwillings-Individuen angesehen werden, sind Eigenschaften, die sich mit den Begriffen, welche wir von der Natur der Zwillings-Gruppierungen gewonnen haben, durchaus nicht vereinbaren lassen. Wir verlassen daher die MALLARD'sche Vorstellung (sowie auch die entsprechende von E. BERTRAND) und untersuchen die zur Erklärung der Anomalien des Analcim gemachten ferneren Annahmen.

Die Hypothese von ARZRUNI und KOCH, welche diese Erscheinungen durch die Annahme zu erklären sucht, dass in den verschiedenen krystallographischen Richtungen verschiedenartige Verdichtungen der Materie wirksam gewesen sind, dürfte zur Erklärung der Erscheinungen am Analcim kaum verwendbar sein, weil der daraus deducirte Aufbau der Krystalle (vergl. die Abhandlung von ARZRUNI und KOCH Fig. 1, 2 und 4 pg. 488, Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie B. V. 1881) mit

²⁶ Wenn ich in meiner früheren Mittheilung noch anderer Ansicht war, so hat mich ein eingehenderes Studium doch von der Unmöglichkeit der Aufrechterhaltung derselben überzeugt.

dem thatsächlich beobachteten und hier beschriebenen nicht immer übereinstimmt, ferner aber auch deshalb nicht, weil eine Veränderung der optischen Structur mit dem Wechsel der Krystall-Begrenzungen eintritt, die in jener Arbeit nicht berücksichtigt ist.

Wie später zu ersehen, können ganz analoge Erscheinungen durch Gelatine erzeugt werden, hier müssen dann allerdings Dichtigkeits-Verschiedenheiten diese Doppelbrechungs-Erscheinungen hervorgebracht haben, diese letzteren können aber von krystallographisch verschiedenen Richtungen in der Gelatine nicht abhängig sein und müssen, wie die Beobachtungen lehren, sich einzig und allein von den Begrenzungselementen abhängig erweisen.

Die Verwerthung der Hypothese von ARZRÜNI und KOCH zur Erklärung aller optischen Anomalien dürfte aus diesem Grunde nicht statthaft sein.

Während die oben erwähnten Eigenthümlichkeiten des Analcim die MALLARD'sche Annahme gänzlich ausschliessen, deutet die Gegenwart von Rissen in Krystallen verschiedener Fundorte (die in grösseren Krystallen am zahlreichsten vorhanden sind), sowie das Erscheinen von schwarzen Banden im parallel polarisirten Lichte auf den wahren Grund der Doppelbrechung hin — auf Spannung der Krystalle.

Einen directen Beweis dieser Auffassung dürften die folgenden zu beschreibenden Versuche liefern.

Es ist seit langer Zeit bekannt, dass gespannte Colloide auf das polarisirte Licht Wirkungen ausüben und schon BREWSTER bemerkte die auffallende Übereinstimmung der Erscheinungen gewisser Colloide mit denen des Analcim. Es war ebenfalls bekannt, dass Colloidplatten beim Eintrocknen eine optische Structur zeigen, welche sich von den Begrenzungselementen abhängig erwies.²⁷

Dies vorausgeschickt, lag die Vermuthung nicht fern, dass aus Gelatine gegossene Modelle von Krystallen ebenfalls eine Abhängigkeit der optischen Structur von den krystallographischen Begrenzungen jener zeigen würden.

²⁷ BREWSTER Optics 1835, pg. 242.

Es war nunmehr zu prüfen, ob die Struktur solcher Gelatine-Modelle mit der optisch anomaler Substanzen, welche in gleicher Form krystallisiren, übereinstimmte.

Zu diesem Zweck wurden von Krystallmodellen hohle Formen dargestellt, in welche Gelatine gegossen wurde, um die gewünschten Abgüsse zu bekommen. Nachdem dieselben zwei bis drei Tage getrocknet hatten, konnte dann zu einer optischen Untersuchung geschritten werden. Es wurden Gelatine-Abgüsse von Würfel, Oktaëder, Dodekaëder und Ikositetraëder dargestellt.

Die Schnitte wurden mittelst eines scharfen Messers gewonnen und, um ein weiteres Eintrocknen der Gelatine zu verhindern, welches eine Veränderung der ursprünglichen Interferenz-Figuren hätte zur Folge haben können, sofort in flüssigen Canada-balsam eingelegt.

Orientirte Schnitte dieser Gelatine-Modelle ergaben analoge Erscheinungen mit solchen optisch anomaler Krystallplatten, welche in den verschiedenen Formen krystallisiren, wie sie die Gelatine-Modelle darstellen.

²⁸ Gelatinepräparate, welche durch Erstarrenlassen der Masse in Formen und Eintrocknen unter Druck erhalten und mir von Herrn Professor KLEIN gütigst zur Untersuchung überlassen wurden, zeigen die Axenerscheinungen in ausgezeichneter Deutlichkeit. Drückt man diese Präparate, ehe sie völlig erstarrt sind, mit den Fingern, so kann man den Axenwinkel und die Axenebenen verändern, wie dies Feldspath und Gyps durch Erwärmung zeigen. Durch Bewegen der Gelatineplatten unter dem Polarisationsapparat beobachtet man, dass der Axenwinkel in denselben nicht an allen Stellen von gleicher Grösse ist, sondern dass er nach der Mitte zu abnimmt und in dem Centrum gleich Null wird, danach aber wieder zunimmt, wie dies KLOCKE auch an seinen Präparaten schon beobachtet hat. Es schien von Interesse, den schon von BREWSTER ausgeführten Versuch zu wiederholen, durch Druck eine Mischung von Wachs und Harz einaxig zu machen (Philos. Transact. 1815 pg. 33 u. 34), was auch in überraschend schöner Weise und bleibend gelang. Durchscheinende Seife- und Gummiarabicumplättchen ergaben dieselben Resultate. Wird der Druck in vertikaler Richtung sehr gleichmässig geführt, so entstehen einaxige Bilder mit 3 bis 4 Farbenringen, nicht von denen optisch einaxiger Krystalle zu unterscheiden. Wird überdies noch ein Druck in seitlicher Richtung hinzugefügt, so erscheinen zweiaxige Bilder mit mehr oder weniger grossen Axen-Winkeln.

Die bekannteste all dieser Erscheinungen, die Erzeugung eines Axenbildes in einem Gemisch von Harz und Wachs durch Druck, hat, wie bereits

Nicht allein zerfallen diese Gelatineschnitte, sowie die Platten anomaler Krystalle in Sektoren, sondern sie zeigen ebenfalls gleiche Auslöschungsrichtungen und bei geeigneten Präparaten Axenausstritte mit gleicher Lage der Axen wie in wirklichen Krystallplatten.²⁸

Fig. 27 u. 28 stellen Platten aus $\infty O \infty (100) \mp \infty O \infty (100)$ dar. Fig. 29 eine solche aus $O (111) \mp O (111)$.

Es sind manche solcher Schnitte fast nicht von Krystallplatten im polarisirten Licht zu unterscheiden. So zeigen die Würfelabgüsse fast die genaue Erscheinungsweise der vorwaltend würfelförmigen Analcime, die Oktaëder-Formen, die Zusammensetzung die F. KLOCKE für Alaun-Oktaëder festgestellt hat, die Dodekaëder in Schnitten nach $\infty O \infty (100)$ und $O (111)$, einen Aufbau, wie ihn der Boracit, wenn von demselben Rhombendodekaëder untersucht werden, darbietet, und endlich lässt das Ikositetraëder, was die Zerfällung in optisch verschiedene Theile anbetrifft, die Erscheinungen des Analcim, die hier beschrieben worden sind, erkennen.

Nach diesen Beobachtungen und denen, welche uns unzweifelhaft zeigen, dass die optische Struktur des Analcim mit dem Wechsel der Begrenzungselemente sich verändert, darf der Schluss berechtigt erscheinen, dass die Begrenzungselemente in erster Linie beim Zustandekommen der optischen Structur massgebend gewesen sind. Andererseits ist schon gezeigt worden, dass die Grenzen der optischen Felder nicht für alle Temperaturen constant sind und dass die Intensität der Doppelbrechung durch Erwärmung erhöht wird; Thatsachen, die uns unzweifelhaft darauf hinweisen, dass die hier in Frage kommende Doppelbrechung sich

bemerkt, BREWSTER mitgetheilt (Optics, 1835, p. 241) und entsprechende Folgerungen daran geknüpft (l. c. p. 254). Auf Grund des BREWSTER'schen Pressversuchs und der bekannten Erscheinung, dass einaxige Krystalle, wenn senkrecht zur optischen Axe gedrückt, zweiartig werden, schloss dann Hr. Prof. KLEIN auf das entsprechende Zustandekommen der optischen Erscheinungen des Boracit (N. Jahrb. 1880 II. pg. 245—247) und es fand dieser Schluss eine schöne Bestätigung durch die kürzlich von Hrn. Prof. KLOCKE und mir beobachteten Axenbilder in unter orientirter Spannung eingetrockneten Gelatineplatten.

ganz wesentlich von derjenigen unterscheidet, welche normale ein- oder zweiachsig Krystalle zeigen, während die beschriebenen dunkeln Banden es direct beweisen, dass wir es hier mit Spannungs-Doppelbrechung zu thun haben.

Vom rein geometrischen Standpunkt betrachtet sind die Krystall-Combinationen des Analcim den Anforderungen des regulären Systems entsprechend. Die optischen Verhältnisse erweisen sich durchgehends als solche secundären Entstehens und nichts spricht für ursprüngliche Anlage. Es liegt danach kein Grund vor, den Analcim nicht als regulär zu betrachten und seine optischen Erscheinungen anders als durch beim Wachsthum erzeugte Spannungen hervorgebracht anzusehen.

Fig. 1.

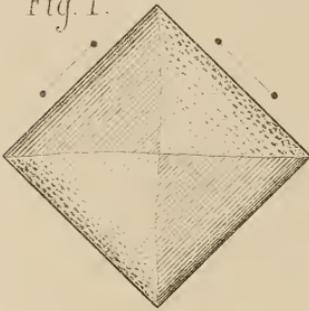


Fig. 2.

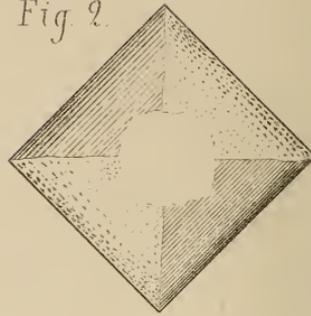


Fig. 3.



Fig. 6.

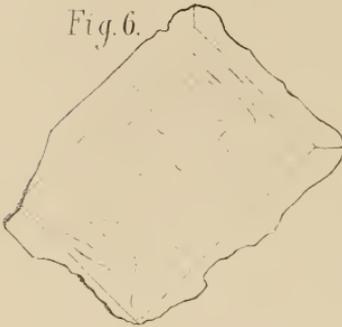


Fig. 7.

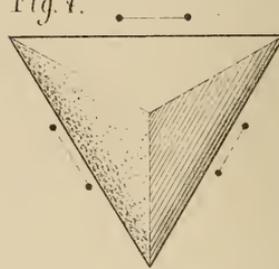


Fig. 8.



Fig. 11.

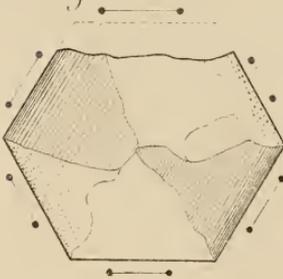


Fig. 12.

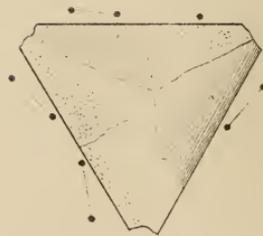


Fig. 13.



Fig. 16.

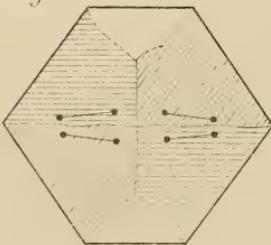


Fig. 17.

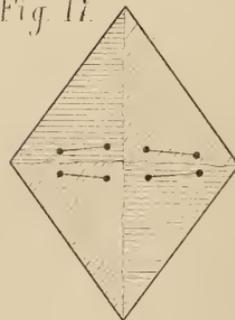


Fig. 18.



Fig. 4.

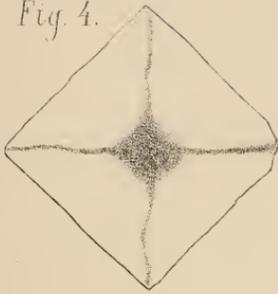


Fig. 5.

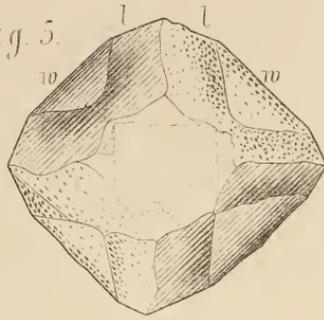


Fig. 9.

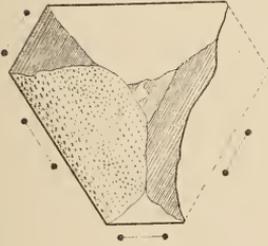


Fig. 10.

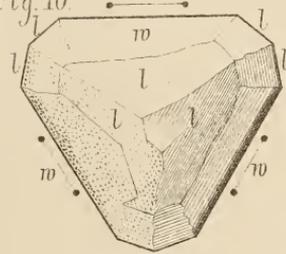


Fig. 14.

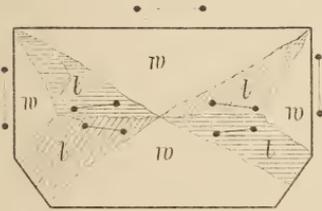


Fig. 15.

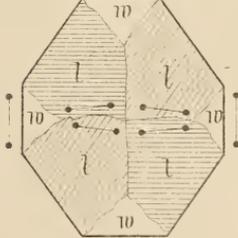


Fig. 19.



Fig. 20.

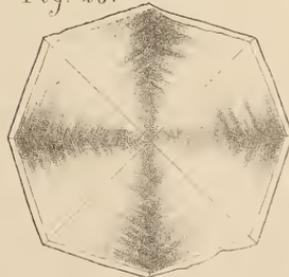


Fig 1



Fig 2



Fig 6



Fig 7

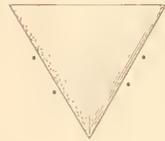


Fig 8

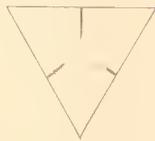


Fig 9

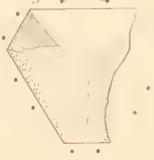


Fig 10



Fig 11

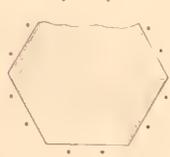


Fig 12

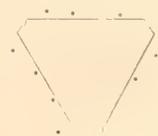


Fig 13



Fig 14

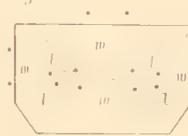


Fig 15

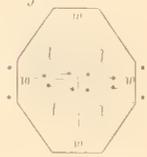


Fig 16



Fig 17



Fig 18

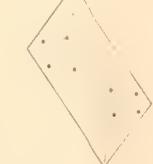


Fig 19



Fig 20



Fig. 21.

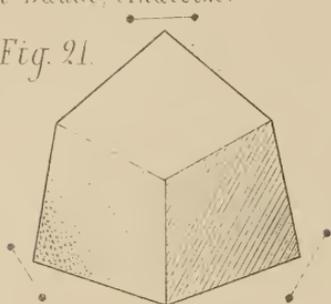


Fig. 22.

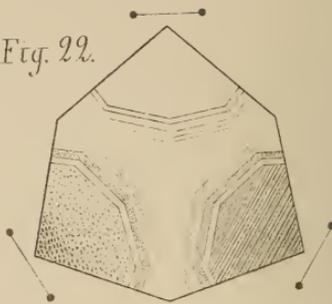


Fig. 23.



Fig. 26.



Fig. 27.

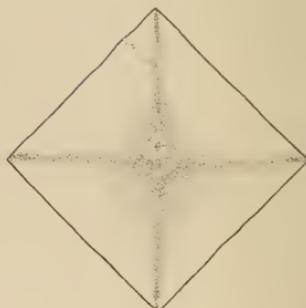


Fig.

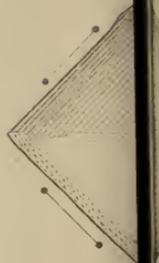


Fig. 31.

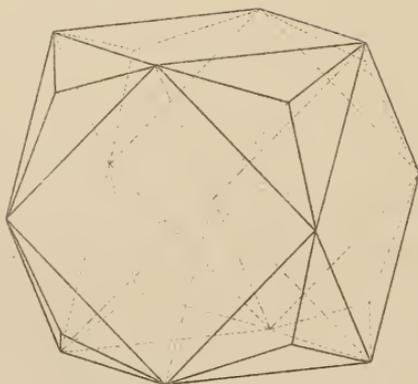


Fig.

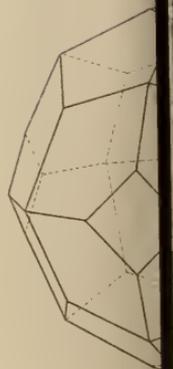


Fig. 24.

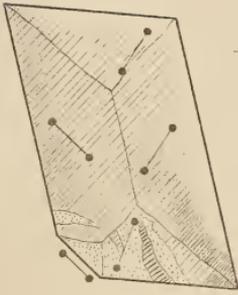


Fig. 25.

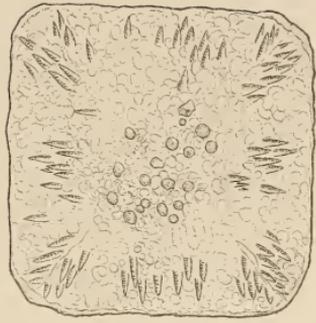


Fig. 29.

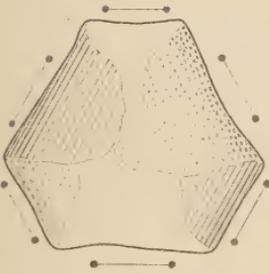


Fig. 30.

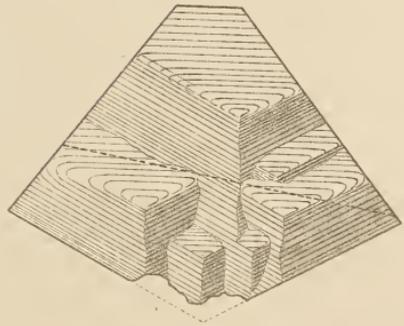
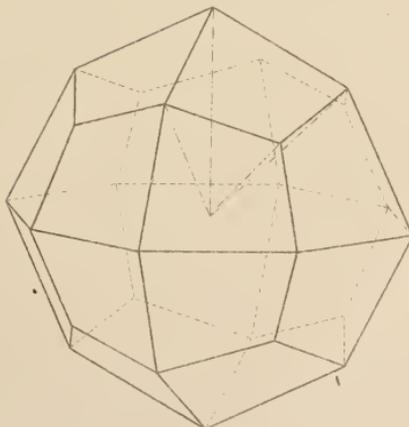


Fig. 33.



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: 1882

Band/Volume: [1882](#)

Autor(en)/Author(s): Bensaude Alfredo

Artikel/Article: [Ueber den Analcim 41-74](#)