

Mineralogische Mittheilungen XIII.

Von

C. Klein in Berlin.

Mit 16 Holzschnitten.

33. Ueber das Krystallsystem des Apophyllits und den Einfluss des Drucks und der Wärme auf seine optischen Eigenschaften¹.

Von dem Zeitpunkte an, an dem man anfing, die gesetzmässigen Beziehungen zwischen der Form der Krystalle und ihren optischen Eigenschaften zu ergründen, hat der Apophyllit alsbald wegen seiner Absonderlichkeiten in optischer Hinsicht eine wichtige Rolle gespielt.

Während aber gewisse besondere Eigenschaften seiner Molecularanlage schon frühe durch die grundlegenden Arbeiten BREWSTER'S und HERSCHEL'S erkannt wurden, hat sich die Forschung den übrigen nicht in gleicher Weise und im Allgemeinen nicht immer mit gleichem Glück zugewandt, auch ist das interessante Mineral im Laufe der Zeit in den Darstellungen der meisten Lehr- und Handbücher zum Theil nur spärlich, zum Theil geradezu unrichtig behandelt worden und noch heute gilt die Frage nach seinem Krystallsystem als eine nicht für alle Forscher erledigte.

Unter diesen Umständen schien es mir angezeigt, zu versuchen, in genannter Hinsicht einige Beiträge zu liefern, denen ich im Folgenden eine historische Darstellung dessen,

¹ Aus den Sitzungsber. d. Kgl. Preuss. Akademie d. Wissenschaften 1892. p. 217 u. f. mit Genehmigung der Akademie, sowie Veränderungen und Zusätzen vom Verfasser mitgetheilt.

was über das Mineral namentlich in optischer Hinsicht bisher und besonders auch in der neuesten Zeit bekannt geworden ist, vorausschicke.

I. Literaturübersicht und historische Einleitung.

1. D. BREWSTER: On the laws of polarisation and double refraction in regularly crystallized bodies. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 1818. Part I. p. 199 u. f. (Abgeschlossen 1. Juni 1817, gelesen 15. Januar 1818.)
2. — On a New Optical and Mineralogical Structure, exhibited in certain specimens of Apophyllite and other minerals. The Edinburgh Philosophical Journal. 1819. Vol. I. No. 1. p. 1 u. f. (Jan. 29, 1819.)
3. — On the Connection between the Primitive forms of Crystals and the Number of their Axes of Double Refraction. Memoirs of the Wernerian Natural History Society. 1821. Vol. III for the years 1817—1820. (Read 20th March 1819.) — Vergl. auch GILBERT's Annalen. 1821. Bd. LXIX. p. 1 u. f. im Auszuge.
4. J. F. W. HERSCHEL: On the action of crystallized bodies on homogeneous light, and on the causes of the deviation from NEWTON's scale in the tints which many of them develop on exposure to a polarised ray. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 1820. Part I. p. 45 u. f. (Read December 23, 1819.)
5. — On certain remarkable Instances of deviation from NEWTON's Scale in the Tints developed by Crystals, with one Axis of Double Refraction, on exposure to Polarized Light. Transactions of the Cambridge Philosophical Society. 1821. Vol. I. Part 1. p. 21 u. f. (Read May 1, 1820) und The Edinburgh Philosophical Journal. 1821. Vol. IV. No. 8. p. 334 u. f., 1821. Vol. V. No. 10. p. 334 u. f.
6. D. BREWSTER: Additional Observations on the Connection between the Primitive forms of Minerals and the Number of their Axes of Double Refraction. Memoirs of the Wernerian Natural History Society. 1821. Vol. III for the years 1817—1820. (Read 5th August 1820.) — Vergl. auch GILBERT's Annalen. 1821. Bd. LXIX. p. 1 u. f. im Auszuge.
7. J. F. W. HERSCHEL: On a remarkable Peculiarity in the Law of the extraordinary Refraction of differently-coloured Rays exhibited by certain Varieties of Apophyllite. Transactions of the Cambridge Philosophical Society. 1822. Vol. I. Part II. p. 241 u. f. (Read May 7, 1821.) — Im Auszug in The Edinburgh Philosophical Journal. 1821. Vol. V. No. 9. p. 213 u. f.
8. D. BREWSTER: Account of a Remarkable Structure in Apophyllite with Observations on the Optical Peculiarities of that Mineral. Transactions of the Royal Society of Edinburgh. 1823. Vol. IX. Part 2. p. 317 u. f. (Read 21st April 1817, 5th March and 17th December 1821.)

9. J. BERZELIUS, in a Letter to Dr. BREWSTER: On the Chemical Composition of some Minerals of the Zeolite Family; with an Account of two new Substances, Mesole and Mesoline. The Edinburgh Philosophical Journal. 1822. Vol. VII. No. 13. p. 1 u. f.
10. D. BREWSTER: Observations on the Relation between the Optical Structure and the Chemical Composition of the Apophyllite and other Minerals of the Zeolite family in reference to the preceding Analyses of M. BERZELIUS. The Edinburgh Philosophical Journal. 1822. Vol. VII. No. 13. p. 12 u. f.
11. C. M. MARX: Geschichte der Krystallkunde. 1825.
12. D. BREWSTER: Description of Oxahverite, a New Mineral from Oxahver in Iceland. The Edinburgh Journal of Science. 1827. Vol. VII. p. 115 u. f.
13. E. TURNER: Analysis of Oxahverit. The Edinburgh Journal of Science. 1827. Vol. VII. p. 118 u. f.
14. J. F. W. HERSCHEL: Light. Encyclopaedia Metropolitana. 1827. Vol. IV. p. 341—586 und — hier benutzt —
- 14a. — Vom Licht, übersetzt von Dr. E. SCHMIDT. 1831.
15. C. F. NAUMANN: Lehrbuch der Mineralogie. 1828. p. 361 u. f.
16. D. BREWSTER: Optics. 1835.
- 16a. — A Treatise on Optics. 2. Auflage. 1853.
17. RUDBERG: Doppelbrechung des Apophyllits. POGGENDORFF's Annalen der Physik und Chemie. 1835. Bd. 35. p. 522 u. f.
18. J. W. G. RADICKE: Handbuch der Optik. 1839.
19. BIOT: Mémoire sur la polarisation lamellaire. Académie des Sciences de Paris. 1841. T. XVIII.
20. W. HADINGER: Über den Pleochroismus der Krystalle. Abhandlung der k. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. 1845. V. Folge. Bd. 3.
21. Abbé MOIGNO: Répertoire d'optique moderne. 1847—1850.
22. H. DE SÉNARMONT: Recherches sur les propriétés optiques biréfringentes des corps isomorphes. Annales de Chimie et de Physique. 1851. 3e série. T. 33.
23. A. BEER: Einleitung in die höhere Optik. 1853.
24. H. W. DOVE: Darstellung der Farbenlehre und optische Studien. 1853. p. 119—120.
25. TH. SCHEERER: Der Paramorphismus und seine Bedeutung in der Chemie, Mineralogie und Geologie. 1854. p. 60 u. f.
26. MILLER-GRAILICH: Lehrbuch der Krystallographie. 1856. p. 266 u. f.
27. A. DES-CLOIZEAUX: De l'emploi des propriétés optiques biréfringentes en Minéralogie. Annales des Mines. 1857. Série 5. T. XI. p. 261 u. f.
28. — Sur l'emploi des propriétés optiques biréfringentes pour la détermination des espèces cristallisées (2e Mémoire). Annales des Mines. 1858. Tome XIV.
29. F. PFAFF: Versuche über den Einfluss des Drucks auf die optischen Eigenschaften doppeltbrechender Krystalle. POGGENDORFF's Annalen. 1859. Bd. 108. p. 598.

30. H. DAUBER: Ermittlung krystallographischer Constanten und des Grades ihrer Zuverlässigkeit. POGGENDORFF's Annalen. 1859. Bd. 107. p. 267 u. f.
31. A. DUFRÉNOY: *Traité de Minéralogie*. 1855—1859.
32. G. DELAFOSSE: *Nouveau Cours de Minéralogie*. 1858—1862.
33. A. DES-CLOIZEAUX: *Manuel de Minéralogie*. 1862. T. I.
- 33 a. — Id. 1874. T. II.
34. A. MADELUNG: Beobachtungen mit BREITHAUP'T's Polarisationsmikroskop. 1862. Veröffentlicht von A. SCHRAUF in *Zeitschrift für Krystallographie u. s. w.* 1883. Bd. VII. p. 73—76.
35. FRANZ v. KOBELL: *Geschichte der Mineralogie von 1650—1860*. 1864.
36. FR. PFAFF: Über die Bestimmung der Brechungsexponenten doppeltbrechender Substanzen aus ihren Polarisationswinkeln. POGGENDORFF's Annalen. 1866. Bd. 127.
37. A. DES-CLOIZEAUX: Bemerkungen zum letzten Aufsatz von H. FR. PFAFF. POGGENDORFF's Annalen. 1866. Bd. 129.
38. — Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux. Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences. 1867. T. XVIII. p. 523 u. 523.
39. MÜLLER-POUILLET: *Lehrbuch der Physik*. 1868. 7. Auflage. Bd. I. p. 872. Enthält die Untersuchungen von STEEG über die Apophyllitringe.
40. E. REUSCH: Untersuchung über Glimmercombinationen. POGGENDORFF's Annalen. 1869. Bd. 138.
41. H. ROSENBUSCH: *Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien*. 1873. p. 207 u. f.
42. C. F. RAMMELSBERG: *Handbuch der Mineralchemie*. 2. Auflage. 1873—1875.
43. ER. MALLARD: Explications des phénomènes optiques anomaux que présentent un grand nombre de substances cristallisées. 1877.
44. O. LUEDECKE: *Krystallographische Beobachtungen*. Habilitationsschrift. Halle. 1878.
45. JOHANN RUMPF: Über den Krystallbau des Apophyllits. *Mineralogische und petrographische Mittheilungen*, herausgegeben von G. TSCHERMAK. 1880. Neue Folge. Bd. II.
46. G. SELIGMANN: *Krystallographische Notizen I*. *Dies. Jahrb.* 1880. I. p. 140 u. f.
- 47 a. F. KLOCKE: Referat über J. RUMPF. Über den Krystallbau des Apophyllits. *Dies. Jahrb.* 1880. II. p. 11 u. f.
- 47 b. P. GROTH: Referat über dieselbe Arbeit. *Zeitschrift für Krystallographie*. 1881. Bd. V. p. 374 u. f.
48. F. KLOCKE: Über ein optisch analoges Verhalten einiger doppeltbrechender regulärer und optisch zweiachsig erscheinender tetragonaler Krystalle. *Dies. Jahrb.* 1881. I. p. 204 u. f.
49. — Über einige optische Eigenschaften optisch anomaler Krystalle und deren Nachahmung durch gespannte und gepresste Colloide. *Dies. Jahrb.* 1881. II. p. 249 u. f.

50. C. WHITMAN CROSS and W. F. HILLEBRAND: Communications from the U. S. Geological Survey, Rocky Mountain Division I. On the Minerals, mainly Zeolites, occurring in the basalt of Table Mountain, near Golden, Colorado. Am. Journal of Science. 1882. Vol. XXIII u. Vol. XXIV.
- 50 a. C. KLEIN: Referat über diese Arbeit. Dies. Jahrb. 1883. II. p. 27.
51. O. MÜGGE: Beiträge zur Kenntniss der Cohäsionsverhältnisse einiger Mineralien. Dies. Jahrb. 1884. I. p. 50 u. f.
52. C. KLEIN: Mineralogische Mittheilungen X. 24. Apophyllit von Table Mountain, Golden, Colorado, von den Faröer-Inseln und von Quanaquato, Mexico. Dies. Jahrb. 1884. I. p. 235 u. f.
53. C. DOELTER: Erhitzungsversuche an Vesuvian, Apatit, Turmalin. Dies. Jahrb. 1884. II. p. 217 u. f.
54. W. KLEIN: Beiträge zur Kenntniss der optischen Änderungen in Krystallen unter dem Einflusse der Erwärmung. Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie. 1884 Bd. IX. p. 38 u. f.
55. F. RINNE: Über Milarit, Apophyllit und Rutil. Dies. Jahrb. 1885. II. p. 1 u. f.
56. WHITMAN CROSS and W. F. HILLEBRAND: Contributions to the Mineralogy of the Rocky Mountains. United States Geological Survey. 1885.
57. V. GOLDSCHMIDT: Index der Krystallformen. 1886. I. p. 235 u. f.
58. CARL HERSCH: Der Wassergehalt der Zeolithe. Inauguraldissertation: Zürich. 1887 und — hier gebraucht — dies. Jahrb. 1888. II.
59. MICHEL-LÉVY et LACROIX: Les Minéraux des Roches. 1888.
60. W. C. BRÖGGER: Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der süd-norwegischen Augit- und Nephelinsyenite. Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie. 1890. Bd. XVI.
61. C. DOELTER: Über die künstliche Darstellung einiger Zeolithe. Dies. Jahrb. 1890. I. p. 120 f.
62. P. J. PLONER: Über die Krystallformen des Apophyllits der Seisseralpe. Zeitschrift für Krystallographie u. s. w. 1891. Bd. XVIII.
63. REINHARD BRAUNS: Die optischen Anomalien der Krystalle. Ge-krönte Preisschrift. 1891. p. 297 u. f.
64. M. J. HEDDLE: On the Optic Properties of Gyrolite. Mineral. Magazine and Journal of the Mineral. Society. 1891. Vol. IX. No. 44. p. 391 u. f.
65. M. E. MASCART: Traité d'Optique. 1891. II. p. 177—181.
66. E. S. DANA: Descriptive Mineralogy. VI. Edition. 1892. p. 566 u. f.

Im Jahre 1817 stellt BREWSTER (1. p. 207) den Apophyllit unter die doppelbrechenden Krystalle, bestimmt (p. 211) den Charakter der Doppelbrechung als negativ und weist in weiterer Folge (p. 224) nochmals auf die Zusammengehörigkeit in optischer und geometrischer Hinsicht mit Idokras, Zirkon u. s. w. hin.

Vor dieser Veröffentlichung hatte BREWSTER 1816 von dem Major PETERSEN Apophyllitkrystalle aus dem Fassathale erhalten, der flächenreichen Art angehörig, die HAÛY (Journal des Mines. 1808. Vol. 23. No. 137. p. 388 und später: *Traité de Minéralogie*. 1822. III. p. 194) als variété surcomposée eingeführt hatte. BREWSTER (2. p. 1 u. f.) untersucht 1819 diese Krystalle, befindet sie von einaxiger Doppelbrechung und nimmt an ihnen (im convergenten polarisirten Lichte) eigenthümlich gefärbte Ringe wahr, die sich so darstellen, dass die Axe von blauvioletten und grünlich gelben, durch einen Ring von weissem Lichte getrennten Kreisen umgeben wird. Es sind dies die Ringe, die später geradezu als Apophyllitringe bezeichnet worden sind.

Um diese Erscheinung weiter zu verfolgen und zu erklären, untersucht BREWSTER die ihm zu Gebote stehenden Krystalle von Faroë. Dieselben stellen sich theils als quadratische Prismen mit Basis und auf die Kanten des Prismas aufgesetzten Pyramidenflächen, theils als einseitig oder beiderseitig ausgebildete quadratische Pyramiden dar.

Spaltstücke (offenbar aus Prismen $\infty P\infty$ (100) nach Figur und Text) nach der Basis von aussen her genommen und etwa $\frac{1}{50}$ englische Zoll dick, zeigten (im convergenten polarisirten Licht) die Ringerscheinungen der Fassathalkrystalle; solche, die tiefer aus dem Krystall erhalten waren, liessen die Erscheinungen eines nach der Mitte der Kanten viergetheilten quadratischen Feldes mit einem besonderen Rande und einem zu dem Hauptfeld über Eck stehenden quadratischen Centralfelde erkennen. Dasselbe erwies sich (im parallelen, polarisirten Lichte) als wirkungslos, wogegen die 4 Theile des Hauptfeldes und ihre jeweiligen Ränder polarisirende Wirkungen ausübten. Mit einem dünnen Gypsblättchen passend untersucht, zeigte es sich, dass in der Plattenebene die grössere Elasticitätsaxe in der Richtung der Diagonalen des quadratischen Hauptfeldes verlief, folglich auch in den Theilfeldern, in die ersteres zerfiel, eine entsprechende Lage hatte. Wie jedes Theilfeld verhielten sich auch die es umgebenden Ränder. — Aus diesen Beobachtungen geht im Gegensatz zu den früheren Angaben BREWSTER's (1817. 1. p. 211) der positive Charakter der Doppelbrechung für das

untersuchte Vorkommen unter der Voraussetzung hervor, dass die optische Axe senkrecht zur Plattenebene gedacht wird, beziehungsweise die Ebene der optischen Axen in die erwähnte Diagonale fällt. BREWSTER zieht diesen Schluss an dieser Stelle nicht und macht erst später, nach der Betrachtung der pyramidalen Krystalle, besagte Angabe.

Zu diesen sich wendend, führt BREWSTER aus, dass einige derselben in Spaltstücken nach der Basis eine Structur erkennen lassen, die auf ein quadratisches, aber nach den Ecken viergetheiltes Hauptfeld mit einem concentrischen, nicht wirk-samen Mittelfeld hinauskommt; Randfelder fehlen. — Bei einer Reihe von Spaltstücken zeigte sich das Anwachsen des Mittel-feldes nach der Spitze des Krystalls und das Abnehmen des-selben nach dem Krystallinnern zu. — Manchmal waren die Mittelfelder nur noch Rechtecke, hie und da erwiesen sich die Hauptfelder durch unregelmässige Linien getrennt.

Man sieht aus diesen Angaben, dass durch dieselben ein Einfluss der umgrenzenden Elemente auf die optische Structur nachgewiesen ist, wengleich noch nicht auf ihn ein so be-deutendes Gewicht gelegt wird.

BREWSTER constatirt nun in weiterer Folge den einaxigen positiven Charakter des Mittelfeldes und den zweiaxigen positiven Charakter der Theilfelder, in die das Hauptfeld zerfällt. Dabei findet er bei den prismatischen Krystallen die Ebene der optischen Axen in jedem Theilfeld in der von Eck zu Eck des Hauptfeldes hin laufenden Diagonale, bei den pyramidalen Krystallen in der Höhenlinie eines jeden der dreieckigen Theilfelder, bei beiden Arten senkrecht zu den Seiten des jedesmaligen Mittelfeldes gelegen. Nach unserer modernen Bezeichnung würde die Ebene der optischen Axen in beiden Fällen jeweils in den diagonalen Hauptschnitt fallen.

In der oben gegebenen Zusammenstellung der Resultate erwähnt BREWSTER ausserdem noch die optische Einaxigkeit der schmalen Trennungszonen der Felder und sieht die Structur der Krystalle nicht als eine zwillingsmässige, sondern als eine von zwei mechanisch vereinigten Individuen herstammende an.

An obenstehende Mittheilungen schliesst BREWSTER sodann andere an, die er auf Grund der Untersuchung von ferneren, durch Major PETERSEN 1817 erhaltenen Krystallen und solchen,

den Sammlungen der Herren ALLEN und MACKENZIE angehörig, gemacht hat.

Es konnte namentlich überall wieder der positive Charakter der Doppelbrechung und die geringe Stärke derselben constatirt werden, fernerhin ward dazu noch ein bedeutendes Schwanken letzterer ermittelt, und zwar nicht nur an Krystallen verschiedener Fundpunkte, sondern namentlich auch an verschiedenen Stellen eines und desselben (quadratisch säulenförmigen) Krystalls.

Für die Krystalle aus dem Fassathal stellt es BREWSTER mehr als wahrscheinlich hin, dass „the single positive axis is the resultant of two equal and rectangular negative axes lying in the plane of the laminae“ (p. 5). Die feldergetheilten Krystalle von den Faroër-Inseln, die sich aus ein- und zwei-axigen Theilen bestehend erwiesen hatten, nennt BREWSTER von hier ab „Tesselite“ und spricht sie als eine besondere Varietät von Apophyllit an, der auch eine besondere chemische Zusammensetzung zukommen müsse. — Eine daraufhin von J. BERZELIUS (9. 1822. p. 1 u. f., vergl. auch Jahresbericht III. 1824. p. 155) vorgenommene Analyse der Vorkommen von Utoën und Faroë konnte indessen einen wesentlichen Unterschied in der chemischen Zusammensetzung nicht nachweisen (vergl. u. A. auch DUFRENOY 1859 (24. IV. p. 130 u. 131), v. KOBELL 1864 (28. p. 259 u. 260)). BREWSTER (10. 1822. p. 12 u. f.) verkennt die von BERZELIUS erhaltenen Resultate nicht, glaubt aber ein abschliessendes Urtheil erst dann abgeben zu können, wenn optisch differente Partien von Apophyllit chemisch gleich oder verschieden befunden worden sind.

In ferneren Veröffentlichungen von BREWSTER (3. 1821) erscheint der Tesselit unter den zwei-axigen Krystallen (p. 54 u. 349), wogegen der Apophyllite surcomposée aus dem Fassathal und der von Utoën unter den ein-axigen aufgeführt werden (p. 58 u. 348).

Eine genauere Untersuchung des Apophyllits von Faroë bringt BREWSTER im Jahre 1823 im Anschluss und in weiterer Ausführung der von 1819. Es werden in besagter Untersuchung Mittheilungen aus den Jahren 1817 und 1821 zusammengefasst.

BREWSTER (8. p. 317 u. f.) schildert zunächst den Tesselit von Faroë und hebt u. A. hervor, dass eine Säure die Basis der Krystalle leichter angreifen und nach ihr wirken könne, wie auf den wie polirt aussehenden Prismenflächen.

Danach werden Spaltstücke von Krystallen der Combination $\infty P \infty (100)$, $0P (001)$ und $P (111)$ untersucht. Im ersten Spaltstück, das, $\frac{1}{100}$ englische Zoll dick, auf der einen Seite die natürliche Basisfläche besitzt, bemerkt man keine „tesselated structure“, nur eigenthümliche Adern (veins) stellen sich am Rande ein. Diese Adern markiren sich in den ferneren Spaltstücken am Rande noch vollkommener. In diesen ferneren Spaltstücken erscheinen dann Figuren¹, die denen ähnlich sind, welche BREWSTER 1819 beschrieb. Sie zeichnen sich vor denselben aus, dass nicht nur das Gesamtfeld, wie dort, in 4 Theilfelder und 4 entsprechende Randfelder zerfällt, sondern zwischen Rand- und Theilfeldern auch noch Zwischenfelder, den äusseren Umgrenzungen parallel, eingeschaltet sind. Abgesehen davon, tritt das zu letzteren über Eck stehende quadratische Mittelfeld auf. — BREWSTER beschreibt die verschiedenen Polarisationsstöne dieser Felder und glaubt, dass die Structur des im ersten Spaltstücke erwähnten Basisfeldes plötzlich in die der darunter liegenden übergehe — eine Ansicht, die er auch nach späteren Untersuchungen aufrecht erhält.

Senkrecht zu den Flächen von $\infty P \infty (100)$ untersucht, fand BREWSTER in Übereinstimmung mit früheren Beobachtungen (2. p. 5), dass die Stärke der Doppelbrechung in gleich dicken Schichten von derselben Orientirung, aber aus verschiedenen Höhen eines und desselben Krystalls genommen, nicht gleich war. Dies Verhalten wird auf dem Prisma durch verschieden hohe und verschieden vertheilte Polarisationsstöne markirt. — Ein schönes colorirtes Bild veranschaulicht diese Verhältnisse.

Die Untersuchung von ferneren Isländer und Faroër Krystallen pyramidaler Ausbildung liess dieselben ebenfalls als der Varietät Tesselit zugehörig erkennen. Von besonderem Interesse ist zu bemerken, dass BREWSTER bei dieser

¹ Man wolle zum Verständniss die Figur 7 dieser Abhandlung vergleichen.

Gelegenheit es schon wahrgenommen hat, dass den Platten in der einen Stellung (Umgrenzungsselemente senkrecht und parallel zu den Polarisationssebenen der gekreuzten Nicols) eine andere Feldertheilung zukommt, als in der dazu unter 45° stehenden. Die Wichtigkeit dieser Beobachtung werden wir später zu würdigen haben. — Recht abwechslungsreich stellen sich bezüglich der Art der Theilung und was damit zusammenhängt, dünne Platten dar. Werden dieselben wieder zu einer Platte zusammengefasst (0,12 englische Zoll dick), so zeigen sich die bei den pyramidalen Apophyllitkrystallen von Faroë bekannten Erscheinungen.

Den Schluss dieser Schilderungen machen Studien an Apophyllitkrystallen von der Disco-Insel, Grönland, aus, die eine Besonderheit in den Trennungsbüscheln der einzelnen Felder aufweisen (8. Fig. 18 u. 19).

Der Verfasser geht sodann zu anderen Erscheinungen am Apophyllit über.

HERSCHEL hatte 1819 dargethan, dass die von BREWSTER aufgefundenen Apophyllitringe nahezu für alle Farben gleich weite Ringe aufwiesen (4. p. 92 u. f.) und dass die eigenthümliche Färbung derselben dadurch zu erklären sei. BREWSTER schreibt hierüber wörtlich: „By examining these rings, which I discovered in Apophyllite 1816, he found that they indicated an action on polarised light very nearly the same for all the colours, being equal upon the red and the green, and a little less for the violet; and hence he accounted for those unusual tints, which characterised this mineral.“

In einer späteren Arbeit hatte aber HERSCHEL (1821. 5) überdies nachgewiesen, dass gewisse Apophyllite ganz anders geartete ungewöhnliche Ringe zeigen, bei denen nicht nur die Weite für verschiedene Farben variirt, sondern auch die gewöhnliche Farbenfolge (beträchtlicher als dies in den erst beobachteten Apophyllitringen der Fall war) geändert ist.

BREWSTER (1823. 8. p. 329) citirt HERSCHEL'S Angaben mit folgenden Worten: „He found that the law of proportional action was so far subverted in a particular specimen of Apophyllite, that the periods performed by a red ray were shorter than those by a violet one. The rings exhibited a complete inversion of the Newtonian scale and the red rays

were so much energetically acted upon than the violet, that the whole prismatic spectrum was displayed in the first ring.“

Leider hat BREWSTER in der Mittheilung von HERSCHEL's Angaben eine sehr wichtige Beobachtung übersehen oder nicht beachtet. HERSCHEL hatte nämlich den Krystall¹, auf Grund dessen er seine Beobachtungen machte, anfänglich untersucht und wieder neue, ganz eigenartige, mit den bis jetzt erwähnten nicht vergleichbare Ringe an ihm gefunden. Er theilte dies Resultat BIOT mit und derselbe rieth ihm (5. p. 27), den Krystall zu spalten. Dies geschah und der Krystall zeigte in dem einen Theil (0,1659 englische Zoll dick) die gewöhnlichen Apophyllitringe, in dem anderen aber (0,094499 englische Zoll dick) die von HERSCHEL geschilderten, ungewöhnlichen, farbenprächtigen Ringe. Daneben wurde auch das Nebeneinandervorkommen beider Arten in einer und derselben Platte bemerkt (5. p. 33), was HERSCHEL Veranlassung gab, auch die Beobachtungen BREWSTER's (2) von dem Vorkommen der Feldertheilung und den ein- und zweiaxigen Stellen in einem Krystall heranzuziehen. In weiterer Folge werden von HERSCHEL Apophyllite geschildert, bei denen die Ringe für Indigo, beziehungsweise Indigoviolett, sehr weit werden, andere, bei denen dies für Gelb-Orange der Fall ist, so dass also für diese Farben jeweils die Isotropie erreicht ist.

Dass der Charakter der Doppelbrechung für die Extremfarben aber ein verschiedener sei, und zwar positiv für Roth, negativ für Blau, bemerkte HERSCHEL erst später (1822. 7). BREWSTER gibt davon ebenfalls in seiner Abhandlung Kunde (8. p. 330²). — Zum Unterschied von den gewöhnlichen Apo-

¹ Derselbe stammte von Herrn LOWRY und war angeblich (wie wir heute sagen können: gewiss) von Utoën.

² Bei der Untersuchung über den verschiedenen Charakter der Doppelbrechung wendet HERSCHEL (7. p. 241 u. f.) ein Verfahren an, was darauf hinauskommt durch eine zwischen Polarisator (Spiegel) und Krystallplatte in der Stellung von 45° gelegte Glimmer- oder Gypsplatte, die selbst einen sehr niedrigen Ton gibt, die Contraction oder Dilatation der Ringe des Apophyllits bei monochromatischer Beleuchtung (Gläser) in den verschiedenen Quadranten zu studiren und mit bekannten Platten zu vergleichen. — Es ist dies der erste Anfang unseres jetzt mit der $\frac{1}{4}$ Undulationsglimmerplatte ausgeübten Verfahrens. — Besagtes Verfahren hält er dem von ihm sonst angewandten (7. p. 243) im gegebenen Falle vorzu-

phyllitringen, denen HERSCHEL später (1831. 14 a. p. 647) den Namen *Leucocyclit* gab, könnte man die farbenprächtigen *Chromocyclit* nennen.

BREWSTER bezweifelt die HERSCHEL'schen Resultate nicht, macht indessen geltend, dass sie nur an einzelnen Krystallen gefunden seien. Dagegen sind nach seinen Untersuchungen alle von ihm geprüften Krystalle aus dem Fassathale, von Utoën, Faroë und Island optisch positiv, und zwar für alle Farben. Der HERSCHEL'sche Befund gilt ihm daher nur für eine zufällige Anomalie, deren Ursache unbekannt ist.

Zum Schlusse sucht BREWSTER aber doch die von HERSCHEL aufgefundenen Erscheinungen zu erklären und nimmt zu dem Ende Partien positiver und negativer Doppelbrechung in den Krystallen an, und zwar so, dass in denselben die Wirkungen für Gelb der Quantität nach gleich, aber der Qualität nach entgegengesetzt seien, so dass sie sich aufheben, während für Roth der Einfluss des einen Systems (z. B. des positiven), für Blau der des anderen (z. B. des negativen) überwiegend gedacht werden müsse und dadurch die Erscheinungen zu Stande kommen.

Alles in Allem genommen, gelten aber BREWSTER die Gesammterrscheinungen am Apophyllit für höchst räthselhafte und nach dem derzeitigen Stand des Wissens nicht genügend zu erklärende.

Im Jahre 1825 fasst MARX (11) neben Anderem auch die Hauptresultate BREWSTER's und HERSCHEL's am Apophyllit, die wir hier geschildert haben, zusammen; die Wichtigkeit der erlangten Resultate ist ihm jedoch, wie sein Ausspruch (11. p. 270 u. 271) beweist, nicht in ihrem ganzen Umfange nahe getreten, was wohl mit auf den Einfluss der neben der Gesetzmässigkeit herlaufenden und damals noch nicht ganz

ziehen. Dieses letztere operirt mit einer auf die Krystallplatte gelegten und dann in Hellstellung gebrachten, etwas dickeren Gyps- oder Glimmerplatte, durch welche Combination das Steigen oder Fallen der Farben in den abwechselnden Ringquadranten der ursprünglichen Krystallplatte beobachtet wird. — Es ist das von Dr. RINNE, dies. Jahrb. 1891. II. p. 21 u. f. empfohlene und weiter ausgebildete Verfahren, von dessen ursprünglicher Anwendung später auch MARX (1825. 11. p. 264), HERSCHEL (1831. 14 a. p. 520) und v. KOBELL (1864. 35. p. 253) Kunde gaben.

richtig gewürdigten, sogenannten anomalen Verhältnisse zu setzen ist.

Im Jahre 1827 beschreibt BREWSTER (12. p. 115 u. f.) den Oxahverit, befindet ihn der Form nach ähnlich dem Apophyllit, was auch TURNER (13. p. 118 u. f.) rücksichtlich der chemischen Zusammensetzung thut, ermittelt aber den Charakter der Doppelbrechung als negativ, im Gegensatz zu den von ihm früher immer als positiv befundenen Apophylliten.

In diesem besonderen Verhalten erblickt BREWSTER (12. p. 117) eine Bestätigung seiner (8. 1823) vordem entwickelten theoretischen Ansichten.

Eine zusammenfassende Darstellung des damaligen Standes der Optik gab HERSCHEL im Jahre 1827 (14). Es ist hier die Übersetzung von 1831 (14 a) benutzt. Wir finden auf p. 499 die Schilderung der Farbenfolge in den gewöhnlichen Apophyllitringen und p. 500 die in gewissen Chromocycliten, von denen der eine für Gelb, der andere für Blau isotrop war. Auf p. 647 wird die Art mit den gewöhnlichen Ringen (in dicken Stücken annähernd schwarz und weissen Ringen) „Leucocyclit“ genannt und ein mittlerer Brechungsexponent zu 1,5431 angegeben. Der schönen Erscheinungen, welche prismatische Krystalle im parallelen, polarisirten Lichte zeigen, wird auf p. 672 gedacht.

C. F. NAUMANN untersucht 1828 (15. p. 363) einen Apophyllit von Utoën und findet „ein kreisförmiges, von einem schwarzen Kreuze durchsetztes System concentrischer, abwechselnd violblauer und olivengrüner Ringe.“ Wie die BREWSTER'schen Beobachtungen mit der tetragonalen Krystallreihe zu vereinigen seien, sagt der Verfasser, müssen fernere Beobachtungen lehren.

BREWSTER geht weder in seinem Lehrbuche Optics vom Jahre 1835 (16), noch in dessen zweiter Auflage von 1853 (16 a), was seine Untersuchungen am Apophyllit anlangt, wesentlich über das hinaus, was wir schon wissen. Von Interesse ist indessen auf p. 259 (16 a) die Tabelle nach HERSCHEL, in der die Stärke der Doppelbrechung von einigen Mineralien mit einander verglichen wird.

Während, um eine gewisse Polarisationsfarbe hervorzubringen,

	Kalkspath dick sein muss	0,000028
erfordert	Quarz	0,003024
„	Apophyllit I	0,009150
„	„ II	0,030374
„	„ III	0,366620.

Nimmt man, wie wahrscheinlich, die Dicken in englische Zoll angegeben, an, so erkennt man die enormen Unterschiede gegen Kalkspath und die sehr erheblichen gegeneinander, ein Verhalten, was auch aus der Betrachtung der einen Varietät von Utoën mit den engen Leucocyclitringen und der anderen mit den weiten Chromocyclitringen folgt und nicht verwundern kann.

Bezüglich der BIOT'schen Lamellarpolarisation, mit der wir uns alsbald zu beschäftigen haben werden, ist BREWSTER (16 a. p. 346) der Ansicht, dass sie zwar einzelne, aber durchaus nicht die wichtigsten Erscheinungen des Apophyllits zu erklären im Stande sei. Er weist aber (p. 347), und zwar speciell für den Chabasit, auf das Vorkommen von positiven und negativen und (für gewisse Farben) nicht doppelbrechenden Stellen in den Krystallen hin und hält dafür, dass unter Zuhilfenahme dieser Eigenthümlichkeiten gewisse Erscheinungen erklärt werden könnten. Da ähnliche Verhältnisse auch beim Apophyllit vorkommen, so gilt dieser Ausspruch auch für diesen.

Im Jahre 1835 theilt RUDBERG mit (17. p. 522—523), „dass zu Utoën zwei Arten von Apophyllit gefunden werden, eine, welche, wie der Kalkspath, ein schwarzes Kreuz mit den gewöhnlichen (?) Farbenringen gibt und eine andere, welche ebenfalls ein schwarzes Kreuz liefert, aber mit Ringen, die nur olivenfarben und bläulich-violett sind.“ Aus letzterem Vorkommen wurde ein Prisma gefertigt, was das Resultat gab, dass alle Lichtstrahlen „eine Doppelbrechung erleiden“. RUDBERG stellt übrigens nicht in Abrede, dass es auch andere Apophyllite geben könne, z. B. solche, wie sie HERSCHEL beschrieben hat, in denen die gelben Strahlen nur einfach gebrochen werden.

Das Handbuch der Optik von RADICKE 1839 (18. I. p. 23) berücksichtigt die HERSCHEL'schen Resultate und führt an, dass der Apophyllit für rothes Licht negativ, für blaues positiv

doppelbrechend sei — ein Satz, der in dieser Allgemeinheit jedenfalls nicht gilt —. Dagegen erscheint (18. II. p. 433) der Apophyllit nach BREWSTER unter den positiven Krystallen.

BIOT widmet 1841 (19. p. 675), gestützt auf die Resultate BREWSTER's und HERSCHEL's, dem Apophyllit eine längere Darlegung, die er mit den Worten eröffnet: „aucun corps jusqu'ici connu ne s'est montré plus desespérant pour les cristallographes, ni plus riche en effets optiques pour les physiciens.“

Er ist der Ansicht (p. 681), dass der Apophyllit aus ursprünglicher Anlage einaxig und positiv doppelbrechend sei, dagegen zwei Lamellensysteme enthalte, von denen eine senkrecht, das andere schief bis parallel zur Axe in die Krystalle in wechselnder Menge eingelagert sei. Die optischen Erscheinungen sollen sich aus der Wirkung dieser Lamellensysteme auf die ursprüngliche Anlage ableiten, so auch u. A. (p. 695) die von BREWSTER beobachtete Zweiaxigkeit. — Wir werden später sehen, dass an der Biot'schen Annahme etwas Wahres ist, wenngleich die Erscheinungen nicht so, wie er es meinte, zu Stande kommen. — Wichtig ist die Beobachtung auf p. 697, dass es (klare) Spitzen von Krystallen gäbe, die nicht wesentlich auf das (parallele) polarisirte Licht einwirken, fernerhin soll hervorgehoben werden, dass er (p. 683) schon die Methode der Einhüllung, die nachher wieder in Vergessenheit gerieth, beim Apophyllit anwandte und endlich der Untersuchung gedacht werden, die er den ihm von HERSCHEL geschenkten Platten von Chromocyclit (p. 716) widmete. Bei der Betrachtung dieser Platten im parallelen polarisirten Lichte und unterstützt mit dem Gypsblättchen fällt namentlich die Structur einer Rinde gegenüber einem scharf abgesetzten Kerne auf. Hier sind die Polarisationswirkungen schwach, dort sehr lebhaft. Dies erinnert völlig an gewisse später zu beschreibende Krystalle von Utoën, die, wie wir sehen werden, in der Rinde den Charakter des Chromocyclits, im Kerne den des Leucocyclits haben.

W. HÄIDINGER bespricht im Jahre 1845 (20. p. 9 des Sep.-Abdr.) den Pleochroismus des Apophyllits und findet bei dem Vorkommen von Tyrol: $o = \text{bräunlichweiss}$, $e = \text{milchweiss}$; Absorption $o > e$; dagegen bei dem von Poonah: $o = \text{gelblichweiss}$, $e = \text{berggrün}$; Absorption $e > o$.

MOIGNO 1847 (21. I. p. 353) verzeichnet die Beobachtungen HERSCHEL's am Chromocyclit und den Erklärungsversuch BREWSTER's für diese Erscheinungen und geht dann (p. 366—370), nach Erwähnung der Beobachtungen BREWSTER's am Tesselit, zu den Ansichten BIOT's über den Apophyllit mit besonderer Berücksichtigung der Erklärung seiner optischen Erscheinungen durch die Lamellarpolarisation über.

Er bekennt sich zum Schluss als Gegner der Anschauungen BIOT's und will die Erscheinungen durch Spannung, Kreuzung von Lamellen und eigenartige, aber sehr symmetrische Vereinigung von Krystallen u. s. w. erklärt wissen.

Da durch HERSCHEL das Vorhandensein des Chromocyclits mit entgegengesetzter Doppelbrechung für die Extremfarben und Isotropie für eine mittlere Farbe nachgewiesen war, so war es von Interesse, solche Erscheinungen künstlich nachzumachen. Dies ist SÉNARMONT 1851 gelungen, indem er (22. p. 37—39) den negativen unterschwefelsauren Strontian mit dem positiven unterschwefelsauren Blei, sich isomorph mischend, zusammen krystallisiren liess. Es wurden von einem Extrem zum andern alle möglichen Mittelstufen und auch Producte erhalten, deren Ringe die Charaktere des Chromocyclits besaßen.

Von diesen Versuchen, sowie von denen HERSCHEL's und RUDBERG's, berichtet auch BEER 1853 (23. p. 296 u. 297). Ebenso gibt DOVE (1853. 24. p. 119—120) eine Erklärung der Ringe des Tyroler Leucocyclits, die sich an das, was die früheren Beobachter erbracht hatten, anschliesst, dieselben aber nicht nennt.

SCHAEERER betrachtet 1854 (25. p. 60 u. f.) den Apophyllit neben Analcim, Leucit, Boracit u. s. w. als Paramorphosen, zu deren Entstehung aus den ursprünglich vorhandenen Gebilden es nichts als „der Wärme und der aller Materie inwohnenden Molecularkräfte“ (p. 63) bedürfe.

Im Jahre 1856 werden von MILLER-GRAILICH (26. p. 266—267) die Hauptbeobachtungen von HERSCHEL, RUDBERG, BIOT und GRAILICH wiedergegeben.

Den optischen Verhältnissen des Apophyllits sind in weiterer Folge auch die Arbeiten DES-CLOIZEAUX's gewidmet. 1857 (27. p. 3 des Sep.-Abdr. u. f.) schildert derselbe die von

HERSCHEL, BREWSTER und BIOT erkannten Verhältnisse und fügt an, dass ausser Lamellen unbekanntes Fundorts, ehemals im Besitz von SOLEIL Vater, noch der Chromocyclit zu Cziklowa im Banat vorkomme. Die Verhältnisse dieser Krystalle seien aber in optischer Hinsicht sehr mannigfache und verwickelte. Den Charakter der Doppelbrechung erkannte er an den Banater Krystallen als negativ. — Weiterhin werden Krystalle von der Insel Skye beschrieben, an deren einem Ende die Doppelbrechung positiv ist, während sie gegen das andere Ende hin verschwindet oder doch fast unmerklich wird.

Endlich gedenkt DES CLOIZEAUX der weiter oben schon erwähnten SÉNARMONT'schen Arbeiten und kommt zu dem Schlusse, dass man nach aller Wahrscheinlichkeit für den Aufbau des Apophyllits Gemenge zweier isomorphen Componenten anzunehmen habe, von denen wohl die optisch positive, aber nicht die optisch negative Componente der Zeit bekannt sei.

Auf p. 39 und 40 werden die optisch positiven Varietäten aufgeführt und der von HERSCHEL bestimmte Brechungsexponent gegeben. Auf p. 43 und 44 geschieht dies für die negativen Krystalle.

In der Abhandlung von 1858 führt DES CLOIZEAUX an (28. p. 15 des Sep.-Abdr.), dass nach Vergleichen mit Stücken in der Ecole des Mines die ehemals im Besitz von SOLEIL Vater befindlich gewesenen Apophyllit tafeln mit schwacher negativer Doppelbrechung von Utoën stammen. Dortselbst sollen indessen auch andere Vorkommen zu finden sein, die dem Leucocyclit BREWSTER's zugehören. Letztere Namenverbindung beruht offenbar auf einer Verwechslung, da jenen Namen nicht BREWSTER, sondern HERSCHEL gab.

Schon BREWSTER hatte Druckversuche an amorphen und krystallisirten Körpern vorgenommen und mittelst derselben u. A. den Charakter der Doppelbrechung bestimmt, aber erst MOIGNO und SOLEIL (Répertoire d'optique moderne. 1850. T. IV. p. 1592) gaben ein vortreffliches Mittel an, um im convergenten Lichte durch Druck positive und negative Krystalle zu unterscheiden. PFAFF wendet 1859 (29. p. 508) den Druck auch beim Apophyllit an, und zwar deshalb, um die Veränderung des Axenbildes zu studiren. Es ergab sich, dass

die Ebene der optischen Axen sich in die Druckrichtung des positiven Apophyllits stellte und die Erscheinung beim Nachlassen des Drucks wieder in die Anfangslage zurückging.

In dem Jahre 1859 stellt DAUBER (30. p. 280—282) genaue Messungen an Apophyllitkrystallen an.

Er findet die Randkantenwinkel von P (111)

beim Apophyllit von der Seisser Alp	zu	121° 7' 28''
„ rothen Apophyllit von Andreasberg	„	120° 29' 18''
„ bläulichen Apophyllit von Poonah	„	119° 42' 48''

Dabei sind die wahrscheinlichen Fehler bei 1) 57'', bei 2) 27'', bei 3) 2' 56''. DAUBER ist der Ansicht, es gehe nicht an, für alle drei Fundorte dasselbe Axenverhältniss anzunehmen. Er glaubt, dass nach DES CLOIZEAUX alle drei Vorkommen in eine und dieselbe optische Kategorie gehören. Da optische Untersuchungen nicht vorliegen, so ist diese Annahme nicht gestattet; es ist vielmehr wahrscheinlich, dass dies nicht der Fall ist.

Geometrisch ist einzuwerfen, dass, abgesehen vom Ansehen, keine Untersuchung stattgefunden hat, ob das Material einwurfsfrei war, namentlich ob einander parallel sein sollende Flächen auch parallel waren. Das, was die Messungen lehren, ist daher, auch im Hinblick auf später zu schildernde Verhältnisse, nur mit Vorsicht zu benutzen.

In den Lehrbüchern der Mineralogie aus dieser Zeit, die mehr auf optische Verhältnisse Rücksicht nehmen, z. B. DUFRENOY (31. 1855. I. p. 320 u. f.; 1859. IV. p. 128), QUENSTEDT 1862 (p. 344) werden die optischen Erscheinungen nach dem Vorgange von BREWSTER, HERSCHEL und BIOT geschildert. Diese Mineralogen stehen aber stark unter dem Einfluss von BIOT und seiner Hypothese. — Weniger ist dies der Fall bei DELAFOSSE (32. 1858. I. p. 382 u. f.; 1862. III. p. 307 u. f.), der (32. III. p. 308) überdies schreibt: „Ces variations de signe dans le caractère optique de l'axe tiennent sinon à des différences dans la composition chimique, du moins à des changements dans la structure ou la constitution physique des cristaux.“

Die optischen Erscheinungen am Apophyllit werden ebenfalls wieder zusammenfassend dargestellt durch A. DES CLOIZEAUX 1862 (33. p. 125 u. f.).

Neu sind hier die Angaben:

$o = 1,5317$; $e = 1,5331$ Roth's Licht. Krystall von Nalsoë.

Weiterhin wird gesagt, dass gewisse Apophyllite die gewöhnlichen Ringerscheinungen zeigen. Ferner interessirt die Mittheilung, dass zu Utoën (wie es schon HERSCHEL beobachtet hatte [5. p. 33]), Leucocyclit und Chromocyclit in diversen Theilen einer Platte vorkommen. — Ausführlich ist das Fundortsregister auf p. 128.

1874 gibt DES CLOIZEAUX (33 a. p. XXI) für die Apophyllitvarietät Gyrolith energische Doppelbrechung von einaxigem, negativem Charakter an. Das schwarze Kreuz ist öfters gestört.

Im Verlauf seiner optischen Studien erkennt MADELUNG 1862 (34. p. 76) den Apophyllit von Utoën als deutlich zweiaxig.

F. v. KOBELL fasst 1864 (35) die hauptsächlichsten der am Apophyllit erkannten Erscheinungen ebenfalls in seinem geschichtlichen Werke zusammen.

Bei Gelegenheit der Bestimmung von Brechungsexponenten mit der Methode des Polarisationswinkels gibt PFAFF 1866 (36. p. 156 u. f.)

$$o = 1,515; \quad e = 1,516$$

an und vergleicht diese Zahlen mit dem Resultate HERSCHEL'S. Auffallend ist ihm die geringe Differenz der beiden Strahlen; auch zeigte der Krystall „+ im rothen, — im blauen Lichte.“ Da er ausserdem nach der Beschreibung eine natürliche Säulenfläche und eine Basis besass, so darf man wohl annehmen, trotzdem kein Fundort angegeben ist und nähere Daten in optischer Hinsicht fehlen, es habe ein Chromocyclit vorgelegen.

In demselben Jahre erhebt DES CLOIZEAUX (37. p. 479 u. f.) Einwände gegen diese und andere Bestimmungen von PFAFF und findet die Zahlen beim Apophyllit zu niedrig. Wenn die Bestimmung des wechselnden Charakters der Doppelbrechung bei PFAFF richtig ist, so lag ein Krystall mit unter Umständen sehr geringer Doppelbrechung für mittlere Strahlen vor. Die geringe Differenz ist daher wohl erklärlich, weniger, in Anbetracht des theilweise negativen Charakters der Doppelbrechung, ihr Sinn (der e vergrössert); die Stärke der Brechung selbst kann auch wohl so gewesen sein. Jedenfalls gibt der Apophyllit von Nalsoë kein Maass für den untersuchten ab.

Gegen Erhitzung verhält sich das Interferenzbild bei niedrigen Temperaturen ziemlich unempfindlich. DES CLOIZEAUX fand 1867 (38. p. 521), dass ein Krystall von Utoën mit etwas gestörtem Kreuz zwischen $21,5^{\circ}$ und 130° C. in Diagonalstellung der Platte keine Veränderung aufwies. Fernerhin wird (38. p. 523) angegeben, dass der Gyrolith von Skye und Niakornak optisch einaxig negativ sei.

In diese Zeit etwa¹ fallen die Versuche von STEEG, die im Lehrbuch von MÜLLER-POUILLET beschrieben sind (39. p. 872 u. f.). Abgesehen davon, dass man, gestützt auf die früheren Versuche SÉNARMONT's, der die Apophyllitringe nachahmte, indem er positives unterschwefelsaures Blei mit negativem unterschwefelsaurem Strontian combinirte, die Apophyllitringe nach STEEG mit allen positiven und negativen Krystallplatten, wenn man sie in geeigneter Dicke combinirt, hervorrufen kann, bekommt man sie sicher, wenn man einen dünnen Keil von Kalkspath, dessen eine Fläche senkrecht zur Axe ist, unter einer positiv doppelbrechenden Platte herschiebt.

Das nähere Studium der Erscheinungen, die diese Vorrichtung hervorbringt, wird, wie wir später sehen werden, zu den schönsten Ergebnissen führen und recht eigentlich eine Erklärung der Apophyllitringe bringen.

Von Interesse ist in gedachtem Lehrbuch der Physik die Schilderung der Farbenfolge in den Ringen des unterschwefelsauren Strontians. Dann folgt die Schilderung der Ringe des Leucocyclits, darauf aber die falsche Angabe, diese Ringe kämen nicht an den Apophylliten von Tyrol vor (auch Andreasberg liefert sie unter Umständen) und endlich die irrige Meinung, es entstünden diese Ringe dadurch, dass die sie zeigenden Krystalle für gelb einfach brechend, für roth positiv, für blau negativ doppelbrechend seien. In Wahrheit

¹ Ich habe mir Mühe gegeben, Näheres über diese Versuche zu ermitteln, allein Herr Dr. STEEG (in Firma Dr. STEEG & REUTER) schrieb mir unter dem 23. Januar 1892 aus Homburg v. d. Höhe: „Wo die fraglichen Combinationen von Glimmer und Brucit beschrieben sind, können wir Ihnen leider nicht angeben, wenigstens ich habe nichts darüber veröffentlicht. Ich habe nur gesagt, wie auch in MÜLLER-POUILLET u. s. w. erwähnt ist (Herr Dr. STEEG citirt die Auflage von 1879), dass man mit allen positiven und negativen Krystallplatten die Apophyllitringe hervorbringen kann.“

sind die Krystalle von Faroë, Poonah, Tyrol und Andreasberg, welche Leucocyclitringe zeigen, für alle Farben positiv doppelbrechend. — Eine befriedigende Erklärung der Apophyllitringe ist endlich in dem Schlusssatz des über diese Erscheinungen handelnden Paragraphen nicht gegeben.

Die eben erwähnten irrigen Angaben dieses weitverbreiteten Lehrbuchs haben nicht wenig dazu beigetragen, die Kenntniss der optischen Erscheinungen am Apophyllit zu verwirren.

Im Jahre 1873 fasst ROSENBUSCH (41. p. 207—209) die wichtigsten Erscheinungen am Apophyllit kurz zusammen und verificirt einzelne derselben durch eigene Beobachtungen.

Vom chemischen Standpunkte theilt RAMMELSBERG 1875 (42. II. p. 607) neben den Analysenresultaten und der Formel mit: „Der Apophyllit erleidet weder über Schwefelsäure, noch bei 100° einen Verlust. Erst bei 200° tritt Wasser aus. Durch Versuche habe ich gefunden, dass der etwa vier Procent betragende Wasserverlust bei 260° wieder ersetzbar ist, der in höheren Temperaturen eintretende aber nicht.“

Einen wichtigen Fortschritt in der Kenntniss des Apophyllitsystems brachten sodann die Untersuchungen von ER. MALLARD im Jahre 1877 (43. p. 67 u. f.).

Nach einem kurzen Blick auf die Literatur, wobei BREWSTER, HERSCHEL, BIOT und DES CLOIZEAUX genannt werden, wendet er sich zunächst den geometrischen Eigenschaften zu und findet durch Beobachtung und darauf gegründete Rechnung, dass die Anlage zweier Krystalle von Andreasberg nicht eine streng quadratische ist und innerhalb der Krystalle eines Fundorts schwankt.

Nach Erwähnung des sehr constanten Habitus der Krystalle, die sich als basische, säulenförmige oder pyramidale Gebilde darstellen, geht MALLARD zur Schilderung der einzelnen Vorkommen in optischer Hinsicht über.

Die untersuchten Krystalle von Poonah zeigten einen Centraltheil und Randfelder. Im convergenten Lichte bietet ersterer die Leucocyclitringe mit positiver Doppelbrechung dar. Im parallelen Lichte ist der Centraltheil der Platte durch sich kreuzende Lamellen fast dunkel. In zwei Randfeldern stehen die optischen Axen senkrecht zur äusseren

Begrenzung. Da nicht genau angegeben ist, wie die Krystalle ausgebildet waren, so kann man nicht ersehen, ob der Schnitt, der aber nahe an der Basis gelegen haben soll, durch die Projection der Pyramide oder des verwendeten Prismas auf die Basis begrenzt war. Wahrscheinlich ist ersteres anzunehmen. — Der Axenwinkel ist etwa 30° , die Dispersion ist schwach und $\rho < \nu$, der Charakter der Mittellinie ist positiv, die Färbung der Curven wie die der Leucocyclitringe.

Von Zacatecas wurden Schnitte untersucht, die senkrecht zu den Prismen $\infty P_{\infty}(100)$, $\infty P_n(hk0)$ gingen. In vier Sektoren, den Pyramidenfeldern entsprechend, liegen die Axen nach den Diagonalen des umgrenzenden, von der Projection von $\infty P_{\infty}(100)$ auf $OP(001)$ herrührenden Quadrats. Auslöschung findet in diesen Feldern nach den erwähnten Diagonalen statt. — Vom Prisma $\infty P_{\infty}(100)$ gehen vier fast einaxige Felder nach der Mitte des Krystalls zu und treffen dort in einem Centralfeld gleichen Charakters zusammen. — Im parallelen Lichte sind diese Theile, namentlich der mittlere, sehr complicirt aufgebaut, wie MALLARD des Näheren auseinander setzt. Wichtig ist seine Bemerkung (p. 72), dass nicht alle Theile der Gesamtplatte nach den Diagonalen der Platte, sondern einzelne Lamellen unter 45° dazu auslöschen. Schon BREWSTER hatte auf dieses Verhältniss durch seine Angabe der eigenartigen Feldertheilung hingewiesen. — Die Farben der Axencurven sollen die des Leucocyclits sein.

Die Krystalle von Faroë zeigen im Allgemeinen die schon von BREWSTER geschilderten Erscheinungen, besonders auch auf den Prismenflächen. In Spaltlamellen nach $OP(001)$ beobachtet man (Schnittbegrenzungen durch die Projectionen des Prismas $\infty P_{\infty}(100)$) Viertheilung nach der Mitte der Seiten, Axen in den Diagonalen, Färbung der Lemniscaten wie in den vorigen Fällen.

Die Krystalle von Nova Scotia sind von demselben Verhalten, was Axen, Axenlage und Färbung anlangt. In keinem Punkte der Platten beobachtet man Einaxigkeit.

Die Krystalle von Andreasberg zeigen in Spaltlamellen durch die Pyramide Viertheilung nach den Diagonalen. Die Auslöschung schwankt sehr und ist nur in einzelnen Theilen der Felder senkrecht zur äusseren Begrenzung. Öfters sind

zwei der Felder überhaupt dunkel und von annähernd optisch einaxigem Charakter, die zwei andern wechseln in der Auslöschung und verdunkeln annähernd senkrecht zu den äusseren Begrenzungen. Die Farben der Ringe und Lemniscaten sind nicht mehr die des Leucocyclits, „le rouge et le vert dominant comme dans la plupart des autres substances cristallines.“ — Hierdurch ist nicht gesagt, dass sie genau wie bei diesen Substanzen aussehen; in der That ist dies auch nicht der Fall.

Die Krystalle von Cziklowa zeigen auf dem Prisma parallel der Basis gelagerte, sehr dünne, im parallelen polarisirten Lichte grün und roth erscheinende Lamellen, die nach der Basis zu dicker werden. Parallel der Basis zeigen die Krystalle im convergenten Licht auf blau violettem Grunde ein verschwommenes schwarzes Kreuz von negativem Charakter der Doppelbrechung.

Danach wendet sich der Verfasser zur Untersuchung der von BIOT hinterlassenen Apophyllitplatten. Die eine von HERSCHEL an BIOT gesandte Platte zeigte Leucocyclitringe und in einer besonderen Stelle, getrennt von der übrigen Partie durch eine ziemlich regelmässige Linie, solche von Chromocyclit (schwarzes Kreuz, violetter Grund). Dies hatte schon HERSCHEL beobachtet, vergl. oben. Im parallelen Lichte nehmen die Chromocyclitpartien dunklere Töne an. Leucocyclit und Chromocyclit waren in einer Platte getrennt durch eine schmale Partie, die im convergenten Lichte Ringe vom Charakter der Andreasberger Apophyllitringe zeigte. Diese Erscheinung muss offenbar HERSCHEL auch schon gesehen haben, ehe er seiner Zeit, auf BIOT's Rath hin, die Platte spaltete, da man, wie ich zeigen werde, die Andreasberger Ringe nachahmen kann, wenn man Leucocyclit und Chromocyclit in passenden Dicken combinirt und HERSCHEL's Platte, gespalten, in den einzelnen Theilen jene Erscheinungen zeigte.

Neu und interessant ist die Bemerkung MALLARD's, dass das schwarze Kreuz sich öfters öffnet und dann blau zwischen den Scheiteln der Hyperbeln, violett zwischen den jeweiligen Ästen derselben ist. Die Doppelbrechung erweist sich als positiv für Roth, negativ für Grün.

Eine fernere Platte zeigte auf gelbem Grund ein gestörtes Kreuz, dasselbe ist zwischen den Hyperbelästen röth-

lich. Die Doppelbrechung ist für Roth positiv, unbestimmt für Blau und Grün.

Eine dritte Platte besitzt ein schwarzes Kreuz auf röthlichem Grund. Sie ist negativ doppelbrechend für Roth und positiv für Blau und Grün.

Eine vierte Platte hat ein schwarzes Kreuz auf einem rothen Grund. Durch Spaltung in zwei Theile zerlegt, zeigt der eine positive Doppelbrechung für Roth, unbestimmte für Blau und Gelb, die andere weist negativ für Roth und wahrscheinlich positiv für Blau und Gelb auf.

Von grösstem Interesse ist die Schilderung eines fünften Präparats, das einen Krystall mit den Flächen P (111) und $\infty P2$ (120) (wahrscheinlich neben Prisma und Basis) darstellt. Im Text ist Taf. III Fig. 47^{bis} angegeben; in der Taf. III passt nur Fig. 45 auf die Beschreibung.

Wir sehen eine annähernd rechteckige Begrenzung, offenbar $\infty P\infty$ (100) entsprechend und nach den Diagonalen dieser Figur breite Felder ziehen, in denen die Axen senkrecht zu den Diagonalen stehen. Der Axenwinkel ist 30° — 40° in Luft. Die Hyperbeln sind braun, zwischen den Ästen sind sie violett, zwischen den Scheiteln blass blau gefärbt. Mit dem blauen Glase untersucht, behält die Ebene der Axen ihre Lage wie im gewöhnlichen Lichte bei, mit dem rothen Glase geprüft, wird das Bild nahe einaxig, vielleicht steht die Ebene der Axen für Roth senkrecht zur Lage im weissen Licht. — Der Charakter der Doppelbrechung ist leider nicht bestimmt, dürfte aber vielleicht für blau negativ und für roth positiv sein, wenn die Axenebenen senkrecht auf einander stehen. — Die zwischen den genannten Feldern liegenden Dreiecke sind im parallelen Lichte bei gekreuzten Nicols fast dunkel und zeigen im convergenten ein braunes Kreuz auf blauem Grunde. Die Doppelbrechung ist negativ für Blau und Grün und wahrscheinlich positiv für Roth.

Hiermit ist die Reihe der Beobachtungen geschlossen. Zur Erklärung der Erscheinungen zieht MALLARD nach den krystallographischen Hauptrichtungen gelagerte Raumgitter heran, die wechselweise zusammenwirken, dabei sich gegenseitig beeinflussen und modificiren, so dass der verschiedene Charakter der Doppelbrechung, die eigenthümlichen Ringe

und bei Trennung der Raumgitter die einzelnen Felder zu Tage kommen. Das System jener ist das monokline, bei vollständiger Durchdringung entstehen die einaxigen Stellen.

In der Dissertation von LUEDECKE 1878 (44. p. 21 u. f.) finden sich neben einer Besprechung des Apophyllits vom Radauthal, Harz, eine Reihe von Bemerkungen und Daten über Apophyllite anderer Fundorte.

Der Apophyllit vom Radauthal hat $a : c = 1 : 1,2138$; der Randkantenwinkel von P (111) ist $119^{\circ} 33,2'$. Von optischen Verhältnissen wird angegeben, dass die Krystalle „das Ringsystem mit dem schwarzen Kreuz nur wenig verzogen“ zeigen. Die Brechungsexponenten wurden nicht bestimmt, dagegen ergab sich an einem Krystalle von Andreasberg $a : c = 1 : 1,2371$, Randkantenwinkel von P (111) $= 120^{\circ} 29,7'$ und

$$\begin{array}{ll} o_{\text{Na}} = 1,5337; & o_{\text{Li}} = 1,5309 \\ e_{\text{Na}} = 1,5356; & e_{\text{Li}} = 1,5332. \end{array}$$

Ein Krystall von Faroë lieferte $a : c = 1 : 1,2422^1$ und den Randkantenwinkel von P (111) $= 120^{\circ} 45,4'$. Ferner

$$\begin{array}{ll} o_{\text{Na}} = 1,5356; & o_{\text{Cs}} = 1,5311 \\ e_{\text{Na}} = 1,5368; & e_{\text{Cs}} = 1,5335. \end{array}$$

Endlich fanden sich an einem Krystall von Hestoe, Faroër $a : c = 1 : 1,2436^2$ und der Randkantenwinkel von P (111) $= 120^{\circ} 43,1'$. Ferner ist:

$$o_{\text{Na}} = 1,5331; \quad e_{\text{Na}} = 1,5414.$$

In der Abhandlung selbst und zum Schlusse wird darauf hingewiesen, dass nicht nur die Grunddimensionen der Krystalle verschiedener Fundpunkte, sondern auch eines und desselben Fundpunktes mehr oder weniger schwankend befunden worden sind.

Gestützt auf die optischen Untersuchungen MALLARD's suchte J. RUMPF 1880 (45. p. 369 u. f.) von geometrisch-tektonischer Seite her den Nachweis zu liefern, dass das Krystallsystem des Apophyllits das monokline sei und die scheinbar einfachen Krystalle complicirte Zwillingungsverwachungen darstellen. Auf Grund seiner Messungen kann er aber

¹ Der richtige Werth der Axe aus dem Winkel berechnet ist 1,2436.

² Richtig 1,2427.

weder eine Axenschiefe, noch eine Verschiedenheit der Axen in der Basis darstellen und wenn er auch interessante Beiträge zur Kenntniss des Aufbaues der Krystalle liefert, hie und da zeigt, dass äussere Flächenstreifung u. s. w. mit beobachteten inneren Grenzen der optischen Fehler zusammenfallen, so ist doch in seiner Arbeit nirgends mit zwingender Nothwendigkeit dargethan, dass das Krystallsystem des Apophyllits wirklich das monokline sei.

Vorstehendes Urtheil hat der eine Referent über die in Rede stehende Arbeit, Prof. GROTH 1881 (47 b. p. 376), schon im Wesentlichen ebenso ausgesprochen.

Der andere Referent, Prof. KLOCKE, ist in seinem schon vorher (1880. 47 a. p. 11 u. f.) erschienenen Artikel derselben Ansicht und wendet vom optischen Standpunkt noch Einiges gegen die RUMPF'sche Annahme ein. RUMPF denkt sich, wie MALLARD, die einaxigen Stellen in den Krystallen durch Kreuzung von Lamellen, etwa nach Art der NÖRRENBURG'schen rechtwinkeligen Glimmercombinationen, entstanden. KLOCKE führt nach REUSCH (40. p. 628) aus, dass die Nachahmung der Einaxigkeit nur dann genau zutrifft, wenn die Glimmerhauptschnitte in die gekreuzten Nicols fallen und knüpft daran weitere Bemerkungen. Man könnte nun zwar diesen Einwurf, sehr dünne Lamellen vorausgesetzt, nach SOHNKE's Mittheilungen (POGG. Ann. 1876. Erg.-Bd. VIII. p. 59 u. f.) fallen lassen, vielleicht aber anführen, dass beim Apophyllit die erste Mittellinie der Axen nicht unwesentlich von der Platten normale abweicht und durch einfache Kreuzung derartiger Platten kein einaxiges Bild entstehen kann, wie es von Glimmer, bei dem besagte Verhältnisse viel günstiger liegen, geliefert wird. KLOCKE hebt ferner eine von ihm in den zweiaxigen Apophylliten von Andreasberg beobachtete Wand einaxiger Substanz hervor, die im Sinne des jeweiligen normalen Hauptschnitts liegt und fasst die von ihm genau geschilderten optischen Erscheinungen als durch einen Druck zu Stande gekommen auf, der wahrscheinlich durch das Krystallwachsthum bedingt ist.

Versuche bestätigten ihm, dass senkrecht ∞P (110) gepresster Apophyllit zweiaxig wird und die Axenebene sich senkrecht ∞P (110) stellt, wie dies im natürlichen Vorkommen

oft schon der Fall ist. Endlich wird auch auf die Thatsache hingewiesen, dass die Zweiaxigkeit in den Apophyllitplatten verschieden gross ist und gelegentlich ganz fehlen kann, wie an der Wirkungslosigkeit solcher Blättchen auf den Ton des Gypsblättchens zu ersehen ist. — Schon BIOT lenkte auf dieses Verhalten der Krystallspitzen die Aufmerksamkeit.

Im weiteren Verfolg dieser Untersuchungen constatirt KLOCKE 1881 (48. p. 204 u. 205) beim Apophyllit das folgende Verhalten:

„Geht man von der einaxigen Mitte aus in der Richtung senkrecht zu einer Randkante, so nimmt, von Null anfangend, der Winkel der optischen Axen stetig zu, verschiebt man dagegen die Platte parallel einer Randkante, so bleibt der Axenwinkel innerhalb eines Sectors constant.“

Da in Folge dessen ein dünner Streifen aus einem Krystall, parallel einer Randkante von P (111) herausgeschnitten, sich innerhalb des betreffenden optischen Feldes wie ein homogener Krystall verhält, in anderen Richtungen entnommen, aber ein abweichendes Verhalten zeigt, so schliesst KLOCKE, dass die Krystalle nicht, wie es MALLARD gemeint hat, aus normalen zweiaxigen Individuen aufgebaut sein können. Jedenfalls ist durch diese Beobachtung erwiesen, dass die optischen Erscheinungen in einem bestimmten optischen Felde, in dem die Richtung homologer Elasticitätsaxen die gleiche ist, abhängig vom jeweiligen Orte sein werden.

Fernerhin studirt KLOCKE diese Verhältnisse noch näher (1881. 49) und macht p. 254 auf die in den optisch anomalen Krystallen (Apophyllit und Idokras) vorkommenden, unregelmässig verlaufenden schwarzen Curven, Streifen und Flecke aufmerksam, die sich im polarisirten Lichte zeigen, beim Drehen des Präparates wandern und sich bei Druck verschieben. Auf p. 257 u. f. constatirt er dann die Veränderlichkeit des Axenwinkels mit dem Druck, und zwar für den positiven Apophyllit die Vergrösserung des Winkels in den Feldern, senkrecht zu deren Randkanten gedrückt wird und die Verkleinerung in den beiden anderen. Auch die Wirkungen eines übermässig starken Drucks werden beleuchtet, aber nur am Idokras verificirt, da die Apophyllite einen solchen nicht aushalten.

Auf p. 266 und 267 kommt endlich das Skelett in den Apophyllitkrystallen zur Besprechung. Es wurde beobachtet in den Krystallen von Aussig und vom Radauthal und trennt dieselben nach den normalen Hauptschnitten. — Welches auch seine Rolle sein möge, die es bei den Krystallen spielt, so viel steht fest, dass es widerstandsfähiger ist als die es ausfüllende Masse, was sich nach KLOCKE auch beim Ätzen zu erkennen gibt.

Im Jahre 1882 beschreiben CROSS und HILLEBRAND (50) den Apophyllit von Table Mountain, Golden, Colorado und schildern dessen optische Structur in Spaltstücken durch die Pyramide und durch das Prisma der zweiten Art. Es erscheinen vier Theilfelder und ein Centraelfeld. Die optischen Eigenschaften derselben werden erläutert und die Ansicht ausgesprochen, es seien die Erscheinungen wahrscheinlich nicht solche, die aus ursprünglicher Anlage resultiren, sondern eher von secundären Wirkungen (innerer Spannung) herrühren. Vergl. auch das Referat über diese Arbeit (50a. p. 30).

O. MÜGGE untersucht 1884 (51. p. 59—60) den Apophyllit in Bezug auf seine Cohäsionsverhältnisse. Er gibt an: „Die Schlagstrahlen verlaufen parallel $mP\infty$ ($h o l$) und da bei heftigerem Schlagen $\infty P\infty$ (100) als Trennungsfläche auftritt, entsprechen sie jedenfalls dieser.“ — In Folge zonaren Wachstums nach $\infty P\infty$ (100) und P (111) entsteht so leicht Absonderung, dass die Krystalle nur einen geringen Druck aushalten.

C. KLEIN beschäftigt sich 1884 (52. p. 253 u. f.) mit den Apophylliten von Golden, Faroë und Guanajuato. Es wurde hier der Einfluss der Umgrenzungselemente und der Verzerrung auf die optische Structur besonders studirt. Während nach BREWSTER, BIOT, MALLARD, KLOCKE u. A. es längst bekannt war, dass gewisse Apophyllite Feldertheilung zeigten, war es doch noch nicht so deutlich hervorgetreten, in welcher Art diese Theilung von der optischen Structur abhängig sei. Diesen Zusammenhang versucht die Arbeit darzustellen und zu erweisen, dass den am Krystalle auftretenden Flächen auch Felder im optischen Sinne entsprechen und auf die Ausbildung derselben die Verzerrung ebenfalls von Einfluss ist. — Erwärmungsversuche ergaben damals kein Resultat; wie

man heute sagen kann, deshalb, weil keine tauglichen Schriffe oder vielleicht zu dicke Präparate angewandt wurden.

In thermisch-optischer Hinsicht constatirt DOELTER 1884 (53. p. 221) bei einer Apophyllitplatte „eine bedeutende Annäherung der Hyperbelarme“ beim Erwärmen.

Den Einfluss nicht allseitiger Erwärmung studirte W. KLEIN 1884 (54. p. 45 u. f.) u. A. auch am Apophyllit. Ward einem Spaltstück von zweiartigem, positivem Apophyllit von der Seisser Alp die Wärme so zugeführt, dass die Räume innerhalb der Hyperbeläste erhitzt wurden, so entfernten sich die Hyperbeln von der Mitte, d. h. der Axenwinkel nahm zu. Wurde dagegen die Wärme in den Räumen zwischen den Hyperbelscheiteln zu geleitet, so rückten diese einander zu und der Axenwinkel wurde = 0.

Durch die Beobachtung natürlicher und die Hervorbringung künstlicher Ätzfiguren auf den Flächen des Apophyllits diverser Fundorte fand F. RINNE 1885 (55. p. 19 u. f.), dass die betreffenden Figuren in Ausbildung und Vertheilung dem quadratischen Systeme entsprechen; er konnte ferner Beziehungen zwischen Ätzfiguren und optischen Feldern nicht beobachten und fand einmal, „wie drei optisch verschiedene Felder durch eine grosse Ätzfigur hindurch zogen.“

In ihrer zweiten Untersuchung der Zeolithe der Rocky Mountains behandeln HILLEBRAND und CROSS 1885 (56. p. 29 u. f.) nochmals den Apophyllit von Golden. Während ich (52) eine ziemlich gleichmässige Beeinflussung der optischen Structur durch die umgrenzenden Elemente nachweisen konnte, fanden die Verfasser an anderen Krystallen manches vom Normalfall Abweichende, so namentlich Fehlen des Basisfeldes, oder auch gleichmässiges Durchsetzen desselben durch den Krystall, Differenzirungen in seinem Bezirke in wechselnder Weise, durch Spannungen erzeugte dunkle Kreuze u. s. w. Die Pyramidenfelder waren in ihrem Auftreten weniger Zufälligkeiten unterworfen, die von $\infty P \infty$ (100) ausgehenden Sektoren erwiesen sich in Form und optischem Verhalten sehr verschieden.

In Anbetracht dieses grossen Wechsels glauben die Autoren mit Recht die optischen Erscheinungen am Apophyllit wie in ihrer ersten Arbeit deuten zu sollen.

In Anbetracht des seither am Apophyllit Bekanntgewordenen hält GOLDSCHMIDT 1886 (57. p. 236) vorläufig am tetragonalen System fest.

CARL HERSCH gibt interessante Beobachtungen über den Wassergehalt des Apophyllits bei höheren Temperaturen, die um so freudiger zu begrüßen sind, als die in jener Beziehung sonst grundlegende Arbeit von A. DAMOUR, Recherches sur les propriétés hygroskopiques des Minéraux de la famille des Zéolithes (Annales de Chimie et de Physique. 1858. 3e série. T. 53. p. 438 u. f.) über den Apophyllit nicht handelt.

Nach HERSCH 1887 (58. p. 5) verliert der Apophyllit von Bergen Hill, New Jersey (unter dem Mikroskop wurden in einer Spaltlamelle desselben „kleine, mit Wasser erfüllte Bläschen gesehen“), dessen Zusammensetzung nahezu die normale ist:

bei 100° C.	=	0,11 Procent H ² O	=	0,06 M.
160°	=	0,38	„	„ = 0,19 „
200°	=	0,77	„	„ = 0,38 „
240°	=	2,03	„	„ = 1,00 „
275°	=	9,08	„	„ = 4,37 „
300°	=	9,91	„	„ = 4,77 „
Rothgluth	=	16,61	„	„ = 8,00 „

MICHEL-LÉVY und LACROIX 1888 (59. p. 300—301) führen unter Reproduction des MALLARD'schen Schemas der Krystalle von Mexico den Apophyllit als pseudoquadratisch, in Wahrheit aber als aus rhombischen Theilen bestehend, und zwar nach MALLARD auf. MALLARD hat nun die Symmetrie der Raumgitter als monoklin bestimmt, aber allerdings nirgends gesagt, dass die erste Mittellinie der optischen Axen schief auf der Basis stehe, da dieses nun aber thatsächlich der Fall ist, so kann der Aufbau nicht durch zwei rhombische Grundkrystalle geschehen, wie MICHEL-LÉVY und LACROIX angeben, sondern müsste, wollte man bezüglich der einaxigen Stellen so verfahren, durch vier sich rechtwinkelig kreuzende monokline Individuen erfolgen.

W. C. BRÖGGER erwähnt 1890 (60. p. 644—646) von dem Apophyllit der Gänge der südnorwegischen Augitsyenite nur die bekannten normalen und abnormen Eigenschaften.

C. DOELTER studirt 1890 (61. p. 120—123) den Apophyllit in chemischer und optischer Hinsicht.

Er findet, ähnlich wie seine Vorgänger RAMMELSBERG und HERSCH, dass der Apophyllit bei 260° C. im Luftbade erhitzt (und während der beschriebenen Behandlung in 2 Stunden) 9,59 Procent H^2O verliert, das erst in 3586 Stunden wieder aufgenommen wird. Über 270° C. erwärmt, tritt Trübung ein.

Nach diesen Daten erachtet DOELTER vom Gesamtwassergehalt die Hälfte als chemisch gebunden.

Er findet schliesslich, dass eine bei 250 — 270° C. erwärmte Apophyllitplatte, die vor dem Versuche zweiachsig war, einachsig wurde und neigt sich der Annahme zu, dass bei 260° C. der krystallwasserfreie Apophyllit einachsig ist, die Hydrate dagegen zweiachsig sind.

P. J. PLONER 1891 (62. p. 337 u. f.) hält den Apophyllit für quadratisch. Nach seinen Untersuchungen ist für die Krystalle verschiedener Fundorte kein jeweils verschiedenes Axensystem anzunehmen; es genügt vielmehr, namentlich für die Krystalle der Seisser Alp, das von DANA $a : c = 1 : 1,2515$. Die damit nicht stimmenden Pyramidenneigungen sind durch Vicinalflächenwerthe hervorgerufen.

Eine zusammenfassende Darstellung der wichtigsten am Apophyllit beobachteten Erscheinungen gibt danach R. BRAUNS 1891 (63. p. 297 u. f.). Dieselbe ist so angelegt, dass bei der Betrachtung der einzelnen Eigenschaften dieses Minerals die Hauptbeobachtungen erwähnt werden. Ich habe die vorstehende ausführlichere Darstellung rein chronologisch gehalten, um zu zeigen, in welcher Art sich die Erkenntniss des Thatbestandes bei diesem Mineral Bahn brach.

BRAUNS kommt auf Grund seiner Darstellung zu dem Schlusse, dass als Grund der optischen Anomalien beim Apophyllit mit grosser Wahrscheinlichkeit die isomorphe Beimischung anzusehen sei. Er stützt sich bei Annahme einer solchen auf die beobachteten positiven und negativen Krystalle. Das System des Apophyllits betrachtet er als das quadratische, die optischen Besonderheiten als Störungen.

BRAUNS stellt sich mit diesen Äusserungen im Wesentlichen auf den Standpunkt, den KLOCKE und ich gegen MALLARD, RUMPF und TSCHERMAK vertreten haben. Nach Mittheilung meiner Untersuchungen wird die Frage in ein noch etwas anderes Licht treten müssen.

Hier bemerke ich nur noch im Speciellen, dass ich bezüglich des Gerüstes die Ansicht theile, die BRAUNS beim Boracit (63. p. 98) entwickelt hat. Dasselbe wird dort und beim Apophyllit als secundär entstanden aufzufassen sein. Dies setzt alsdann aber secundäre Wirkungen in den Krystallen voraus.

Was die Bemerkung gegen KLOCKE anlangt (a. a. O. p. 302), so ist die Angabe KLOCKE's richtig, denn der Apophyllit wurde senkrecht zu einer Randkante von P (111), also im Sinne einer Normalen auf ∞P (110) gedrückt.

M. J. HEDDLE beschäftigt sich 1891 (64. p. 391) mit dem Gyrolith in optischer Hinsicht. Das betreffende Vorkommen von den „Treshinish Islands“ soll von DES CLOIZEAUX krystallographisch untersucht werden, besagter Forscher hat auch den Charakter der Doppelbrechung als negativ bestimmt. HEDDLE gibt an, dass die Krystalle nur scheinbar einaxig, in Wahrheit zweiaxig mit kleinem ($2-3^0$) Axenwinkel seien. Da die Axen in einem blauen Grunde liegen und sonst auch schöne und wechselnde Polarisationsfarben wahrgenommen wurden, so lag offenbar ein Chromocyclit vor.

Das lehrreiche Handbuch der Optik von MASCART behandelt in seinem zweiten Band (65. 1891. p. 177) auch den Apophyllit. Bei der Wichtigkeit der Sache lassen wir die hauptsächlichsten Ausführungen wörtlich folgen:

„Dans les cristaux uniaxes, la différence des indices principaux de réfraction, ou la biréfringence, croît habituellement, comme les refractions elles-mêmes, à mesure que la longueur d'onde diminue.“

„Sur une lame uniaxe perpendiculaire à l'axe et pour de faibles incidences, le rayon vecteur ϱ d'un anneau d'ordre m peut-être représenté par l'expression:

$$\varrho^2 = \frac{n^2 m \lambda}{2 e \mu}$$

dans laquelle le facteur n est sensiblement l'indice moyen de réfraction et μ la biréfringence.“ (e ist die Plattendicke.)

„Si le rapport $\frac{n^2}{\mu}$ est constant . . . les franges isochromatiques présentent exactement les mêmes apparences que les anneaux de NEWTON dans l'air pour l'incidence normale . . .“

„Pour certains cristaux tels que l'hyposulfate de strontiane, les différentes couleurs sont déjà nettement séparées sur le premier anneau brillant et les franges suivantes disparaissent à partir de la troisième; la biréfringence croît alors très rapidement du rouge au violet.“

„Dans d'autres cristaux au contraire, tels que l'apophyllite uniaxe et la brucite du Texas, on peut distinguer une vingtaine d'anneaux. Comme le facteur n^2 ne varie pas beaucoup d'une couleur à l'autre, cette multiplication des franges visibles montre que la biréfringence μ croît avec la longueur d'onde, à l'inverse de ce qui a lieu pour la réfraction elle même; les indices principaux se rapprochent ainsi, quand on passe du rouge au bleu, de sorte que le cristal tend à devenir isotrope pour une longueur d'onde déterminée et peut-être à changer ensuite de signe.“

„Enfin, cette variation en sens contraire de la biréfringence pourrait être assez rapide pour que les irisations des anneaux fussent renversées; il faut, pour cela, à part les variations du facteur n^2 , que la biréfringence μ augmente plus rapidement que la longueur d'onde. Ce phénomène s'observe sur certains échantillons d'idocrase à une axe, ou les anneaux sont bordés de vert à l'extérieur et d'une teinte carmine à l'intérieur. Il en résulte que le diamètre des anneaux croît d'abord du rouge au vert, pour diminuer ensuite du vert au violet.“

Abgesehen von diesen wichtigen Mittheilungen, die auf Vieles am Apophyllit Beobachtete Bezug haben, sich zwar in manchen Punkten mit früheren Ausführungen von HERSCHEL und BREWSTER decken, mir aber in der vorliegenden Zusammenstellung bei der ersten Drucklegung meiner Arbeit noch nicht bekannt geworden waren, führt auch MASCART (65. p. 181) unser Mineral als Anhang zu denjenigen zweiachsigern Art auf, bei denen eine Kreuzung der Axenebene für die verschiedenen Farben vorkommt.

Im Jahre 1892 behandelt endlich E. S. DANA (66. p. 566 u. f.) den Apophyllit neben dem Gyrolith und schildert beide nach ihren hauptsächlichsten Eigenschaften, wie sie in der Literatur seither bekannt geworden sind.

Überblickt man die Fülle des Beobachteten, so wird man,

namentlich nach dem Lesen meiner nun folgenden Untersuchungen, erkennen, dass Vieles schon seither bekannt war. Es bedurfte aber neuer und wiederholter Forschungen, um zu ersehen, was aus der Reihe des Bekannten als das Wichtige und Grundlegende hervorzuheben ist, um dies dann wieder durch andere Untersuchungen zu ergänzen und so ein möglichst vollständiges Bild zu gewinnen.

II. Krystallographisch-optische Untersuchung.

1. Vorbereitende Studien.

Da die Erscheinungen am Apophyllit sehr complicirte sind, viel verwickeltere als man dies nach den bisherigen Beobachtungen anzunehmen geneigt sein könnte und auch mannigfacher als die, welche bis jetzt bei anderen Mineralien erkannt worden sind, so war es nöthig durch vorbereitende Studien den Weg zum Verständniss zu ebnen.

- a) Die optischen Wirkungen der NÖRRENBURG'schen rechtwinkligen Glimmercombination.

Wie bereits REUSCH 1869 (40. p. 628) anführt und KLOCKE 1880 (47a. p. 13) bestätigt, ist die Nachahmung der Erscheinungen einaxiger Krystalle durch diese Combination nur dann vollkommen, wenn die Glimmerhauptschnitte in die gekreuzten Polarisations Ebenen der Nicols fallen. — Man darf jedoch nach Analogie dessen, was REUSCH (p. 631) angedeutet und SOHNCKE ausgeführt hat (vergl. p. 237), erwarten, dass bei sehr dünnen oder unendlich dünnen Blättchen, die Wirkung der Combination immer vollkommener bis ganz vollkommen sein werde.

Wären die jetzt von Hrn. Dr. STEEG gefertigten Combinationen schon so vollkommen, so müsste, eine auf die andere gelegt, sich die Wirkung z. B. im convergenten polarisirten Lichte, nur so steigern als hätte man eine Platte von der Dicke beider Platten vor sich und ein Verdrehen der einen Platte um die Plattennormale gegen die andere dürfte an der Erscheinung nichts ändern. Dies ist aber nicht der Fall, denn führt man einen solchen Versuch aus, so erblickt man im convergenten polarisirten Lichte, namentlich,

wenn in der einen (unteren) Platte die Glimmerhauptschnitte diagonal zu den gekreuzten Polarisations Ebenen der Nicols, in der anderen (oberen) dazu senkrecht und parallel stehen, die sogenannte Brillenfigur (Fig. 1), welche in vielen einaxigen Krystallen, u. A. auch im Apophyllit, vorkommt.

Man könnte nun meinen, wenn sich im Apophyllit eine Brillenfigur zeigt, so müssten die Verhältnisse genau so wie in jenen Combinationen liegen, allein eine eingehendere Untersuchung zeigt, dass dies nicht der Fall zu sein braucht. — Prüft man näher, so findet man, dass die eine (untere) Com-

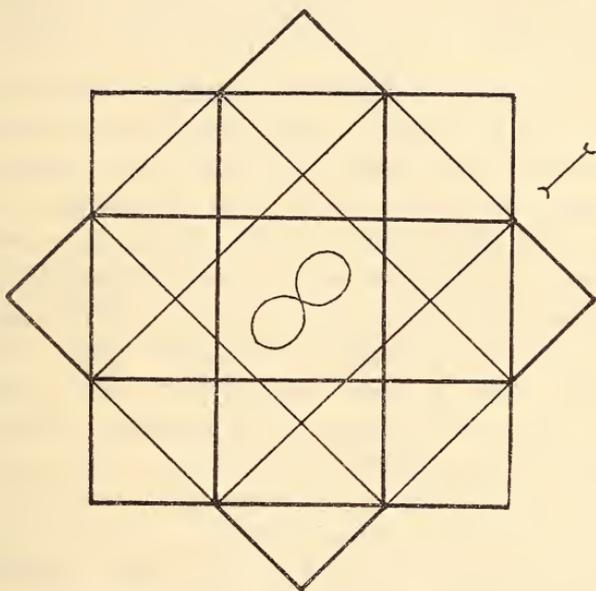


Fig. 1.

bination (die nach REUSCH [40. p. 631] auch ersetzt werden kann durch eine Kalkspathplatte, senkrecht zur Axe geschnitten und zwischen zwei $\frac{1}{8}$ Undulationsglimmerplatten mit rechtwinkelig gekreuzten Hauptschnitten befindlich), nach dem Öffnen des schwarzen Kreuzes beim Drehen des Tisches zu schliessen, annähernd so wirkt, wie eine sehr schwach zwei-axige Platte in Diagonalstellung und nimmt man dazu, dass die andere (obere) Platte annähernd in der ihr zugewiesenen Stellung die Eigenschaften einer einaxigen Platte gleicher Dicke und gleichen optischen Charakters hat, so kann man

die obere Combination durch einen Keil aus einem Mineral ersetzen, was den gleichen Charakter der Doppelbrechung besitzt. Dies ist für die optisch negative Glimmercombination am besten der Kalkspath. Wendet man einen Keil aus diesem Mineral an, dessen eine Fläche genau senkrecht zur optischen Axe ist, so gelingt es leicht durch Überschieben des Keils über die Platte die Brillenfigur zu erzeugen. Dabei stellt sich die Längsrichtung der Brille in die Ebene der optischen Axen, hebt also diese hervor, was unter Umständen zur Erkennung schwacher Zweiachsigkeit von Bedeutung ist. Da der Kalkspath sich in allen Richtungen senkrecht zur optischen Axe gleich verhält und die Richtungen alle die kleinster Elasticität sind, so ist es gleich wie der Keil eingeschoben wird: Ob in der Ebene der Axen des Glimmers, senkrecht dazu, oder unter einem Winkel, es fällt immer eine Richtung kleinster Elasticität in die Ebene der Axen des Glimmers. Nun ist die Spur der letzteren aber auch die Richtung kleinster Elasticität, das Phänomen der Brille kommt also dadurch zu Stande, dass eine Schicht einer gewissen Elasticitätsrichtung und von passender Dicke, sich über die entsprechende Richtung der schwach zweiachsig Combination legt. Abgesehen davon, dass man in dieser nach REUSCH eine Erscheinung hat, „wie wenn ein einaxiger, nicht drehender Krystall elliptisch polarisirt und analysirt würde“, ist es wohl anzunehmen, dass im Apophyllit durch Überlagerungen zweiachziger Theile Verhältnisse zu Stande kommen können, die wie die zuletzt geschilderten geartet sind und wie sie, also Combination und darüber gelagerte einaxige Partie von passender Dicke, wirken.

Wendet man an Stelle des Kalkspathkeils einen Quarzkeil, parallel der optischen Axe geschnitten an, und ist in diesem die Längsrichtung die der Axe c oder die kleinster Elasticität, so wirkt der Quarzkeil wie der Kalkspathkeil, wenn ersterer in der Richtung der Ebene der optischen Axen geführt wird; unter 90° dazu bewegt stellt sich die Brille senkrecht zu der Ebene der optischen Axen.

Auch ein einaxiger Apophyllit selbst erzeugt mit dem Quarzkeil die Brillenfigur¹, danach kommt es zu ihrer Er-

¹ Die nähere Ausführung dieser Verhältnisse gibt ein Mittel an die Hand, mit dem Quarzkeil auch bei einaxigen oder schwach zweiachsig und

zeugung nur darauf an, dass einaxige Substanz von zweiaxiger in passender Dicke und entsprechender Elasticitätsrichtung überlagert werde. Die respectiven Lamellen und Partien müssen überdies senkrecht zur c-Axe des einaxigen Krystalls verlaufen.

b) Die optischen Wirkungen der REUSCH'schen Glimmercombinationen in ihren Aussenfeldern.

Bekanntlich hat REUSCH eine die Circularpolarisation im hexagonalen Systeme nachahmende dreizählige und eine eben diese Erscheinung im quadratischen Systeme imitirende vierzählige Glimmercombination angegeben. Über die Wirkungen in den Feldern der 60°-Combination, in denen sich zwei

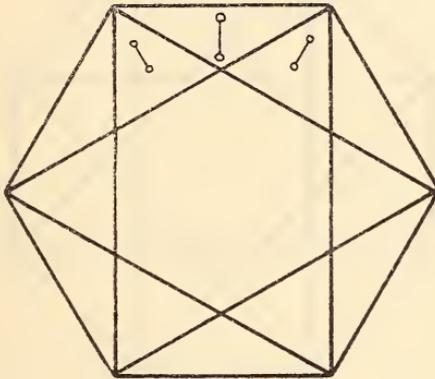


Fig. 2.

Lamellenzüge kreuzen, hat REUSCH (40. p. 633) berichtet: die Ebene der Axen wird um 30° gedreht und der Winkel der optischen Axen kleiner. Nach meinen Messungen bestätigt sich Beides und zwar war der ursprüngliche Winkel von 77° an der Überdeckungsstelle auf 55° reducirt worden (Fig. 2).

Was die 45°-Combination anlangt, so hat sie Stellen, in denen zwei Systeme sich kreuzen und solche, in denen dies von drei Systemen geschieht. War der ursprüngliche Winkel des Glimmers 82° 30', so erfolgte in den Stellen der Überlagerung zweier Systeme ein Ausweichen der Axenebene von

nicht nur bei zweiaxigen Medien mit grossem Axenwinkel wie bisher, den Charakter der Doppelbrechung zu erkennen. Ich behalte mir nähere Mittheilungen hierüber vor.

$22\frac{1}{2}^{\circ}$ aus der Anfangslage und eine Verminderung des Axenwinkels auf 66° . In der zweiten Stelle nahm die Axenebene wieder die Anfangslage ein, der Winkel betrug aber nur noch 44° (Fig. 3).

Man ersieht hieraus wiederholt durch Zahlen belegt (auch MALLARD [43. p. 131] lenkte die Aufmerksamkeit auf ähnliche Verhältnisse), wie eine Kreuzung und Überlagerung von Lamellen auf die Lage der Auslöschungsrichtungen und Grösse des Axenwinkels von Einfluss ist. Es sind dies alles Verhältnisse, die beim Apophyllit auch vorkommen und bei der Erklärung seiner Erscheinungen, namentlich des Schwan-

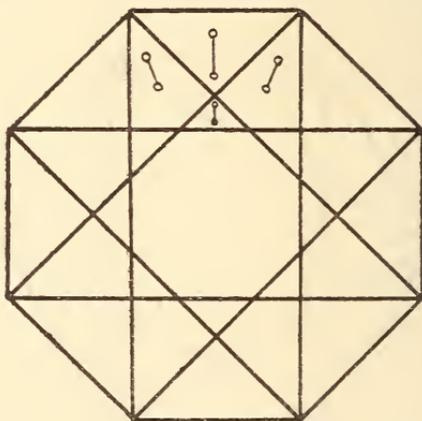


Fig. 3.

kens des Axenwinkels und der Lage der Axen, mit berücksichtigt werden müssen.

c) Die optischen Wirkungen der STEEG'schen Combination einer positiven Krystallplatte, senkrecht zur Axe geschnitten, mit einem Keil, der aus einem negativen Krystall so gefertigt ist, dass seine eine Fläche senkrecht zur optischen Axe verläuft.

Nach Dr. STEEG (39. p. 873) dient die Combination dazu, um die Apophyllitringe mit Sicherheit demonstrieren zu können. Dies ist in der That der Fall und zwar lehrt die nähere, im convergenten polarisirten Lichte ausgeführte Untersuchung Folgendes.

In einem ersten Stadium erweitern sich beim Einschleiben des Kalkspathkeils nur die Ringe (die Doppel-

brechung nimmt also ab), die Färbungen derselben, der NEWTON'schen Reihe folgend, bleiben erhalten.

In einem zweiten Stadium, bei tiefer eingeschobenem Keil, bekommen die Ringe einen eigenthümlichen Ton und sehen so aus, wie bei dem Mineral Brucit. Vom Centrum ausgehend ist der Ton grauweiss, der erste Ring ist innen bräunlich roth, aussen (auf der convexen Seite) blau gefärbt. Das Roth hat weniger und weitere Ringe als das Blau. Die Doppelbrechung ist für Roth bis Blau positiv. Ihre Energie hat wieder abgenommen.

In einem dritten Stadium erscheinen die Ringe des Leucocyclits. Vom Centrum an herrscht zunächst ein grauweisser Ton, der erste Ring zeigt den Umschlag der Farben und ist innen violett, aussen grün. Die Ringe für Roth sind fast gleich weit wie die für Blau. Die Doppelbrechung ist für Roth bis Blau positiv. Ihre Stärke hat nochmals nachgelassen.

In einem vierten Stadium, bei immer weiter eingeschobenem Keil, herrscht von der Mitte ab ein gelber Ton, der erste Ring zeigt bei ebenfalls umgeschlagenen Farben innen Blau, aussen die Farbenfolge Roth, Gelb, Grün. Die rothen Ringe sind enger als die blauen. Die Doppelbrechung ist wiederum schwächer geworden, aber noch positiv für Roth bis Blau. Solche Ringe kommen z. B. an den Andreasberger Apophylliten vor.

In ferneren Stadien werden die Farben, welche das sehr viel schwächer gewordene und matter aussehende Kreuz umgeben, in rascher Aufeinanderfolge: Orange, Roth, Blau, Grün. Die Doppelbrechung ist erheblich in der Stärke vermindert, für einzelne Farben muss schon die Isotropie bestehen, andere sind noch positiv, während wieder andere negativ sind. — Genau lassen sich alle diese Verhältnisse an der Combination nicht mehr studiren, da sie dort zu verschwommen werden und zu rasch aufeinander folgen. Wir werden ihnen aber sämmtlich am Apophyllit wieder begegnen und dort das Nöthige, was hier nicht zu ermitteln war, nachtragen können. Ich möchte, wie schon im Eingange erwähnt, diese farbenprächtigen Ringe mit dem Namen *Chromocyclit* auszeichnen.

In dem Endstadium ist durch Compensation der Einfluss des positiven Krystalls besiegt. Von nun an waltet die negative Componente vor. Die Ringe sind zunächst noch weit, am Centrum herrscht blau oder grau, dann folgen grün, gelb, roth. Ebenso verhält sich das negative unterschwefelsaure Strontian und der für alle Farben negative Apophyllit von New Almaden. Der negative Charakter ist allen Farben gemeinsam. Blau hat die engsten, roth die weitesten Ringe.

In folgenden Stadien werden die Ringe rasch enger und nehmen die gewöhnlichen Farbenercheinungen an.

Wie wir sehen werden, kehren alle diese Stadien beim Apophyllit wieder, sogar das der Brucitringe, namentlich beim Erhitzen der Platten. Wir sind daher zu dem Schlusse berechtigt, dass zu dem Zustandekommen der sämtlichen Apophyllitringe eine positive und eine negative Substanz beitragen und dass in keinem der bisher untersuchten Apophyllite eine rein vorkomme.

Die Wichtigkeit, die dieses Verhalten auch für die Erklärung der Erscheinungen am Idokras, Brucit, Pennin u. s. w. hat, liegt auf der Hand.

2. Untersuchung der einzelnen Vorkommen.

Bei diesen Untersuchungen kann man weder nach einzelnen Fundorten vorgehen, noch nach der Form sich richten, denn sowohl an einer und derselben Localität, als im Rahmen einer und derselben Formausbildung kommt ganz Verschiedenes vor. Wir betrachten daher zuerst:

a) Apophyllite von positivem Charakter der Doppelbrechung, im convergenten polarisirten Lichte sich zumeist als Leucocyclite darstellend; hie und da vom Übergangscharakter der Andreasberger Krystalle, seltener an die Erscheinungsweise des Brucits erinnernd.

Untersucht wurden die vorherrschend pyramidalen Bildungen von Andreasberg, Radauthal (Harz), Oberscheld bei Dillenburg, Aussig, Cziklowa und Orawicza (röthliche Krystalle), Nagyag (neues Vorkommen mit Laumontit), Hestoe und Videroe (Faroër), Island, Nordmarken, Lake superior, Bergenhill (New Jersey), Golden (Colorado), Anganguco (Mexico), Quanajuato, Poonah.

Ferner die prismatisch-pyramidal gebildeten Krystalle von Faroë, Nalsoe und Poonah.

Sodann die basisch-pyramidal-prismatischen Krystalle von Gr. Himmelsfürst bei Freiberg in Sachsen, Böhmisch-Leipa, Montecchio maggiore, Seisser Alp, Langesundfjord, Utoën (helle und röthliche Krystalle), Bergenhill (New Jersey).

Schliesslich blättrige Partien von Fundy Bay, Nova Scotia.

Zur Orientirung ist es am vortheilhaftesten zuerst im parallelen, polarisirten Lichte mit Hülfe des Gypsblättchens

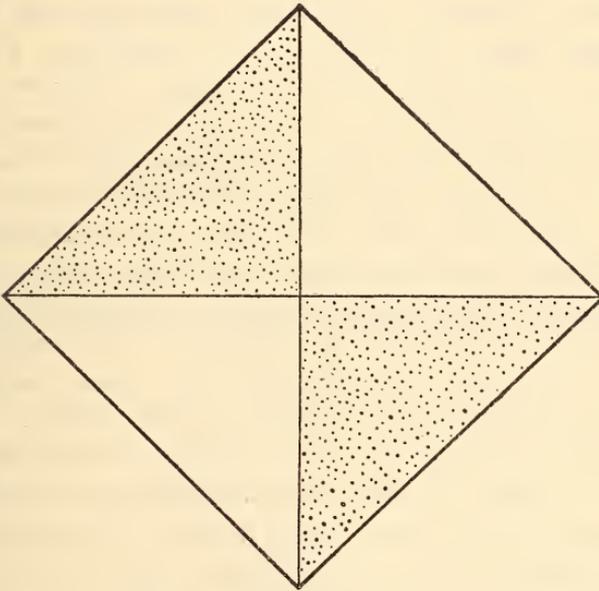


Fig. 4.

vom Roth I. Ordnung (kleinere Elasticitätsaxe von vorn links nach hinten rechts gerichtet) zu untersuchen.

Spaltet man aus den pyramidalen Krystallen Blättchen, die allein durch die Pyramide begrenzt werden, so ergibt sich im Normalfall der Feldertheilung Fig. 4 eine Viertheilung nach den Ecken des Quadrats und zwar werden, wenn dessen Seiten unter 45° zu den gekreuzten Polarisations Ebenen stehen, die Felder vorn links und hinten rechts gelb (weiss), die beiden anderen blau (getüpfelt). Es läuft daher in jedem dreieckigen Felde die grössere Elasticitätsaxe wie die Höhenlinie des Dreiecks.

Während gewisse Krystalle, wie solche von Andreasberg, Aussig, Nagyag, Videroe, Hestoe, Island, Bergenhill, Golden und Quanajuato besagte Theilung deutlich und mehr oder weniger einheitlich in den Feldern zeigen, machen andere von diesem Verhalten zum Theil Ausnahmen. So gibt es selten, aber unzweifelhaft beobachtet, in den klaren Spitzen der Andreasberger und Videroer Krystalle Partien, die gar nicht feldergetheilt sind. Die Theilung ist schwach angedeutet bei gewissen Krystallen von Andreasberg, Radauthal, Videroe, Hestoe, Nordmarken, Anganguca. Mitunter ist sie am Rand deutlicher als nach der Mitte zu, manchmal auch in Zonen vom Rand nach der Mitte zu an Deutlichkeit wechselnd: Oberscheld, Cziklowa, Orawicza, Lake superior, Poonah. Kommt ein Basisfeld vor, so erweist sich dieses sehr verschieden gebildet, und zwar von nahezu einheitlicher Formation an bis fleckig, ist wohl auch durch Bezirke um Einschlüsse herum differenzirt oder selbst sehr zart feldergetheilt¹. Im Normalfall wirkt es nicht oder wenig auf den Ton des Gypsblättchens und nimmt, ungestörte Bildung vorausgesetzt, von aussen nach innen an Breite ab; aber auch hiervon kommen zahlreiche Abweichungen vor, worauf schon Cross und HILLEBRAND (56) die Aufmerksamkeit lenkten.

Wird die Platte aus dieser Stellung heraus um 45° gedreht, so dass jetzt die Umgrenzungselemente (parallel den Randkanten von P [111]) den gekreuzten Polarisations Ebenen entsprechend verlaufen, so bleibt die Platte nicht gleichmässig roth. Es stellen sich vielmehr vorn links und hinten rechts Partien ein, die blau werden, während vorn rechts und hinten links gelbe Töne liegen. Diese zweite Theilung, welche schon BREWSTER und MALLARD andeuteten, aber nicht näher untersuchten, ist von grosser Bedeutung. Ist man einmal auf sie aufmerksam geworden, so sieht man sie in allen Krystallen wieder; in einzelnen ist sie nur wie ein Hauch vorhanden, in anderen treten die betreffenden Partien mehr zu grösseren Flecken oder Streifen zusammen, in noch anderen lassen die zwischen den Theilen von der ersten Orientirung eingelager-

¹ Die Theilung wirkt auf das Gypsblättchen entgegengesetzt wie die Haupttheilung. — Die Erklärung dafür ist später (beim Verhalten gegen die Wärme) gegeben.

ten Partien dieser zweiten Orientirung selbst wieder eine Feldertheilung schwächerer Art zu Stande kommen, die nach der Mitte der Seiten des vorher beschriebenen Quadrats geht,

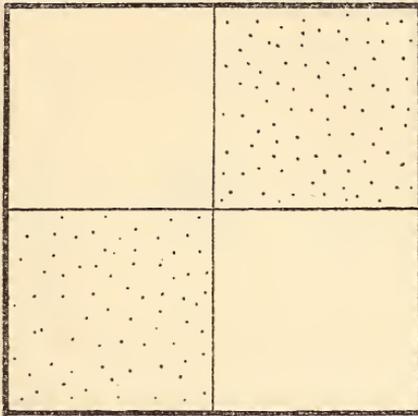


Fig. 5.

Fig. 5¹. — Aus der Färbung, die das Gypsblättchen ertheilt, muss man schliessen, dass die betreffenden Theile so orientirt

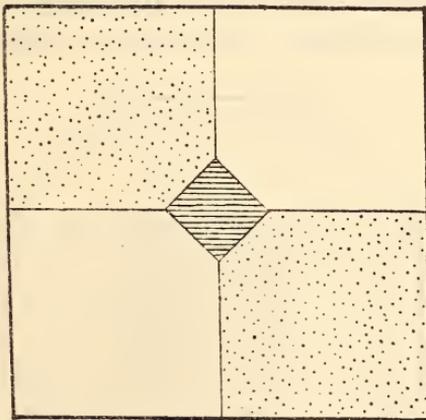


Fig. 6.

sind, dass in ihnen die grössere Elasticitätsaxe wie die Diagonale des umgrenzenden Quadrats verläuft.

¹ Diese zweite Orientirung ist nicht so scharf durchgebildet wie die erste. Es findet in ihr auch öfters ein Umschlag der Elasticitätsrichtungen statt.

Im Allgemeinen ergeben Spaltstücke aus solchen Pyramidenbildungen nach der Krystallmitte zu eine Abnahme des etwa vorhandenen Basisfeldes an Grösse. Trifft nun der

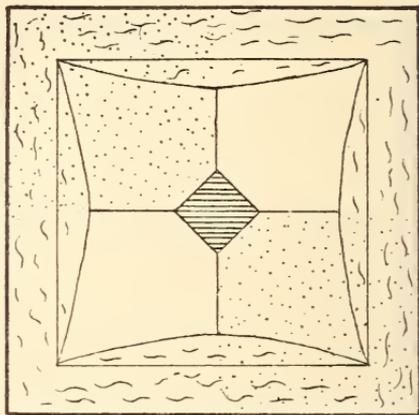


Fig. 7.

Schnitt das Prisma, so können pyramidale, prismatisch-pyramidale und basisch-prismatisch-pyramidale Krystalle, sofern sie überhaupt Feldertheilung zeigen, zusammen betrachtet werden, da letztere beide Arten, abgesehen von ihrem Basisfeld, bald in der Wirkung auf erstere Art hinaus kommen.

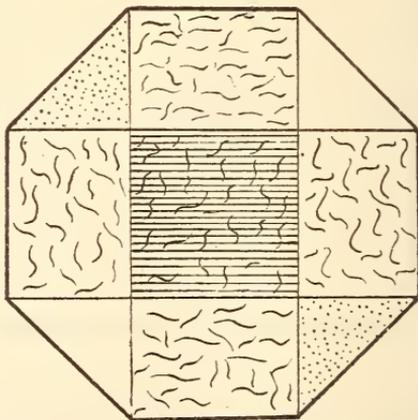


Fig. 8.

Die Theilung, welche durch die Pyramide hervorgebracht wird, stellt sich mit Rücksicht auf die nun wechselnden Umgrenzungselemente [Spuren von $\infty P \infty (100)$] senkrecht zu

denselben (Fig. 6) und ist bezüglich ihrer Erscheinungsart in den einzelnen Feldern sehr wechselnd, so dass man an ein und demselben Vorkommen ganz einheitliche und ganz wie aus einander gesprengte Felder hat (Faroër Inseln, Poonah).

Das Prisma selbst übt einen mehr oder weniger starken Einfluss auf die optische Structur aus. Es gibt Krystalle, bei denen da, wo $\infty P \infty (100)$ auftritt, die Pyramidentheilung gar nicht gestört wird, andere zeigen an den betreffenden Stellen leichte Einbuchtungen (Golden), bei noch anderen werden dieselben breiter (Fig. 7) (Radauthal, Faroë, Poonah) und ziehen selbst in Form breiter Streifen nach dem Centrum zu (Fig. 8) (Quanajuato). Alle diese Partien wirken auf das Gypsblättchen ein; ist die Wirkung deutlicher, so ist sie meist im Sinne der zweiten Theilung, so dass also die grössere Elasticitätsaxe den vom Prisma gebildeten Umgrenzungselementen parallel geht. Abweichungen, geradezu das Gegentheil zeigend, kommen untergeordnet auch hier vor. Bisweilen werden beide Orientirungen in ein und demselben Felde angetroffen; so sieht man dies schön in den Prismensectoren der äusseren Zone der Krystalle von Quanajuato. Bei denselben ist überdies ein Kernkrystall vom gewöhnlichen Typus vorhanden, der von der deutlich gegliederten äusseren Zone umschlossen ist. Die Wirkungen auf das Gypsblättchen stellen Fig. 8 a und 8 b dar; dieselben sind nähere Ausführungen des Kerns in Fig. 8.

Die Krystalle vom Radauthal, Faroë, Nalsøe und Poonah zeigen auf das Beste die schon von BREWSTER geschilderten, complicirten Verhältnisse von Centralfeld, Theilfeldern, Zwischenfeldern und Randfeldern. Speciell in den Krystallen des Radauthales findet man die Pyramidenfelder (Theilfelder) in der Mitte von Schliffen nach dem prismatischen Ende der Krystalle zu genommen, auch schon mit dem Gypsblättchen nochmals zweigetheilt, und zwar im Sinne der Diagonalen des vom Prisma gebildeten Quadrats (Fig. 10). Gewisse Andreasberger Krystalle zeigen auch schon derartige Andeutungen. — In wenigen Fällen: Seisser Alp, Utoën (weisse und röthliche Tafeln), Fundy Bay (Nova Scotia) hat man nur als äusserste Seltenheit Feldertheilung, dagegen sonst meist ziemlich ein-

heitliches Verhalten, höchstens Lamellen abwechselnder Wirkung, parallel $\infty P \infty (100)$ eingelagert.

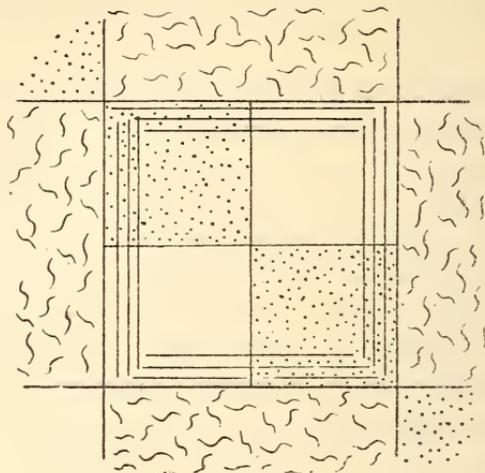


Fig. 8 a.

Prüft man im parallelen polarisirten Lichte ohne Gypsblättchen, so zeigen nur die Pyramidenfelder, seltener die

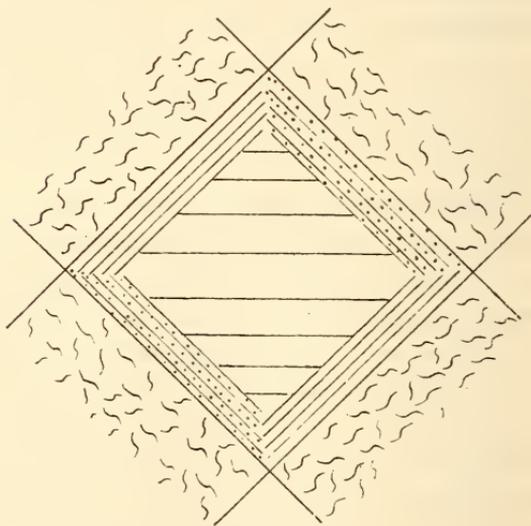


Fig. 8 b.

Prismensectoren deutliche Auslöschungen. Sie gehen im Normalfall senkrecht und parallel zu den durch die Spuren von

P (111) hervorgebrachten Begrenzungen in den ersteren Sektoren und durch die Spuren der von $\infty P \infty$ (100) hervorgebrachten in den letzteren Feldern.

Das Basisfeld ist im Normalfall mehr oder weniger gleichmässig dunkel. Prüft man die einzelnen Vorkommen auf diese Angaben hin, so findet man in allen mehr oder weniger starke Abweichungen.

Was zunächst die Pyramidenfelder anlangt, bei denen die Auslöschungen senkrecht und parallel den äusseren (Randkanten) Begrenzungen verlaufen sollen, so ist dies Verhalten wohl hie und da in recht grosser Annäherung zu beobachten (bestes Beispiel: Golden), öfters bemerkt man aber Abweichungen. Aus der Reihe derselben sind die regelmässigen besonders schön zu Andreasberg und Radauthal zu sehen; sie kommen darauf hinaus, dass jedes Pyramidenfeld im Sinne der Höhenlinie zweigetheilt ist und in jedem Feld eine Auslöschungsrichtung, der Spur der Ebene der optischen Axen entsprechend, $5-7^{\circ}$ mit der betreffenden Höhenlinie macht. In den Krystallen der meisten Fundpunkte gibt sich eine Tendenz kund, dies an den eben erwähnten Vorkommen verwirklichte Verhalten zu erreichen; so ist dies z. B. bisweilen schon recht deutlich in den Pyramidenfeldern der Krystalle von Quanajuato zu sehen.

Da ich aber die deutliche Feldertrennung an den Krystallen der vorher genannten Fundpunkte nur dann beobachtete, wenn ich trübe ¹, mit Öl aufgehellte Krystalle der Betrachtung unterzog, Krystalle, in denen sicher schon Veränderungen, mindestens eine Abfuhr von Substanz stattgefunden hatte, so nehme ich an, ein Stadium vor mir gehabt zu haben, das die meisten der anderen Krystalle noch nicht erreicht haben, und was daher auch noch nicht für sie gilt.

Abgesehen von diesen mehr regelmässigen Abweichungen kommen, besonders in den Krystallen von Andreasberg, auch noch andere unregelmässige vor, die theils darauf zurückzuführen sind, dass die Substanz ihre Einaxigkeit nur unvollkommen eingebüsst hat oder von Theilen über- und unterlagert ist, die sich nach der zweiten Theilung gestellt haben

¹ Durch Vorgänge in der Natur trübe gewordene Krystalle.

oder sich durch sonstige Wirkungen als umgelagerte darstellen u. s. w.

Nach dem Prisma untersucht, zeigen sich namentlich an den Krystallen von Faroë und Nalsøe die schon von BREWSTER und Biot beschriebenen, in der Einleitung geschilderten farbenprächtigen Erscheinungen, wenn die Prismen in Diagonalstellung kommen. In einem Falle war besonders schön die Ab- und Zunahme des Basissectors durch entsprechend gelagerte Farbentöne zu erkennen. In Normalstellung löschen die Prismen, was sehr zu beachten ist, senkrecht und parallel zu c aus¹.

Geht man zur Prüfung im convergenten Lichte über, so beobachtet man im Basisfeld zumeist die Einaxigkeit. Die Pyramidenfelder sind mehr oder weniger zweiachsig, am wenigsten am Basisfeld, am meisten an den davon entfernten Stellen. Der Axenwinkel hat alle möglichen Werthe und geht von 0° bis zu 50° für Roth und 60° für Blau (Böhmisch-Leipa). Meistens sind seine Werthe $20-30^\circ$ für mittlere Farben. Die Mittellinie steht im Allgemeinen auf dem basischen Schnitt schief und es kommen Abweichungen von der Normalen zur Basis² von $2-3^\circ$, auch wohl bis zu 5 und 7° vor. In den zweiachsigten Stellen ist, wenn überhaupt Dispersion vorhanden, Blau $>$ Roth. Die Axenebene fällt im Normalfall senkrecht zu der Projection der Randkante der Pyramide (Fig. 9). Weichen die Auslöschungsrichtungen ab, so folgt ihnen die Axenebene, wie z. B. in den Krystallen vom Radauthal; sie ist aber dann wenigstens der Normalrichtung genähert (Fig. 10) und weicht in jedem Sector $5-7^\circ$ von der Diagonale der äusseren Umgrenzung des Feldes ab.

Reine Leucocyclite, für alle Farben positiv doppelbrechend, mit Ringen für Roth annähernd gleich denen für Blau, bei

¹ Man beobachtet dies Verhalten bei durchsichtigen kleinen natürlichen Prismen. Schliffräder aus der Mitte solcher Krystalle, parallel den äusseren Prismenflächen hergestellt, lassen kleine Abweichungen von obigem Verhalten erkennen.

² Die Position der Mittellinie wechselt in ihrer Lage dem Sinn und der Grösse des Winkels nach. Meist liegt sie so, dass sie im diagonalen Hauptschnitt mit der b -Achse eines Oktanten $92-97^\circ$ bildet, sie fällt also über die c -Achse hinaus. — Alle Angaben beziehen sich auf die scheinbaren Ausweichungen in Luft.

vorkommender Zweiachsigkeit nicht merkbarer Dispersion der Axen sind die Vorkommen von : Radauthal (Harz), Oberscheld

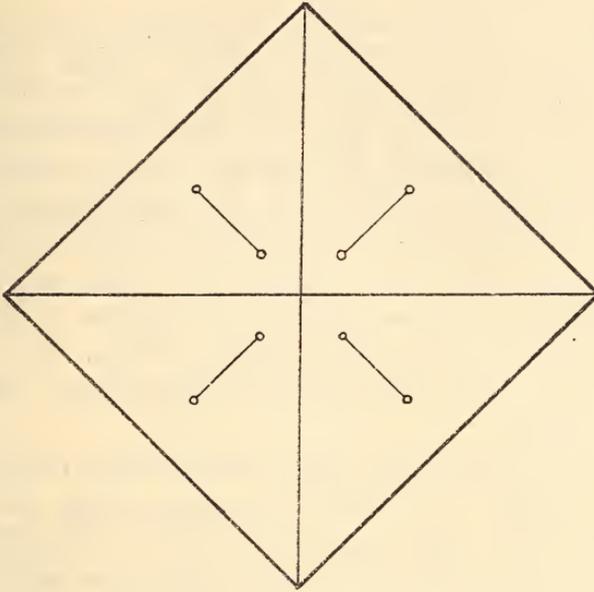


Fig. 9.

bei Dillenburg, Grube Himmelsfürst bei Freiberg in Sachsen, Aussig (getrübte Krystalle durch Öl aufgehellt und dann nur

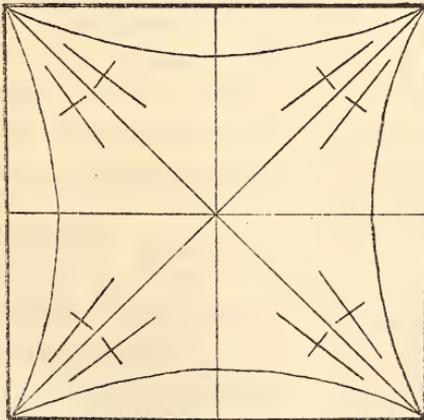


Fig. 10.

im „Gerüst“ untersuchbar), Cziklowa und Orawicza (röthliche Pyramiden), Montecchio Maggiore, Seisser Alp, Hestoe, Nord-

marken, Langesundfjord, Utoën (weisse und röthliche Tafeln), Lake superior, Bergenhill (gewisse Arten ¹), Fundy Bay, Poonah (gewisse Arten ¹).

Dagegen erweisen sich die Vorkommen von Böhmisches Leipa, Nagyag, Faroë, Videroe, Island, Golden, Anganguca und Quanajuato (Mexico) mehr oder weniger von der Art des Vorkommens von Andreasberg. Die Ringe haben die abnorme, weiter oben beschriebene Farbenfolge, sind für Blau weiter als für Roth. Für alle Farben ist die Doppelbrechung positiv und tritt Zweiaxigkeit ein, so ist Blau grösser als Roth.

Während sonach das Verhalten der Basis und der Pyramidenfelder beschrieben ist, darf das Verhalten der Prismensectoren oder der Theile, die anderswo gelegen, doch wirken, als wären sie einem Prismensector entnommen, nicht unerwähnt bleiben.

Wie die Beobachtung lehrt, nehmen diese Theile in den Feldern (gebildet von der Prismenumgrenzung und deren Diagonalen) vorn links und hinten rechts einen blauen Ton an, dagegen vorn rechts und hinten links einen gelben, wenn die Umgrenzungselemente (von $\infty P_{\infty}(100)$ herstammend), 45° mit den gekreuzten Polarisationssebenen der Nicols bilden.

Da in dem Sector hinten rechts die Farbe steigt, so liegt die kleinere Elasticitätsaxe wie die Axe gleicher Art im Gyps; in der Plattenebene des Apophyllits verläuft also die grössere Elasticitätsaxe parallel der Prismenkante. Nun sind alle Stellen der Art optisch positiv, folglich muss (Überlagerungen als ausgeschlossen vorausgesetzt), da die Verticalaxe die Axe kleinster Elasticität ist, die Axenebene in die kleinster und grösster Elasticität, ihre Spur also parallel der durch $\infty P_{\infty}(100)$ gebildeten Kante fallen.

Dies ist von grosser Bedeutung. Zunächst gilt es aber, diesen Schluss zu bestätigen. Nicht in allen Fällen ist dies möglich, da manchmal die Zweiaxigkeit schwach und die betreffenden Partien sehr klein sind. Manchmal finden sich auch, wie in den äusseren Prismensectoren der Krystalle von Quanajuato es der Fall ist, in den betreffenden Feldern neben normalen Partien solche von gerade umgekehrter Orientirung,

¹ Dieselben sind äusserlich nicht von den Chromocycliten zu unterscheiden.

was die Beobachtung sehr erschwert oder unmöglich macht. Ich konnte mich aber unzweifelhaft an mehreren Vorkommen, namentlich an dem von Nagyag, hiervon überzeugen (Fig. 11). Ob die Mittellinie in diesen Feldern von der Normalen zur Plattenoberfläche abweicht, ist nicht mit Sicherheit anzugeben.

Im Grossen und Ganzen würde der optische Befund der bis jetzt betrachteten Krystalle auf eine monokline Anlage hinauskommen, die aber schon die Tendenz zeigt, sich der triklinen zu nähern. Für die einheitlichen Pyramidenfelder wäre der diagonale Hauptschnitt die Symmetrieebene. Geht

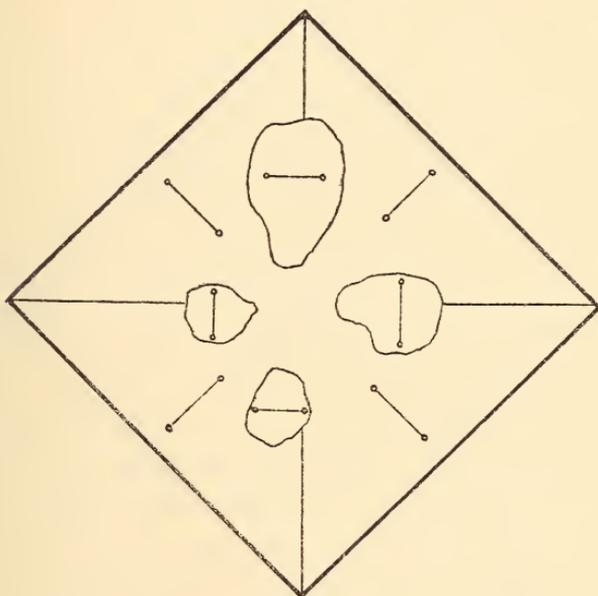


Fig. 11.

das System noch in der Symmetrie einen Grad herunter, so wird jene das seitliche Pinakoid des nunmehr eintretenden triklinen Systems.

Eine besondere Betrachtung erfordern dann noch Krystalle, die selten zu Utoën vorkommen und die Flächen $\frac{1}{5}P\infty(105)$, oben am Pol dominirend, sodann $OP(001)$, $\frac{1}{2}P\infty(102)$, $\frac{1}{3}P(113)$ besitzen und weiter unten in $P(111)$ übergehen. Dieselben sind u. A. von SELIGMANN 1880 (46. p. 140 u. f.) beschrieben worden; ich danke Herrn Baron v. NORDENSKJÖLD ein Exemplar zur Untersuchung. Spaltet man von dem Kry-

stall ein Stück ab, das möglichst wenig durch P (111) geht und nur die seltenen Flächen trägt und bringt dasselbe in das mit Gypsblättchen versehene Mikroskop, so zeigt dasselbe (auch nach der Einhüllung mit Anisöl), dass die von $\frac{1}{2}P\infty$ (105) gebildeten Felder vorn links und hinten rechts blau, die beiden anderen gelb werden; es liegt also die kleinere Elasticitätsaxe wie die Höhenlinie auf der Fläche und die grössere senkrecht dazu. Da der Krystall positiv ist, so fällt die Ebene der optischen Axen, wie in den Sektoren von $\infty P\infty$ (100) Fig. 12, was auch durch die Beobachtung verificirt wird.

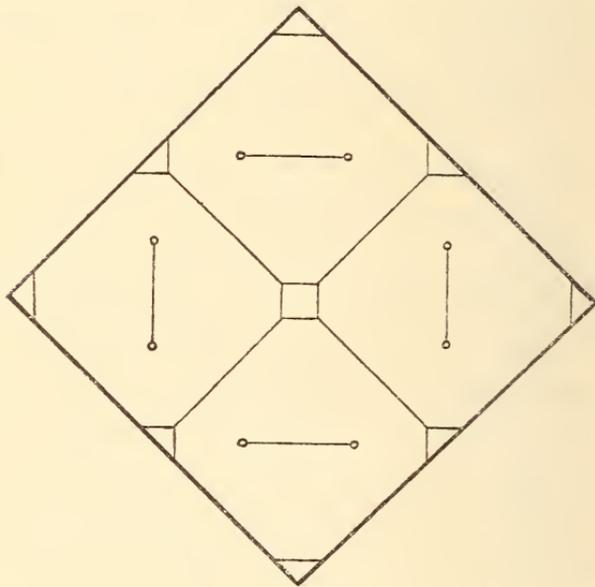


Fig. 12.

Der Axenwinkel ist klein, die Mittellinie weicht von der Normalen zur Basis ab. Die Curven sind vom Charakter des Leucocyclits.

Gelangt die Platte von obiger Stellung in die von 45° dazu, so dass die Projectionen von P (111) besagte Winkel mit den gekreuzten Polarisations Ebenen bilden, so bleiben die Töne vorn links und hinten rechts auch blau und in den anderen Feldern gelb. Aus Mangel an Material vermag ich diese Verhältnisse nicht weiter zu verfolgen und bemerke nur noch, dass in den tieferen Schichten des Krystalls, wo die

Spaltstücke durch P (111) führen, die normale Theilung in der bekannten doppelten Art, zwar nicht sehr stark, aber entschieden erkennbar auftritt. Hier ist das wenig gestörte Axenbild vom Charakter des Leucocyclits mit Annäherung an das des Brucits.

Wird ein Blättchen letzterer Art erwärmt, so verschwinden besagte Theilungen, der Ton des Feldes weicht wenig vom Roth ab; und die brucitähnliche Färbung der Ringe nimmt zu. Dies Verhalten ist, wie wir später sehen werden, dem gewisser positiven Krystalle entsprechend.

Wenn Krystalle der vorher erwähnten Hauptvorkommen gepresst werden, so wird sich, wie man auch senkrecht zur *c*-Axe drücken mag, die Ebene der optischen Axen schliesslich in die Druckrichtung stellen müssen. Dabei werden die einzelnen Felder sich aber je nach der Beschaffenheit, die sie schon ohnedies haben, verschieden verhalten.

Von grossem Interesse ist es nun, zu beobachten, was namentlich in den Prismenfeldern vorgeht, wenn man zwei gegenüberliegende Pyramidenfelder drückt. Wie durch die Untersuchungen von KLOCKE bekannt ist, erhöhen sich die Töne in den gepressten Feldern und der Axenwinkel nimmt an Grösse zu, in den nicht gepressten Pyramidenfeldern findet das Gegentheil statt. Dem ist hinzuzufügen, dass sich die gepressten Pyramidenfelder mit ihrer optischen Beschaffenheit in das Basisfeld hinein fortsetzen und dasselbe, so lange der Druck anhält, in ihrem Sinne differenziren. Aber auch in den zu Seiten der gepressten Pyramidenfelder liegenden Prismenfeldern erhöhen sich die dort vorhandenen Wirkungen bezüglich der Polarisationsöne und des Axenwinkels, so dass man zu dem wichtigen Schlusse geführt wird, der schon durch die Beobachtung in optischer Hinsicht nahe gelegt ist, dass der momentane Zustand der Anlage in den positiven Apophylliten nicht nur einer (in ihrer Wirkung permanenten) Pressung senkrecht zur Randkante von P (111) in den Pyramidenfeldern, sondern auch einer Dehnung in den Prismenfeldern gleichkommt. Die Beobachtung steht hiermit in vollkommenem Einklang. Bei dem einaxigen positiven Mineral stellt sich in den gedrückten Feldern die Axenebene in die

Druckrichtung in den dazwischen liegenden gedehnten Feldern senkrecht zur Dehnungsrichtung, die ihrerseits normal auf $\infty P\infty (100)$ ist, also parallel der Combinationskante dieser Fläche mit der Basis.

Die Apophyllite von Quanajuato bieten zu diesen Versuchen wegen der breit entwickelten Prismenfelder das beste Material dar, und es wurden bei ihnen namentlich die nicht einheitlichen Prismenfelder durch den Druck, beziehungsweise die Dehnung, einheitlich, und zwar im Sinne der zweiten Theilung umgestaltet. Aber auch die anderen Vorkommen lassen sich dazu benutzen und es stehen alle weiter anzustellenden Versuche mit dem von der Theorie Geforderten in Einklang, z. B. der Versuch, dass, senkrecht zu $\infty P\infty (100)$ gedrückt, also in der Richtung der Dehnung des betreffenden Prismenfeldes, die Dehnung aufgehoben wird und der Axenwinkel sich verkleinert, Null wird, um dann im Sinne der Pressung sich wieder einzustellen.

Druckversuche sind im Allgemeinen aber nicht ganz leicht auszuführen, da die Apophyllite, wenn sie überhaupt senkrecht zu Flächen gedrückt werden, diese von sehr ebener Beschaffenheit haben müssen, widrigenfalls sie leicht nach der Basis durchspalten.

Wird der Druck aufgehoben, so geht alles annähernd in die alte Lage zurück. Ein Druck, wie wir ihn jetzt herstellen können, ist also nicht die Ursache der optischen Besonderheiten des Minerals.

Anders wirkt die Erwärmung. Wenn man dicke Platten nimmt, dazu solche mit sehr deutlicher Feldertheilung, so sieht man nach dem Erwärmen, wenn das Präparat überhaupt noch durchsichtig geblieben ist, wenig oder nichts. Dies hatte ich 1884 erfahren. Als ich aber im Frühjahre 1890 neue Versuche vornahm, dazu wenig distinct getheilte Blättchen des Andreasberger Vorkommens benutzte, ergab sich nach dem Erwärmen bis zum beginnenden Trübwerden eine deutliche Wirkung in Form einer Vierfeldertheilung. Untersucht man diese mit dem Gypsblättchen, so findet man sie gerade entgegengesetzt der der nicht erhitzten Krystalle (Fig. 4). Vorn links und hinten rechts herrscht Blau, in den beiden anderen Quadranten der gelbe Ton. Man muss also daraus

schliessen, dass die grössere Elasticitätsaxe in jedem dreieckigen Sector der Randkante parallel verläuft. Da der Charakter der ersten Mittellinie der Axen positiv geblieben ist, so fällt also jetzt die Axenebene senkrecht zu der Lage, die sie früher inne hatte (Fig. 9) und geht der Randkante parallel. Der Versuch bestätigt dies alles auf das Beste. Namentlich eignen sich die Krystalle von Andreasberg, Videroe, Radauthal in ihren klaren Spitzen dazu. Andere Krystalle, die schon deutliche Feldertheilung vor dem Erwärmen zeigen, lassen manchmal wenig oder keine Veränderungen derselben beim Erhitzen erkennen, hierfür liefern fast alle Vorkommen in ihren feldergetheilten Partien Beispiele, namentlich Andreasberg, Faroër, Poonah. Haben aber derartige Krystalle noch Wirkungsfähigkeit, so äussert sich dieselbe beim Erwärmen so, dass die vorhandene Feldertheilung abnimmt, verschwindet und, entgegengesetzt wie früher durch das Gypsblättchen abgetönt, wiederkommt. Das Mineral wird in Folge dessen schwächer zweiachsig, dann einachsig und danach wieder zweiachsig. In letzterem Falle liegt die Ebene der optischen Axen normal zur Ausgangslage. — Der Zustand der Einaxigkeit, den DOELTER 1890 (61) bei gewissen zweiachsigem Apophylliten beobachtete, als dieselben erwärmt wurden, ist daher wohl nur als eine Übergangslage anzusehen. — Es muss weiteren Forschungen vorbehalten bleiben, zu ermitteln, wie diese oben erwähnten optischen Stadien von der Temperatur und vom Wassergehalt des Minerals abhängen.

In Krystallen von Andreasberg beobachtet man zuweilen Partien im Centrum der Pyramidenfelder, die nicht wirksam erscheinen; solche Partien stehen beim Erwärmen in der vorher beschriebenen Art um; die umgebenden Theile behalten ihre Theilung ursprünglicher Art bei. Bei der Erwärmung der Krystalle von Quanaajuato (Fig. 8) behalten allein die äusseren Pyramidenfelder ihre Farben, Auslöschungen, Axen und den Charakter der Mittellinie derselben bei. Alle anderen Felder des Randes und des Kerns schlagen in Bezug auf den Ton des Gypsblättchens um und folglich auch in Bezug auf die Axenlage, da der Charakter der Mittellinie positiv bleibt. Bei der Betrachtung der Krystalle von Golden sahen wir im viergetheilten Basisfeld schon derartige natürlich umgelagerte Theile.

Was die Ringe in den erhitzten Theilen anlangt, so verlieren dieselben ihr früheres Ansehen, die abnorme Farbenfolge verschwindet und es stellt sich der Zustand ein, bei dem der erste Ring innen bräunlich roth, aussen blau gefärbt ist, ein Zustand, der als der des Brucits bezeichnet worden ist. Bei demselben sind die rothen Ringe etwas weiter als die blauen. Die Doppelbrechung bleibt für alle Farben positiv und ist von allen Stadien am energischsten. Da aber nach den von mir darüber angestellten Versuchen diese Änderungen etwa bei 265° C. vorgehen und der Apophyllit nach HERSC (58) und DOELTER (61) bei dieser Temperatur etwa 4—4½ Moleküle Wasser verliert, so liegt keine ungeänderte Substanz in dem betreffenden Falle mehr vor. Der neue Zustand bleibt beim Erkalten erhalten¹ und das Mineral verliert ihn auch nicht, wenn es in Wasser gelegt wird. Es ist eben durch die Wasserabgabe eine neue Molecularanordnung erreicht worden.

b) Apophyllite von nach Schichten wechselndem Charakter der Doppelbrechung, nicht selten vom positiven Leucoeyclit an beginnend und mit dem für alle Farben negativen Chromocyclit endigend.

Untersucht wurden die Vorkommen von Linz am Rhein, Auerbach, Cziklowa und Orawicza, Storr auf Skye (Gyrolith, blättrige, frische Partien), Skye, Gustavsgruvan bei Gustavsburg in Jämtland, Hellesta (blättrige Massen), Utoën (mattweise und gelbliche Tafeln, ausgebildete, tafelförmige Krystalle), Quanajuato (neues Vorkommen, von Herrn Mineralienhändler PECH erhalten), New Almaden (Platte von Herrn Dr. STEEG), Bergenhill, Poonah.

Die Krystalle sind mit Berücksichtigung der oben stehenden Ausnahmen alle dem prismatisch-basisch-pyramidalen Typus angehörig. Eine besonders eingehende Prüfung fanden, da reichlicheres Material vorhanden war, die Vorkommen von Storr auf Skye, Utoën, Quanajuato, Bergenhill und Poonah.

Von diesen Vorkommen sind die von Quanajuato und Poonah, auch wohl der Gyrolith, am einheitlichsten gebildet,

¹ Präparate, die nicht in Canadabalsam eingelegt wurden, haben besagten Zustand bis jetzt, d. h. seit ihrer Herstellung ein halbes Jahr lang unverändert beibehalten.

was schon durch die Glätte der Spaltfläche hervortritt. Besagte Eigenschaft besitzen das Vorkommen von Skye, sowie die von Utoën und Bergenhill nicht in gleichem Grade; sie zeigen aber eine viel grössere Mannigfaltigkeit der Erscheinungen.

Wir beginnen mit der Betrachtung im parallelen polarisirten Lichte, unterstützt durch das Gypsblättchen.

Am einfachsten verhalten sich die kleinen Krystalle von Utoën, Skye, Poonah, Quanajuato.

Das Basisfeld zeigt sich meist gefleckt in blauen, gelben und rothen Tönen. Stehen die von $\infty P\infty$ (100) herrührenden Umgrenzungselemente diagonal zu den gekreuzten Nicols, so gibt sich eine nach den Umgrenzungselementen verlaufende und sich kreuzende Lamellirung kund. Die blauen Töne herrschen vorn links und hinten rechts, die gelben in den anderen Lagen.

Stellt man die Umgrenzungselemente den gekreuzten Polarisationsebenen der Nicols senkrecht und parallel, so kommt unter Verschwinden der ersten eine zweite Lamellirung zum Vorschein, die nach den Projectionen von P (111) geht; sie ist sehr viel schwächer wie die erste und man bemerkt auf dem Basisfeld selbst sehr selten, dass sie vorn links und hinten rechts schwach gelb, in den anderen Lagen schwach blau sich abtönt.

Diese Verhältnisse¹ beobachtet man auf der natürlichen Basisfläche der Krystalle aller Vorkommen annähernd in der mitgetheilten Weise.

In tiefer entnommenen Spaltstücken, die man nur bei den besonders erwähnten Vorkommen in erheblicherer Zahl herstellen kann, fängt der Rand an, sich von der Mitte abzuheben. Dies zeigt sich öfters schon makroskopisch dadurch, dass der Rand heller ist als die Mitte. Mikroskopisch untersucht, beginnt, bei kleinen Krystallen regelmässig, bei grossen sehr zerrissen und wie durch einander geworfen, eine Structur zonarer Art, die die Zonen parallel den Prismenprojectionen legt und deutlich hervortritt, wenn dieselben den Polarisations-

¹ Zu ihrer Darstellung ist der Centraltheil der Fig. 13 mit den entsprechenden Linien, welche die Richtung der Lamellen andeuten sollen, versehen worden.

ebenen der Nicols parallel und senkrecht verlaufen. Der Theil vorn links ist gelb, der hintere rechts ebenso, die anderen sind blau (Fig. 13). Eine genaue Betrachtung lehrt schon hier, dass jeder Theil in Wahrheit aus zweien besteht, die

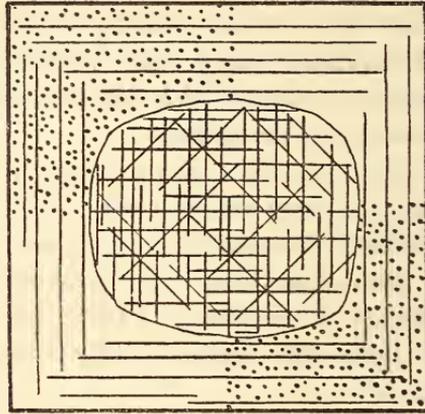


Fig. 13.

sich nach den Diagonalen des umgrenzenden Quadrats sondern (Fig. 14), indessen durchaus nicht immer örtlich von einander getrennt liegen, vielmehr öfters in einander greifen.

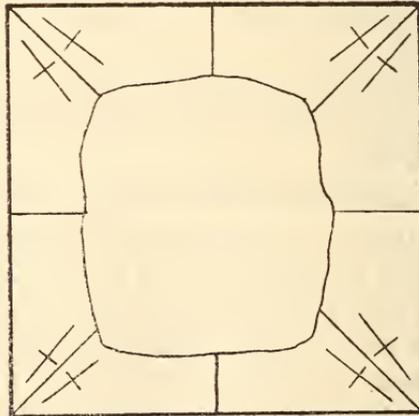


Fig. 14.

Geht man in die Stellung von 45° über, so wird entsprechend dem, was im ersten Falle des Basisfeldes zu sehen war, jetzt öfters eine zarte Theilung nach den Diagonalen des vom Prisma gebildeten Quadrats erblickt, in dessen vier

Feldern Blau vorn links und hinten rechts, Gelb vorn rechts und hinten links herrschen.

In noch tieferen Schnitten verjüngen sich die Randfelder immer mehr, verschwinden schliesslich ganz. Damit Hand in Hand sondert sich das Basisfeld durch eine im gewöhnlichen Lichte erkennbare Grenze¹ mehr und mehr von den übrigen ab und nimmt dann wohl auch im polarisirten Lichte grössere Einheitlichkeit und Theilung nach der Mitte der Kanten an. Es ist dies, wie wir später sehen werden, dann der Fall, wenn es die Charaktere des Leucocyclits zeigt; damit kommt auch die dort übliche Theilung u. s. w. zum Vorschein.

Im parallelen polarisirten Lichte ohne Gypsblättchen erweist sich das Basisfeld, je nachdem es mehr oder weniger

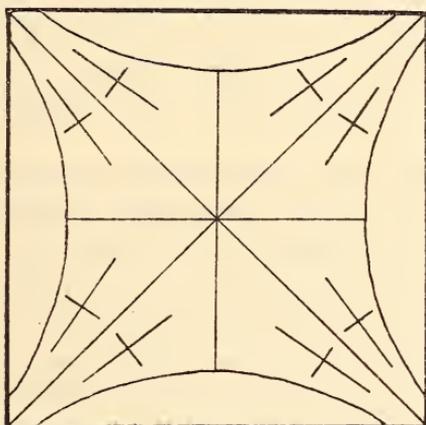


Fig. 15.

feinere oder gröbere Lamellen zeigt, entweder annähernd dunkel zwischen gekreuzten Nicols, oder mehr oder weniger aufgehellt und dann von sehr wechselnden Auslöschungen.

Die Randfelder sind entweder einaxig oder löschen zu der Diagonale des umgrenzenden Quadrats (besonders schön bei dem Vorkommen von Skye, Fig. 15, auch mehr oder weniger deutlich bei den anderen Hauptvorkommen) unter

¹ Dieselbe ist namentlich deutlich in einem tafelförmigen Krystall von Utoën. Das innere Feld, begrenzt von Durchgängen nach ∞P (110) zeigt Spaltspuren nach $\infty P \infty$ (100); die äussere Zone trägt die Flächen P (111), $\frac{1}{3}P$ (113), $\infty P \infty$ (100), $\infty P 2$ (120), $\infty P 4$ (140) und hat Chromocyclitcharakter.

6—7° aus. Es ist dies derselbe Winkel, den wir an den Krystallen des Radauthals fanden und bei anderen Leucocycliten auch schon nachweisen konnten. Es kommt daher der durch diese Verhältnisse bedingten Achttheilung, zumal sie sich hier bei ganz frischen Krystallen zeigt, eine erhöhte Bedeutung wie dort zu und steht sie, auf das triklone System hinweisend, wohl in einer näheren Beziehung zu der geänderten optischen Qualität der Componenten, den Umgrenzungselementen u. s. f.

Von dem allergrössten Interesse ist die Untersuchung der Krystalle im convergenten polarisirten Lichte.

Als Muster dienen dabei die Krystalle von Bergenhill, Utoën oder der Gyrolith von Storr auf Skye, die alle übereinstimmend gebildet sind; die Krystalle von Poonah und Quanajuato zeigen sich nach den beiden Extremen hin nicht so reich entwickelt, wie diese ersteren Vorkommen, auch kommen, wie wir sehen werden, Schwankungen in der Anlage vor.

Trennt man einen säulenförmigen Krystall der ersteren zwei Vorkommen von der Unterlage, beziehungsweise hebt man eine blättrige Partie des Gyroliths davon ab, fertigt Spaltstücke und betrachtet sie von den Theilen, die auf der Unterlage sassen, an nach dem oberen, freien, durch OP (001) begrenzten Krystallende zu, so erkennt man Folgendes.

In der untersten Schicht ist der optische Charakter der eines im Ganzen einheitlichen, vielleicht auch nach der Mitte der Seiten [Umgrenzungselemente hier und in der Folge parallel $\infty P \infty$ (100)] getheilten Feldes. Im convergenten Licht sieht man die Ringe des Leucocyclits, hie und da mit Annäherung (allerunterste Schichten) an die des Brucits. Alle diesen Ringen zukommenden Eigenschaften, namentlich der positive Charakter der Doppelbrechung für alle Farben, stellen sich ein.

In der nächsten Schicht kommen bei annähernd gleichbleibendem Charakter des Feldes im convergenten Lichte die Übergangsringe der Krystalle von Andreasberg mit allen ihren Eigenschaften zu Tage. Randlich liegen schon Felder mit Chromocyclitcharakter.

Nach einer Weile werden die Felder, die jene Ringe

zeigen, kleiner, die Randfelder grösser, endlich verschwinden die Andreasberger Ringe ganz und machen anderen Platz, die leuchtend in den Farben sind, der echte Chromocyclit stellt sich ein; dabei ist das Kreuz verschwommen, die Ringe weit. Ihre Folge kann hier genau studirt werden. Die Extreme gehen im Krystalle von unten nach oben und von der Mitte der Platten nach dem Rand zu.

Man hat:

Ton des Feldes, das um das Kreuz liegt	Optischer Charakter für			
	Roth	Gelb	Grün	Blau
Gelb	+	+	+	+
Orange	+	+	+	o ¹
Roth bis Violett	+	+	o	—
Indigo bis Blau	+	o	—	—
Blau	o	—	—	—
Blau mit grünem Ring.	—	—	—	—

Wie schon erwähnt, sieht man in den Vorkommen von Storr auf Skye, Bergenhill und Utoën diese eben geschilderten Verhältnisse. — Die anderen Vorkommen von Linz am Rhein, Auerbach, Orawicza, Cziklowa, Gustavsgruvan, Hellesta zeigen meist (Ausnahme Hellesta, an welchem Vorkommen Leucocyclit und Chromocyclit zusammen erscheinen) in Blättchen nach der Basis oder Kryställchen einen bestimmten, z. B. den blauen Ton mit den ihm entsprechenden Erscheinungen.

Die eine Platte von New Almaden ist für Roth bis Blau negativ. Das Centrum ist vom schwarzen Kreuz ab blau, dann folgt ein grüngelber und danach ein lichtrother Ring. Die Ringe für Roth sind weiter als die für Blau. In den Krystallen von Quanajuato gehen die Veränderungen meist nur vom Andreasberger Charakter bis zum Chromocyclitton Indigo, seltener Blau, bei den Krystallen von Poonah ist es ähnlich und es folgt auf den Ton Roth-Violett nicht selten wieder eine Schicht mit Gelb, was eine diesbezügliche Änderung der Doppelbrechung zur Folge hat.

Überhaupt kann man an der Färbung des das Kreuz (einerlei, ob es normal oder zweiachsig deformirt ist, in welchem

¹ Bedeutet isotrop für die betreffende Farbe.

Falle es dann die schon von MALLARD beobachteten Färbungen zwischen den Ästen und Scheiteln der Hyperbeln annimmt) umgebenden Feldes erkennen, wie die Doppelbrechung für die einzelnen Farben sein muss¹, beziehungsweise die Lage der Axen für dieselben.

So ist z. B. beim Apophyllit von Skye in gewissen Schnitten (Fig. 14) das Innenfeld nahezu einaxig und hat einen violetten Ton. Durch nähere Untersuchung findet man Roth und Gelb positiv, Grün unbestimmt, Blau negativ. — Die acht Seitenfelder haben um das schwarze in die Breite gezogene Kreuz im convergenten Licht einen blauen Ton. In Folge dessen ist Roth unbestimmt, dagegen Gelb, Grün, Blau negativ, und die Axenebenen für letztere Farben liegen annähernd senkrecht zu den Diagonalen der äusseren Begrenzung. Die Mittellinie steht auf dem jedesmaligen Felde schief.

Da die Beobachtung mit dem Gypsblättchen ergibt, dass wenn die Umgrenzungselemente der Platte, herrührend von $\infty P\infty$ (100), in die gekreuzten Nicols fallen, die Sektoren vorn links und hinten rechts gelb werden, die anderen sich blau abtönen, so muss auch von dieser Seite her geschlossen werden, dass in der Plattenebene die grössere Elasticitätsaxe (unter Berücksichtigung der Lage der Auslöschungen in den Sektoren) ungefähr in der Richtung der Plattendiagonale, die kleinere senkrecht dazu verläuft. Nun ist das Mineral für die meisten Farben negativ, also fällt mit der ersten Mittellinie die grösste Elasticitätsaxe zusammen und die Ebene der Axen für diese Farben liegt in der Plattenebene annähernd senkrecht zur Diagonale. Für Roth müsste, falls sein Charakter positiv wäre, die Axenebene annähernd in die Diagonale fallen. In der That beobachtet man dieses Verhältniss bei Platten, die einen entsprechenden Grundton zeigen, auch auf das Beste.

Danach ist die Gesamterscheinung einer Druckwirkung zu vergleichen, die annähernd ebenso verläuft, wie bei den Apophylliten der ersten Gruppe. Immerhin hebt sich hier

¹ Nach meinen Beobachtungen zeigten sich niemals andere Charaktere, z. B. negativ für Roth und positiv für Blau, wie es MALLARD angibt. Letzteres setzt also noch complicirtere Verhältnisse als die voraus, welche hier beschrieben worden sind.

die schärfere Differenzirung in acht Felder hervor, gegenüber der dort mehr beobachteten Viertheilung.

Da nach ihrem optischen Effecte zu beurtheilen, die Wirkung symmetrisch und schief zur Randkante von P (111) verlaufend gedacht werden kann, so wird normal dazu ein gedehnter Zustand eintreten müssen und das ist das, was man unter Umständen schön beobachtet. An einer Platte von Utoën von gelblichem Ansehen begrenzt durch OP (001), $\infty P \infty$ (100) und kleine Flächen von P (111) fand ich in Beziehung zu letzteren Flächen Stellen vom Aussehen der Fig. 16. Kam das betreffende Feld in den Quadranten hinten rechts so zu liegen, dass seine Höhenlinie unter 45° zu den gekreuzten Nicols stand, so wurde bei Anwendung des Gypsblättchens das Feld blau, bei einer Lage entsprechender Art

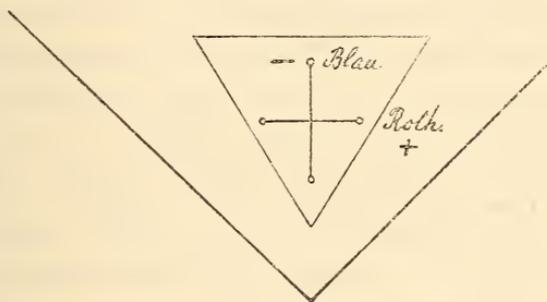


Fig. 16.

im Quadranten hinten links gelb. Da die Stelle der Platte für Roth positiv, für Blau negativ ist, so musste erwartet werden, dass die Axenebene für Roth senkrecht zur Diagonale, die für Blau in der Diagonale war. In der That konnte man dies schon im weissen Licht deutlich sehen und ergab eine schöne, an den Chrysoberyll erinnernde Dispensionserscheinung für die gekreuzten Axenebenen Roth und Blau (Fig. 16). Bei näherer Untersuchung liessen die in einer Ebene liegenden Farben folgende Winkel in Luft erkennen: Roth = $60^\circ 30'$, Gelb = $82^\circ 30'$, Grün wegen vager Curven nicht mehr zu messen, dagegen das dazu normale Blau wieder 66° . Die Mittellage zwischen Grün und Blau war also nicht doppelbrechend; Blau negativ, Roth Gelb, Grün positiv.

Von ferneren Dispensionserscheinungen sind solche zu

nennen, bei denen die Axenwinkel für die einzelnen Farben nicht so gross sind, auch die Farben selbst etwas anders liegen als in dem vorigen Beispiel, so z. B. namentlich Grün mit Blau in einer Ebene (negativ), Roth in der dazu senkrechten (positiv). Dann kommen auch Überlagerungen zweiaxiger Theile über einaxigen vor, zu allerlei eigenthümlichen Interferenzerscheinungen Veranlassung gebend. Der Charakter der Doppelbrechung ist dabei für alle Farben positiv.

Was den Einfluss des Drucks auf die Krystalle anlangt, so erweist derselbe, namentlich wenn einaxige oder nahezu einaxige Randfelder von Chromocyclit gepresst werden, dass sich für die negativen Farben die Ebene der Axen senkrecht, für die positiven in die Druckrichtung stellt¹. Der Zustand der natürlichen, ungespressten Krystalle lässt sich dementsprechend auffassen, als wenn Druckkräfte dauernder Art schief gegen die Prismenflächen, vielleicht auf die von $\infty P2(120)$ wirkten.

Unter dem Einfluss der Erwärmung schwinden die leuchtenden Farben rasch. Das Mineral geht schliesslich auch in das Brucitstadium, was die Ringe anlangt, über, und die Doppelbrechung, für alle Farben positiv werdend, steigt sehr bedeutend. Eine Feldertheilung ist bei dieser Art von Apophyllit im Ganzen nicht immer so ausgezeichnet zu beobachten, wie bei der ersten. — Sie wird aber, wenn vorhanden, durch das Erwärmen im Gegensatz zu den Apophylliten der ersten Art verstärkt, wie auch die häufiger an ihrer Stelle vorkommende doppelte Lamellirung deutlicher wird. Da hier die Feldertheilung nicht umschlägt, die Mittellinie aber ihren Charakter wechselt (das sogenannte Brucitstadium ist positiv), so muss sich die Ebene der Axen umstellen und in die zur früheren normalen Lage übergehen, was auch die Beobachtung bestätigt.

Am besten lassen sich die Erwärmungsversuche mit den Krystallen von Storr auf Skye (Gyrolith), Quanajuato und Poonah anstellen, dieselben haben auch die einheitlichsten Spaltflächen. Weniger gelingen sie bei den Vorkommen von Utoën und Bergenhill, bei denen die Spaltbarkeit absetzend und nicht einheitlich verlaufend zu beobachten ist. Dies hindert jedenfalls die gleichmässige Wirkung der Temperatur.

¹ Dies ist für die Deutung der Erscheinungen, namentlich unter Berücksichtigung der ursprünglichen Lage der Axenebene wichtig.

Ist eine Apophyllitplatte im Ton bis zu den Brucitringen gesunken, so kann durch Auflegen einer dünnen Platte von Chromocyclit sowohl die Erscheinung des Leucocyclits, als die der Andreasberger Ringe hervorgerufen werden und diese bieten sich dann in schönster Weise dar.

3. Zusammenfassung der Resultate und Schlussfolgerungen.

Wenn man das überblickt, was dieses wunderbare Werk der Natur, das so einfach in geometrischer Hinsicht erscheinende Mineral Apophyllit uns darbietet, so ist von der Seite der Form jedenfalls, was Anlage und Winkelverhältnisse betrifft, das quadratische System über allen Zweifel erhaben.

Die optischen Eigenschaften lassen erkennen, dass eine optisch positive Substanz sich mit negativer mischt, und zwar so innig, dass wir mit unseren Mitteln die einzelnen Componenten nicht unterscheiden können. Zwar setzen die Schichten verschiedener Mischung öfters an einander ab, sehr häufig aber herrscht eine Mischung auf eine ziemliche Erstreckung hin: wir müssen daher von isomorpher Mischung reden und annehmen, Schichten verschiedener Mischung haben die ursprünglichen Bildungen um- und überkleidet¹. — Rein ist keine der Grundsubstanzen bekannt. Am positivsten (d. h. am wenigsten durch negative Beimischung beeinflusst, z. B. in der Stärke der Doppelbrechung) ist die, welche die selten natürlich beobachteten, stets durch Erhitzen zu erhaltenden Brucitringe zeigt; streng genommen, ist sie nur krystallwasserfreier Apophyllit; sodann kommt die Substanz, welche die Leucocyclit- und endlich die, welche die Andreasberger Ringe darbietet. Nach diesen Erscheinungen nimmt, mit dem Anwachsen der negativen Componente, die Doppelbrechung rasch ab; es folgen die farbenprächtigen „Chromocyclite“, bei denen für Blau beginnend und mit Roth endigend, schliesslich die Doppelbrechung für alle Farben negativ geworden ist. Danach bilden sich dann beim Zunehmen des negativen Antheils wieder engere Ringe; die Doppelbrechung, von negativem Charakter, steigt also wieder.

¹ Die Annahme, die verschiedenen Zustände seien nachträglich erst entstanden, hat weniger Wahrscheinlichkeit für sich.

Alle Erscheinungen sind veränderlich mit dem Druck. Derselbe wirkt, senkrecht zur Randkante von P (111) angebracht, so auf die Krystalle ein, dass ihr jeweiliger optischer Zustand erhöht wird. Könnte demnach eine moleculare Wirkung erdacht werden, welche besagten Druck dauernd machte, beziehungsweise durch die Kräfte der kleinsten Theilchen ersetzt, so wäre die Erklärung der vorhandenen Feldertheilung gefunden.

Nach dem Standpunkte, den man einnimmt, wird man diese Molecularanlage als eine durch ursprünglich zweiaxige, sich beeinflussende Substanzen hervorgebrachte, erachten, oder durch den Einfluss der isomorphen Mischung zweier, optisch entgegengesetzt wirkender, quadratischer Körper hervorgerufene und bedingte ansehen: auf jeden Fall muss etwas aus zwei Grundsubstanzen neu Gebildetes herangezogen werden, was den Erscheinungen gerecht wird. Dieselben und namentlich die Feldertheilung stellen sich ja bei jedem Mischungsstadium und folglich bei allen Arten von Ringen ein.

Dieses so construirte Gebäude ändert sich unter dem Einflusse der Wärme. Dieselbe wirkt ausdehnend da, wo früher Compression vorhanden war und umgekehrt. Dadurch entstehen die merkwürdigen Änderungen in den Apophylliten der ersten und der zweiten Art, die sich hier mehr verstecken und erst durch das convergente polarisirte Licht aufgedeckt werden, dort offenkundiger darliegen, weil sie sich im parallelen polarisirten Lichte zeigen. Hand in Hand geht mit der Wärmezufuhr und dem bei etwa 265° C. eintretenden, $4\frac{1}{2}$ Molecule betragenden Wasserverlust die Abnahme der negativen Componente, so dass dieselbe als die wasserhaltigere und bei höherer Temperatur nicht beständigere angesehen werden muss. Isomorphe Mischung und Wassergehalt bedingen und beeinflussen also die Anlage.

Betrachtet man das System der Theile, aus denen das Mineral im optischen Sinne zur Zeit besteht, so muss dasselbe wohl als triklin erachtet werden, denn in den Apophylliten der zweiten Art tritt dieser Zustand deutlich zu Tage, während er in denen der ersten Art zwar manchmal unter höherer Symmetrie (monoklines System) versteckt ist, sich aber in einzelnen Fällen doch schon merkbar macht.

Überblickt man aber hier die Vorkommen, so erkennt man doch, dass bei einheitlicher Pyramidenbildung recht oft eine monokline Symmetrie deutlich hervortritt, während bei denselben Krystallen in tieferen Schichten oder bei anderen, nur prismatisch gebildeten, in Schnitten durch die Prismen sich gern eine triklone Anlage zeigt. Dies lässt sich auf Wirkungen von Flächen, normal und symmetrisch den Hauptschnitten cb anliegend, nämlich $P(111)$ und $\infty P2(120)$ un-gezwungen zurückführen, wenn die Erscheinungen als durch die isomorphe Mischung veranlasst angesehen werden, während es sonst schwer und nur unter Annahme von Zwillingsbildung einzusehen ist, wie ein Krystall in den Schnitten durch die Pyramide monoklin und in solchen durch die Prismen triklin sein sollte. In jedem Falle bleiben dann noch die einaxigen Stellen übrig. Dieselben sind nicht zu erklären durch die Kreuzungen rechtwinkliger Art von zwei-axigen Stellen, da in jeder derselben die Mittellinie schief steht. Es müssten hier mindestens vier Felder zusammentreten, um von einer nach den vier Weltrichtungen gleichmässig schiefen Position der Mittellinie, ausgehend in der Kreuzung, eine normale Richtung zur Plattenoberfläche zu erhalten. Alle diese That-sachen machen den Aufbau des Minerals aus Theilen niederer Symmetrie nicht wahrscheinlich und lassen auch die Annahme eines solchen Aufbaues eben nicht als sehr einfach erscheinen. Dagegen würde der Ansicht, die einen Zerfall in solche Theile je nach den Umständen in Anspruch nimmt, nichts im Wege stehen und sie durch die Beziehungen der optischen Structur zu der Gestaltung der Umgrenzungselemente, seien sie regel-mässig oder verzerrt, unterstützt werden.

Gewähren sonach die bis jetzt ausgeführten Untersuchungen einen ersten Einblick in die merkwürdigen Verhältnisse unseres Minerals, so müssen in der Folge anzustellende genaue chemische Untersuchungen der einzelnen optisch differenten Theile hinzukommen, um diesen Einblick zu vertiefen. Von wesentlichem Interesse wird es auch sein, noch genauere optische Daten in manchen Fällen zu gewinnen, als dies seither möglich war und denselben entsprechend thermische Er-forschungen anzuschliessen.

Berlin, Min.-petrogr. Institut der Universität, Ende Juli 1892.

Briefliche Mittheilungen an die Redaction.

Ueber künstliche Darstellung des Zirkons auf nassem Wege.

Von K. von Chrustschoff.

Mit 1 Holzschnitt.

St. Petersburg, April 1892.

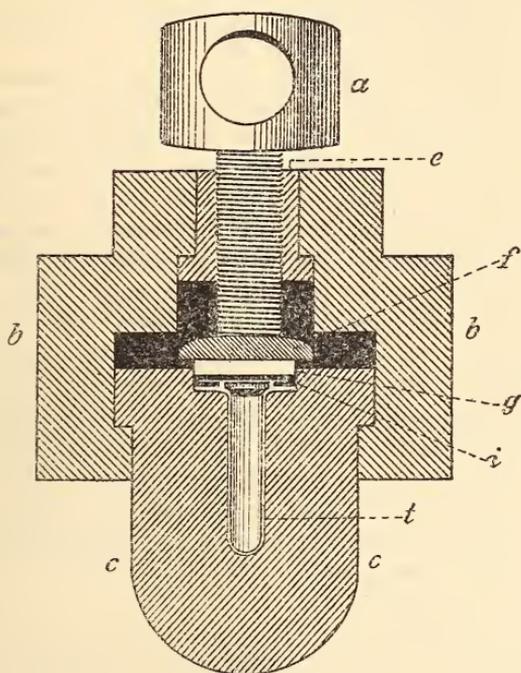
Schon vor etwa 6 Jahren projectirte ich einen Apparat, welcher die Erhitzung von wässerigen Lösungen bis zur Rothgluth gestatten sollte, ohne dass Wasser entweichen konnte. Dabei handelt es sich hauptsächlich um die Herstellung eines genügend hermetischen Verschlusses, eines Verschlusses, der einem solchen enormen Drucke (wie der zur Rothgluth erhitzten Wasserdampfs) zu widerstehen geeignet wäre. Bekanntlich benutzten FRIEDEL und SARASIN¹ bei ihren Synthesen ein Stahlrohr, in welches eine eng anliegende Platinröhre eingefügt ist; der Verschluss wird an beiden Enden durch Platinplatten bewerkstelligt, auf welchen eine Kupferplatte ruht; diese werden nun durch eine dicke eiserne Platte auf die ebenfalls plattenförmigen Enden der Röhre mittelst vier Schrauben aufgepresst.

Da derartig vollkommene und gegen grossen Druck widerstandsfähige Verschlüsse jedenfalls schwer zu erzielen sind, so habe ich mich bemüht, einen nur einerseits verschliessbaren Apparat zusammenzustellen.

Als Recipient für die Lösungen dient ein massiver, cylindrischer Platintiegel (*t*) mit plattenförmig umgebogenen Rändern, der mit einem genau angeschliffenen, ebenfalls flachen Platindeckel bedeckt wird; der centrale Theil desselben ist bedeutend verdickt und greift etwa 1 cm tief in die Tiegelloffnung hinein (*z*). Dieses Platingefäss ist in einen Gussstahlblock (*c*) eng eingelassen; der umgebogene Rand liegt dem Stahle in einer Vertiefung überall fest an. Der Block ist mit einem abstehenden Randring versehen, von welchem $\frac{2}{3}$ ausgeschnitten sind.

¹ FRIEDEL et SARASIN, Reproduction artificielle du quartz cristallisé; Bull. Soc. minér. Fr. 1879, t. II, p. 113 sq. und früher schon mit vergoldetem Stahlrohr cf. v. CHRUSTSCHOFF, On silicic acid and silicification of woods: American Chemist 1872, vol. III, No. 8.

Darüber stülpt sich eine massive, ebenfalls gussstählerne Kappe (*b*), an deren innerem Rande eine abstehende, ebenfalls zu $\frac{2}{3}$ ausgeschnittene Randkante angebracht ist; dreht man nun den unteren Theil, so greifen die abstehenden Segmente übereinander und es wird dadurch ein sog. Bajonettverschluss erzielt. Durch den Mittelpunkt dieser Kappe geht eine Druckschraube, deren Führung jedoch nicht in der massiven Kappe selbst, sondern in einer lose eingefügten, mit einem Randvorsprung und Zapfen versehenen Mutter angebracht ist, so dass bei etwaigen Beschädigungen nur diese letztere nebst der Schraube erneuert zu werden braucht. Diese Druckschraube, deren Durchmesser beinahe das Doppelte von demjenigen des Platinefässes beträgt, wirkt zunächst auf eine dicke Stahlscheibe (*g*),



eine in die im unteren Theil angebrachte Einsenkung passende dicke Kupferplatte (*f*), den Platindeckel (*i*), den Goldreif und endlich auf die plattenförmig umgebogenen Ränder des Tiegels.

Der hermetische Verschluss wird also durch die drei Stücke *a*, *b*, *c* und die Ränder des Tiegels selbst bewerkstelligt, deren Disposition aus der Abbildung ohne Weiteres verständlich ist. Die Druckschraube kann vermittelst einer Eisenstange angezogen werden. Der ganze Apparat ist mit einer dicken Kupferschicht bedeckt, um die zu schnelle Oxydation des Eisens zu verhüten.

Derselbe steht für sich allein auf einem starken Dreifuss und ist von einem etwa 10 cm dicken, innen und aussen mit Asbestcarton aus-

gekleideten Chamottecylinder, der ebenfalls selbstständig auf einem Dreifuss ruht, umgeben.

Bis jetzt sind nur zwei Experimente angestellt worden.

Erstes Experiment.

Diesmal fehlte beim Verschluss der Goldreif; das Platingefäss wurde mit folgenden Substanzen beschickt:

- a) Gelatinöse Kieselsäure; aus krystallisirtem kieselsaurem Natron und Salzsäure bereitet und bis zum Verschwinden der Chlorreaction ausgesüsst.
- b) Gelatinöse Thonerde; aus essigsaurer Thonerde.
- c) Gelatinöses Zirkonerdehydrat; durch Fällen von wässrigem Zirkoniumchlorid mit Ammoniak bereitet.

Erhitzt wurde sehr allmählich: zuerst diente ein einfacher und dann nach einander ein 3—5—8—10—12facher Bunsenbrenner; diese Temperatursteigerung war auf 6 Tage vertheilt und nur während der letzten 12 Stunden wurde ein 12facher Bunsenbrenner angewandt, so dass während dieser Zeit der untere Theil des Apparates deutlich rothglühend blieb.

Nach dem Erkalten, welches volle 6 Stunden in Anspruch nahm (da der äussere Chamottecylinder sehr heiss geworden war) wurde der Verschluss geöffnet und es zeigte sich, dass sämmtliches Wasser (wahrscheinlich beim Erkalten) entwichen war. Bevor jedoch das Wasser zu entweichen vermochte, musste ein ganz enormer Druck geherrscht haben, denn der verdickte Theil des Platindeckels war nach oben tief in die Kupferplatte hineingepresst worden. Der Rückstand im Platingefäss stellte sich als ein weisses, zum Theil deutlich krystallinisches Pulver dar, worin man aufluchtende Flitter schon mit blossem Auge wahrnehmen konnte.

Durch vorsichtiges Abschlämmen liess sich ein Theil desselben von den leichteren amorphen Partikeln trennen, so dass schliesslich eine kleine Menge eines schneeweissen, aus lauter stark glänzenden Krystalschuppen bestehendes Pulver zurückblieb.

Unter dem Mikroskop besteht es aus scharf hexagonalen dünnen Täfelchen, woran nicht selten Pyramiden und Prismenflächen auftreten. Die Doppelbrechung ist gering, daher nur graue Polarisationssteine. Sie erreichen eine Grösse von 0,035 mm, sind aber durchschnittlich nur 0,012 mm gross. Sie löschen parallel zu einem Flächenpaare des Hexagones aus und können daher nicht hexagonal sein, wenn nicht etwa eine optische Anomalie vorliegen mag. Mitunter bemerkt man eine zu einer Seite parallele Riefung.

Das spec. Gewicht wurde durch Schwebenlassen in einer Kaliumquecksilberjodidlösung zu 2,87 bestimmt. Beim Erhitzen im Röhrchen werden die Kryställchen undurchsichtig trübe und geben deutliche Spuren von Wasser ab; von conc. Schwefelsäure werden sie schwer, doch vollständig unter Abscheidung von Kieselsäure zersetzt.

Die chemische Analyse konnte leider mit nur sehr wenig Material ausgeführt werden und doch sind folgende Resultate recht befriedigend:

Analyse I.

		Sauerstoff
Kieselsäure	53,65 =	28,610
Thonerde	23,76 =	11,072
Zirkonerde	14,54 =	3,814
Wasser (Verlust)	7,86 =	6,987
	<hr/>	
	Summe	99,81

Berechnung der Analyse I.

		Atomverhältniss
Si	25,040 =	0,9000
Al	12,688 =	0,4616
Zr	10,726 =	0,1191
H	0,873 =	0,8730
O	50,483 =	1,5030
Si + Zr = 1,0191	} 2,4634 : 1,5030 O =	$\frac{2,4634}{1,5030} = 1,639.$
Al + H = 1,4443		

Ein analog zusammengesetztes Mineral kommt in der Natur nicht vor, man könnte dasselbe allenfalls als einen zirkonerdehaltigen Pyrophyllit bezeichnen.

Zweites Experiment.

Die Dichtung des Verschlusses wurde mittelst des Goldreifes bewerkstelligt und das Platingefäss mit gelatinöser Kieselsäure und gelatinösem Zirkoniumhydroxyd beschickt. Der geschlossene Apparat wurde darauf während 2 Stunden der Hitze eines 12 fachen Bunsenbrenners direct ausgesetzt. Nach Verlauf der ersten Stunde war der untere Theil schon deutlich rothglühend; zum völligen Erkalten waren etwa 5 Stunden erforderlich. Der Verschluss wurde nun geöffnet und es zeigte sich, dass fast gar kein oder nur sehr wenig Wasser entwichen war.

Der Platintiegel enthielt eine klare Flüssigkeit und einen starken weissen Niederschlag. Nach Behandlung desselben mit conc. Fluss- und Salzsäure hinterblieb ein unlöslicher, sehr deutlich krystallinischer Rückstand, der sich unter dem Mikroskop als aus lauter scharfen Krystallen bestehend erwies. Dieselben besitzen einen starken demantartigen Glanz, ein ausserordentlich starkes Lichtbrechungsvermögen und sind fast gänzlich farblos. Daran konnten folgende Formen und Ausbildungsweisen unterschieden werden:

(111), (221), (311), (101), (110), (100).

1. Bei Weitem die Mehrzahl ist pyramidal nach (111) ausgebildet; oktaëdrischer vesuvianischer Typus.

2. Einige wenige Individuen gehören dem langprismatischen Typus nach (111), (110) an. Granitischer Typus.

3. Verzerzte kurzprismatische, entweder nach der Hauptaxe oder einer Nebenaxe gestreckte Individuen nach (111), (110).

4. Individuen nach (111), (110), (100); porphyrischer Typus; dieselben sind zum Verwechseln ähnlich einigen Krystallen aus gewissen Granitporphyren (wie z. B. Altenbach, Sachsen).

(101), (221) und die ditetragonale Pyramide sind sehr selten.

Die pyramidal ausgebildeten Krystalle sind durchschnittlich nur 0,01 mm gross; die prismatischen sind im Maximum: 0,09 mm breit, 0,18 mm lang, 0,06 mm dick; und im Durchschnitt: 0,06 mm breit, 0,10 mm lang, 0,05 mm dick.

Die mit diesem ideal reinen und reichlichen Material angestellte chemische Untersuchung ergab folgende Werthe:

Analyse II.

Volum-Gewicht bei 12° C. = 4,4537.

Gefunden:	Berechnet:
Kieselsäure . . . 32,84	1 Mol. Kieselsäure = 60 = 32,97
Zirkonerde . . . 67,17	1 Mol. Zirkonerde = 122 = 67,03
Summa 100,01	182 100.

Ueber kobalthaltigen Eisenspath von der Grube Ende im Hartebornthal bei Neunkirchen, Kreis Siegen.

Von G. Bodländer.

Clausthal, Min. Inst. d. kgl. Bergakademie, September 1892.

Durch Herrn Bergreferendar JANSSEN wurde mir ein hellrothes, von den Bergleuten als Kobaltblüthe bezeichnetes Mineral übergeben, welches in dünnen Schichten auf Quarz aufsitzt und von der Kobalterzgrube Ende im Hartebornthal bei Neunkirchen, Kreis Siegen, stammt. Das Mineral bildet flache, linsenförmige Rhomboëder und ist durch seine Spaltbarkeit als zur Gruppe der rhomboëdrischen Carbonate gehörig charakterisirt. In verdünnter Salzsäure löst es sich in der Kälte kaum, in der Wärme leicht unter Entwicklung von Kohlensäure. Die Zusammensetzung ist nach Abzug der in Säure unlöslichen Gangart:

		Molecülverhältniss
Fe O . . . 45,34 %	Fe CO ₃ . . . 73,08 %	0,63
Ca O . . . 1,21	Ca CO ₃ . . . 2,16	0,02
Mg O . . . 8,80	Mg CO ₃ . . . 18,48	0,22
Co O . . . 3,85	Co CO ₃ . . . 6,17	0,05
CO ₂ . . . 41,55		

Nickel ist nur in minimalen Spuren vorhanden. Das Mineral ist also ein Eisenspath mit isomorphen Beimengungen von Kalk-, Magnesia- und Kobaltcarbonat; der letzteren Beimengung verdankt es seine rothe Farbe.

Ueber das Verhalten der Titansäure gegen Phosphorsalz vor dem Löthrohr.

Von R. Brauns.

Marburg, Mineralog. Institut, 5. Sept. 1892.

Das Verhalten der Titansäure gegen Phosphorsalz vor dem Löthrohr hat GUSTAV ROSE in seiner Abhandlung „über Darstellung krystallisirter Körper mittelst des Löthrohrs und über Darstellung der Titansäure in ihren verschiedenen allotropischen Zuständen“ (Monatsber. der königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, Sitzg. v. 28. März 1867) sehr ausführlich beschrieben und hierbei auseinandergesetzt, wie man durch Schmelzen von Titansäure (Rutil, Anatas, Brookit oder künstlich dargestellter Titansäure) mit Phosphorsalz krystallinische Producte erhalten kann. Diese Kryställchen bestimmte G. ROSE als Anatas, und seitdem findet man in den Zusammenstellungen künstlich dargestellter Mineralien angeführt, dass man Anatas durch Zusammenschmelzen von Titansäure mit Phosphorsalz darstellen könne. Dies ist aber nicht richtig, es lässt sich vielmehr leicht zeigen, dass die von G. ROSE dargestellten und als Anatas bestimmten Kryställchen weder Anatas, noch überhaupt quadratisch waren.

G. ROSE beschreibt seine Kryställchen folgendermaassen: „Drückt man die heisse Kugel, wenn sie nur opalisirt, mit der Zange zusammen, und betrachtet man sie unter dem Mikroskop auch nur bei mässiger (140maliger) Vergrösserung, so sieht man, dass die Trübung von einer grossen Menge ganz kleiner durchsichtiger Krystalle herrührt, die einzeln neben einander liegen und den Raum stetig erfüllen; bei längerem Blasen werden sie grösser, häufen sich auch zum Theil und bilden kleine Aggregate. Bei ihrem Demantglanz blitzen sie in der unzusammengedrückten Kugel nach allen Richtungen, man erkennt sie schon mit der Lupe, wenn man auch ihre Form erst in dem zusammengedrückten Glase unter dem Mikroskop, hier aber mit aller Sicherheit bestimmen kann. Es sind durchsichtige quadratische Tafeln, wie sie unter den Formen der Titansäure nur beim Anatas vorkommen . . . Da sie vollkommen durchsichtig sind, so kann man auch ihr Verhalten im polarisirten Licht untersuchen; sie geben so betrachtet Farben und erweisen sich als doppeltbrechende Krystalle.“

Wiederholt man den Versuch, so findet man diese Angaben in jedem Punkt bestätigt, namentlich auch die über das Verhalten der Kryställchen im polarisirten Licht; aber gerade dies Verhalten beweist, dass die Kryställchen nicht quadratisch sein können, denn sonst dürften die quadratischen Tafeln im parallelen polarisirten Licht sich nicht so verhalten; man überzeugt sich leicht, dass die Krystalle rhomboëdrisch sind.

Im parallelen polarisirten Licht geben sie Farben, wie G. ROSE richtig beobachtet hat, und löschen parallel den Diagonalen aus; im convergenten Licht zeigen sie den Austritt einer ganz excentrischen optischen Axe eines optisch einaxigen Krystalls. Der Charakter der Doppelbrechung lässt sich als negativ feststellen. Der Umriss der Flächen ist sehr annähernd quadratisch, in der That rhombisch, und an vielen der kleineren auf einer

Ecke ruhenden Kryställchen kann man sehen, dass sie im ganzen von sechs solchen rhombischen Flächen begrenzt sind. Die Kryställchen sind demnach Rhomboëder; ihre Form leitet nun weiter zur Bestimmung der Substanz, die hiernach kaum etwas anderes als Titanoxyd, Ti_2O_3 , sein kann. Diese Verbindung ist von C. FRIEDEL und J. GUÉRIN dargestellt (Compt. rend. 1876. T. LXXXII. p. 509) und krystallisirt nach deren Angaben wie Eisenglanz rhomboëdrisch mit dem Axenverhältniss $a : c = 1 : 1,316$, die Krystalle sind demnach würfelähnliche Rhomboëder, wie die, welche durch Schmelzen von Phosphorsalz und Titansäure leicht dargestellt werden können. Hiernach scheint es ausser Zweifel, dass die durch Schmelzen von Phosphorsalz mit Titansäure darzustellenden Kryställchen aus Titanoxyd, Ti_2O_3 , bestehen.

Dieselben Kryställchen bekommt man, wenn man statt Titansäure, also etwa Rutil, Titaneisen nimmt. Bringt man die Phosphorsalzperle mit etwas Titaneisen in die BUNSEN'sche Flamme, so zerfällt das Titaneisen in wenigen Secunden, das Eisen wird von der Perle aufgenommen und Titanoxyd bleibt in Form eines graugelben Pulvers, in dem man unter dem Mikroskop schon kleine Rhomboëderchen erkennt, zurück, um erst nach stärkerem und längerem Erhitzen aufgelöst zu werden. Das Verhalten des Titaneisen und anderer titanhaltiger Eisenerze in der Phosphorsalzperle hat G. ROSE gleichfalls ausführlich beschrieben und in der Schmelze seine „Anataskrystalle“ beobachtet. Auch in diesen Fällen bildet sich nicht Anatas, sondern rhomboëdrisches Titanoxyd.

Ueber die systematische Stellung der Gattungen *Plesiadapis*, *Protoadapis*, *Pleuraspidothierium* und *Orthaspidothierium*.

Von M. Schlosser.

München, den 17. September 1892.

Unter allen Säugethierfaunen des europäischen Tertiärs verdient die aus dem Eocän von Reims entschieden das meiste Interesse. Sie enthält nämlich nicht allein Formen, welche sich noch sehr eng an mesozoische Säuger anschliessen, sondern auch eine Anzahl Typen, die zwar einen höchst fremdartigen Habitus zur Schau tragen, aber gleichwohl für die Stammesgeschichte der Säugethiere von der grössten Wichtigkeit sind.

Leider existirt bis jetzt noch keine eigentliche Monographie dieser so hochinteressanten Fauna. LEMOINE, der unermüdliche Sammler derselben, hat sich bis vor Kurzem damit begnügt, von den wichtigsten Typen Abbildungen mit sehr knappen Erläuterungen zu geben. Erst seine im Bulletin de la Société géologique de France Tome XIX. 1890 erschienene Abhandlung enthält eine Art Verzeichniss der Gattungen und Arten und gestattet wenigstens annähernd eine Deutung dieser Objecte.

Für heute möchte ich auf die Gattungen *Plesiadapis*, *Protoadapis* einerseits und *Pleuraspidothierium*, *Orthaspidothierium* andererseits die Aufmerksamkeit lenken. Ich habe diese Gattungen mit Ausnahme von

Protoadapis bereits in meiner Abhandlung — Die Affen, Lemuren etc. des europäischen Tertiärs 1887 — besprochen und damals *Plesiadapis* zu den Lemuren, die beiden letztgenannten Gattungen zu den Insectivoren gestellt. Trotzdem nun inzwischen auch OSBORN¹, dem es vergönnt war die Fauna von Reims selbst zu studiren, bezüglich der systematischen Stellung dieser Gattungen zu der nämlichen Anschauung gelangt ist, sehe ich mich jetzt doch veranlasst, meine damaligen Ansichten zu ändern, zu denen ich überhaupt wohl nie gekommen wäre, wenn die oben erwähnte Abhandlung LEMOINE'S damals bereits existirt hätte. Was die Gattungen *Plesiadapis* und *Protoadapis* betrifft, so trage ich kein Bedenken, in denselben alterthümliche Nager zu erblicken. Die Abbildung des Unterkiefers zeigt den ausgesprochensten Nagertypus, insbesondere gilt dies von der vorderen Partie. Auch die Beschaffenheit der Backzähne hat immerhin einige Anklänge an Sciuiromorphen sowohl als auch an die fossilen Gattungen *Sciuroides* und *Pseudosciurus*. Befremdend ist eigentlich nur die hohe Prämolarenzahl — bei *Plesiadapis* 2, bei *Protoadapis* sogar 3 —, die Anwesenheit von drei oberen Incisiven und einem Eckzahn und das Vorhandensein von einem oder mehreren Basalzäckchen an der Innenseite der Incisiven. Es ist jedoch zu bedenken, dass ehemals die Zahl der Prämolaren und Incisiven sicher auch bei den Nagern eine höhere war als bei den Formen des Tertiärs und der Gegenwart, denn auch der Nager-Stamm geht vermuthlich auf Typen mit $\frac{3}{2}I \frac{1}{1}C \frac{4}{4}P \frac{3}{3}M$ zurück, und müssen daher nothwendigerweise früher oder später Formen mit mehr als $\frac{2}{2}$ oder $\frac{1}{1}P$ und mehr als $\frac{1}{1}I$ zum Vorschein kommen. Die Anwesenheit der Basalzacken an den Incisiven ist erst recht kein triftiger Einwand, denn in der citirten Arbeit bildet LEMOINE selbst einen Nagerzahn mit einer Andeutung eines solchen Organs — Talon — ab und macht ausdrücklich auf dieses interessante Object aufmerksam. Die Existenz von drei oberen Incisiven und einem oberen Eckzahn hat für mich besonders deshalb eine sehr grosse Wichtigkeit, als sie eine Vermuthung bestätigt, die ich schon in meiner Arbeit „Die Nager des europäischen Tertiärs“, Palaeontographica Bd. XXXI, ausgesprochen habe. Ich habe damals und später in meiner Abhandlung „Die Differenzirung des Säugethiergebisses“ (Biologisches Centralblatt 1890) mich dahin geäußert, dass die Reduction der Incisiven und Caninen bei den Ahnen der Nager wohl die gleichen Stadien durchlaufen hat, welche wir in der Gegenwart bei den herbivoren und omnivoren Marsupialiern beobachten können, wenn wir mit *Phalangista* beginnen und durch *Phascolarctos*, *Hypsiprymnus*, *Lagorchestes* und *Halmaturus* zuletzt zum Wombat gelangen. Bei *Plesiadapis* nun hätten wir bereits ungefähr das Stadium von *Lagorchestes* vor uns. OSBORN (l. c.) hat sich nicht näher mit der Organisation der vorderen Gebisspartie befasst, sondern sein Hauptaugenmerk auf die Zusammensetzung der Molaren und Prämolaren gerichtet. Diese Zähne lassen sich allerdings direct fast nur mit solchen

¹ Review of the Cernaysian Mammalia. Proceed. Phil. Acad. Nat. Sc. 1890. p. 51.

von Lemuriden vergleichen, entsprechen aber immerhin auch vollkommen den Vorstellungen, welche wir uns von den Backzähnen der ältesten Nager, insbesondere der Ahnen der *Pseudosciurus* und *Sciuroides* machen müssen, welche ihrerseits, wenigstens *Sciuroides*, wieder als die Stammeltern der *Hystricomorphen* — im weitesten Sinne — erscheinen. Die Abweichung vom Zahn des *Plesiadapis* besteht im Princip nur darin, dass bei diesem im Oberkiefer der zweite Innenhöcker noch nicht vorhanden ist und mithin der Trituberculartypus besser zum Ausdruck gelangt. Dass aber dieser Typus auch den Ausgangspunkt für die oberen Molaren der Nager darstellt, ersehen wir daraus, dass er sich bei *Sciurus* sogar noch bis in die Gegenwart ziemlich rein erhalten hat. Die Gattung *Protoadapis* ist geologisch älter und zeigt dementsprechend auch noch primitivere Charaktere. OSBORN gibt für dieselben $\frac{1}{2}I - \frac{1}{7}C - \frac{1}{3(4)}P - \frac{*}{8}M$ und fünfhöckerige, untere Molaren an, und es scheint auch in der That noch eine Spur des Paraconids — Vorderhöcker — vorhanden zu sein. Die Zahnformel dürfte wohl noch einige Correcturen erfahren. Ich kann meine Ausführungen bezüglich der beiden Gattungen dahin zusammenfassen, dass kein triftiger Grund vorliegt, dieselben noch länger von den Nagern zu trennen.

Die Gattungen *Orthaspidotherium* und *Pleuraspidotherium* zeigen im Bau des Gebisses auffallende Ähnlichkeit mit dem späteren *Pachynolophus*, sowie mit dessen Verwandten, *Paloplotherium* und *Palaeotherium*, insbesondere gilt dies hinsichtlich der gegenseitigen Grössenverhältnisse der Incisiven und Caninen und der Zusammensetzung der einzelnen Backzähne. Es kann nunmehr keinem Zweifel mehr unterliegen, dass wir es hier wirklich mit Hufthieren und zwar mit Ahnen von Perissodactylen zu thun haben. Die Zahl der Zehen beträgt fünf, und wären diese beiden Gattungen demnach bei den Condylarthren einzureihen, sofern man diese Gruppe überhaupt aufrecht erhalten will — ich spreche lieber von einem Condylarthrenstadium —, wenigstens bei jenen Formen, deren Ursprung aus Condylarthren sichergestellt erscheint. Ob nun den genannten Gattungen wirklich phylogenetische Bedeutung zukommt, oder ob sie nur einen bald erlöschenden Seitenzweig darstellen, lässt sich noch nicht mit voller Sicherheit entscheiden. Die Reduction der Prämolarenzahl — drei, *Pleuraspidotherium* soll gar, was ich aber nicht glaube, nur 2 Prämolaren besitzen — verbunden mit einer für das Eocän ganz überraschenden Complication der beiden hinteren Prämolaren, macht die letztere Annahme sehr viel wahrscheinlicher. Übrigens zählt OSBORN bei *Pleuraspidotherium* $\frac{3}{8}P$, bei *Orthaspidotherium* sogar $\frac{4}{4}P$, und bestünde mithin auch in Bezug auf die Zahnzahl keine nennenswerthe Abweichung von jenem theoretischen Typus, von welchem wir die ältesten Perissodactylen, wenigstens die oben genannten Formen, ableiten dürfen. Prof. v. ZITTEL stellt die Gattungen *Orthaspidotherium* und *Pleuraspidotherium* in seinem Handbuch zu den Condylarthren, wie ich aus den mir gütigst zur Einsichtnahme überlassenen Correcturbogen ersehen habe.

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: 1892

Band/Volume: [1892_2](#)

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

Artikel/Article: [Mineralogische Mittheilungen 165-240](#)