

Fig. 1.

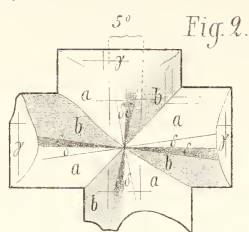


Fig. 2.

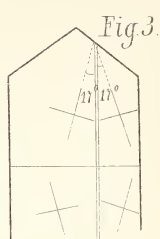


Fig. 3.

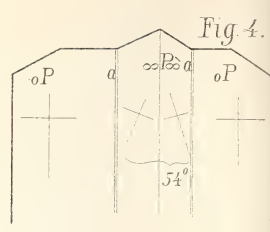


Fig. 4.

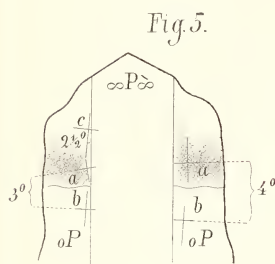


Fig. 5.

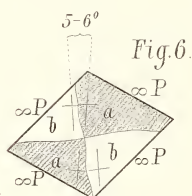


Fig. 6.

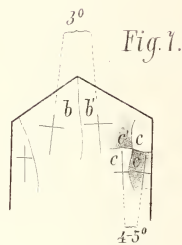


Fig. 7.

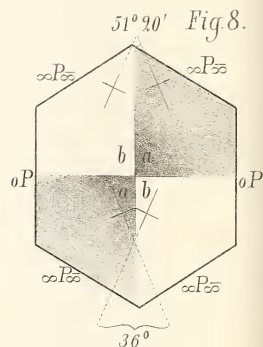


Fig. 8.

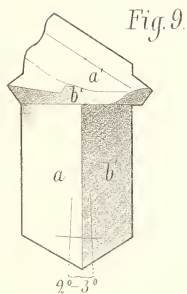


Fig. 9.

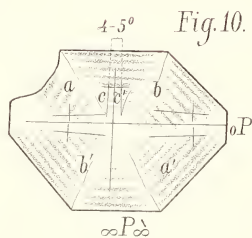


Fig. 10.

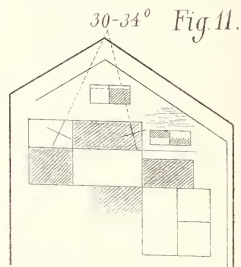


Fig. 11.

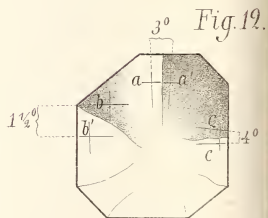


Fig. 12.

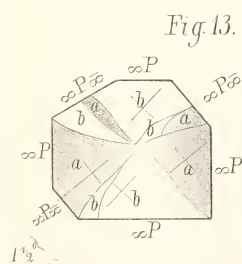


Fig. 13.

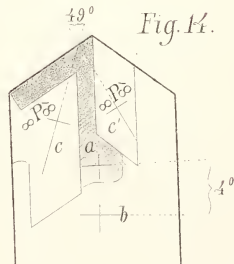


Fig. 14.

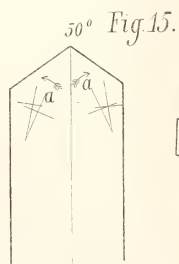


Fig. 15.

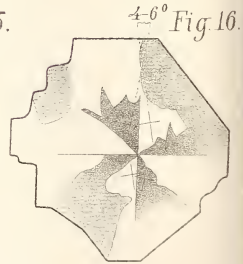


Fig. 16.

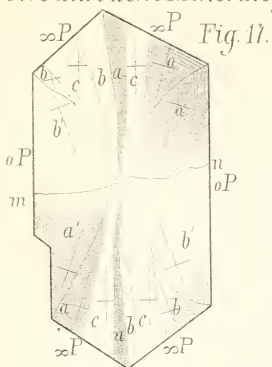


Fig. 17.

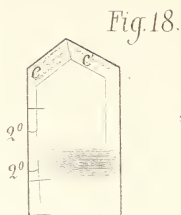


Fig. 18.

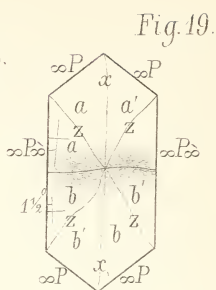


Fig. 19.

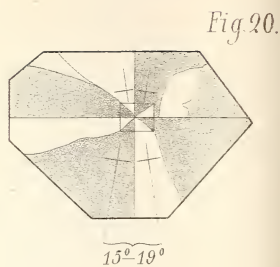


Fig. 20.

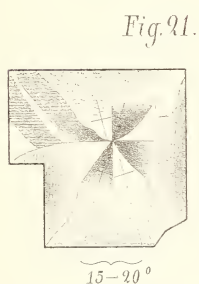
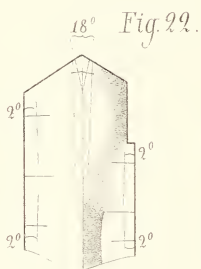
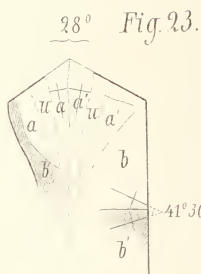


Fig. 21.



18° Fig. 22.



28° Fig. 23.



Fig. 24.

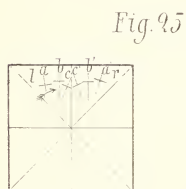


Fig. 25

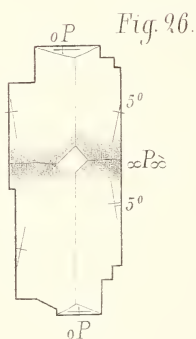


Fig. 26.

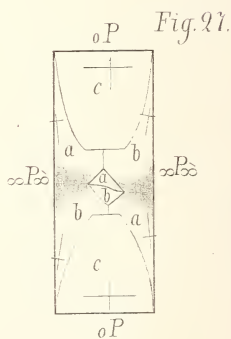


Fig. 27.

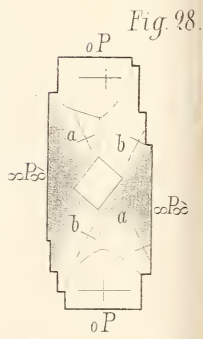


Fig. 28.

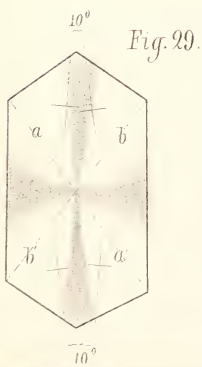


Fig. 29.

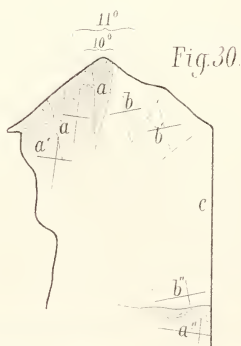


Fig. 30.

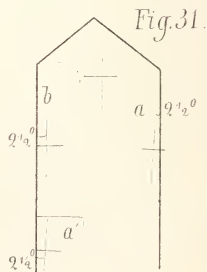


Fig. 31.



Fig. 32.

Beiträge zur Kenntniss der Mineralien: Harmotom, Phillipsit und Desmin.

Von

Ludwig Langemann in Göttingen.

Mit Tafeln V. VI.

I. Harmotom.

A. Historische Einleitung.

ROMÉ DE L'ISLE¹ hebt in seiner Krystallographie in der Gruppe der Hyacinthe die Varietät „Hyacinthe blanche cruciforme“ hervor und versteht darunter den Kreuzstein der späteren Autoren. Dieses Mineral unterscheidet sich nach DE L'ISLE von den übrigen Hyacinthformen durch die Zwillingsbildung: Vier der einfachen Krystalle verwachsen der Länge nach mit einander und erzeugen die bekannte Kreuzform.

TOBERN BERGMAN² beschreibt die „figura hyacinthica“, entsprechend unsern heutigen Durchkreuzungskrystallen des Harmotoms. In seiner Fig. 5 giebt er einen Schnitt durch einen solchen Harmotomkrystall nach der Ebene $P\infty(101)$ heutiger Auffassung. Um die dem Krystall zukommende Grundform aufzufinden, denkt er sich die Zwischenräume der Kreuzesarme der Krystalle parallel den nach aussen liegenden Seitenflächen ausgefüllt. Es würde dann als Grundform eine quadratische Säule erscheinen, die an ihren beiden Enden je 4 auf die Säulenkanten gerade aufgesetzte Zuspitzungsflächen in Form von 4 Rhomben aufweist. Schliesslich macht BERGMAN den Versuch, die figura hyacinthica auf seine figura gra-

¹ Cristallographie 1783, tome II. pag. 299 ff.

² Opuscula Bergmani 1780. Vol. II. pag. 7.

natica zurückzuführen und denkt sich die erstere aus der letzteren so entstehend, dass eine Streckung des Rhombendodekaëders nach vier in einer Zone gelegenen Flächen eintritt, und dass dann in Folge von Mangel an Bildungsmaterial an den Kanten der vier lang ausgezogenen Rhombenflächen die regelmässigen rechtwinkligen Einkerbungen entstehen, welche die Kreuzform bewirken.

HEIER¹ liefert eine Analyse des Kreuzsteins von Andreasberg. Nach ihm sind in 50 Gran der analysirten Substanz nach vorgängigem Glühen enthalten:

22	Gran	Kieselerde,
12	„	Schwererde,
10	„	Thonerde.

Der Rest von 6 Gran würde also Wasser sein.

Die erste bedeutendere Arbeit über den Kreuzstein lieferte im Jahre 1794 LEOPOLD VON BUCH².

Dieser Forscher giebt eine genaue Beschreibung der auf den Seiten- und Zuspitzungsflächen³ der Krystalle vorhandenen Streifung. Er unterzieht sich der höchst mühsamen Arbeit der Kantenausmessung der Krystalle und berechnet daraus annähernd die Neigungswinkel der Flächen. BEKKERHINN und KRAMP⁴ hatten die Ansicht ausgesprochen, dass die Kreuzkrystalle des Harmotoms als Individuen mit regelmässigen Auskerbungen anzusehen seien, waren also der Meinung BERGMAN's beigetreten. Dieser Meinung widerspricht L. VON BUCH und hebt hervor, dass, sobald man einen solchen Krystall parallel einer Seitenfläche median theilt, die mittlere Partie auf der Durchschnittsfläche ein ganz anderes Aussehen zeigt wie die Seitentheile. Zum weiteren Gegenbeweis zeichnet und beschreibt er Krystalle, bei denen sich nur ein Individuum voll ausgebildet hat, während das zweite (also jetzt das durchwachsende zu nennen) erst theilweise angelegt ist. Häufig endigen nach ihm die Zuspitzungsflächen der Indivi-

¹ CRELL's chemische Annalen 1789. I. Theil, pag. 212.

² LEOPOLD VON BUCH, Beobachtungen über den Kreuzstein. Halle 1794 oder Gesammelte Schriften Bd. I. pag. 24.

³ Die Seitenflächen entsprechen unseren heutigen Flächen $\infty P\infty$ (010) und OP (001), die Zuspitzungsflächen ∞P (110).

⁴ BEKKERHINN und KRAMP, Krystallographie. Wien 1793, pag. 176.

duen nicht in einer Höhe; daraus schliesst von BUCH auf die Präexistenz des einen Individuums, welches später von dem zweiten durchwachsen wurde. Er führt an, dass er unter 60 von ihm untersuchten Krystallen 20 fand, welche im Innern einen von der äusseren Substanz verschiedenen Kern enthielten, der zumeist aus Quarz, Kalkspath oder Bleiglanz bestand. Er erwähnt auch Krystalle von Andreasberg, welche die vollkommene rhombische Säule darstellen, bei denen die Endflächen eine rhombische Streifung parallel den Kanten unsers heutigen $\infty P(110)$ zeigen. Dazu können dann auch die Abstumpfungsflächen der schärferen Kanten treten, so dass eine sechsseitige Säule entsteht. Ausserdem giebt von BUCH die Resultate zweier Analysen von HEIER (1789) und WESTRUMB wieder. Als den „Geburtsort dieses Fossils“ glaubt er mit Bestimmtheit nur Andreasberg angeben zu dürfen.

KLAPROTH¹ unternimmt im Jahre 1797 eine chemische Untersuchung des Kreuzsteins. Er kommt noch einmal auf die älteren Analysen desselben zurück, da er glaubt, dass bei Bestimmung der Schwererde möglicherweise Strontianerde unberücksichtigt geblieben sei. Es gelingt ihm, den Nachweis zu führen, dass Strontianerde dem Kreuzstein völlig fehlt.

Die Resultate seiner Analyse sind folgende:

In 100 Gran Harmotoms Substanz sind enthalten:

Kieselerde	49 Gran
Schwererde	18 „
Alaunerde	16 „
Wasser	15 „

Summa 98 Gran.

EMMERLING² führt den Kreuzstein als 27. Gattung des Kieselgeschlechts auf. Die Namen, welche dieses Mineral bei ihm sonst noch führt, sind: Staurolith, Weisses Hyacinth, Andreasbergolith, während WERNER das Mineral „Silex crucifer“ nennt. Die Franzosen nennen es „pierre de croix“ oder „hyacinthe blanche cruciforme“, die Engländer „cross-stone“. EMMERLING'S Beschreibung der einfachen Krystalle ist ganz von LEOPOLD VON BUCH entlehnt. Aus den Angaben, die

¹ KLAPROTH, Beiträge zur chemischen Kenntniss der Mineralkörper. Berlin 1797. Bd. II. pag. 80 ff.

² EMMERLING, Lehrbuch der Mineralogie 1799. Bd. I. pag. 481 ff.

beide Forscher über die Streifung machen, ist zu ersehen, dass sie die nach der jetzigen Orthodiagonale gestreckten Kryställchen im Auge hatten mit kleinen rhombisch gestreiften Flächen ($\infty P \infty$ (010) jetziger Bezeichnung) als Endflächen.

JORDAN¹ führt für die Streifung, welche sich auf dem Klinopinakoid jetziger Annahme findet, die Bezeichnung „doppelt-federartig“ ein.

Auch er beschreibt die eben genannten einfachen Krystalle von Andreasberg.

HAÜY² war es, der für den Kreuzstein der Deutschen und die Pierre de croix der Franzosen den später allgemein angenommenen Namen „Harmotom“ wählte. Die Überschrift zu dem betreffenden Kapitel heisst bei ihm: „Harmotome, c'est à dire qui se divise sur les jointures.“ Als Grundform betrachtet er das „Octaèdre à triangles isocèles“, also das von gleichschenkligen Dreiecken gebildete „quadratische Octaëder“.

HAÜY unterscheidet 3 Formen am Harmotom, deren erste er mit dem Namen „Harmotome dodécaèdre“ belegt. Sie zeigt die 4 gestreckten Seitenflächen, die er o nennt, und an den Enden des Krystalls je 4 Zuspitzungsflächen, Rhomben mit der Bezeichnung P.

An Winkeln hat HAÜY gemessen

$$\begin{aligned} o : o &= 90^\circ \\ P : P &= 121^\circ 57' 56''. \end{aligned}$$

Seine zweite Form, den „Harmotome partiel“, führt er deswegen als besondere Varietät auf, weil es ihm als eine bemerkenswerthe Ausnahme erscheint, dass die Flächen „s“ (jetzt $\infty P \infty$ (100)) an beiden Polen des Krystalls nur je in der Zweizahl auftreten, während sie doch nach seiner Auffassung der Krystalle sämtliche Polkanten abstumpfen müssten.

Seine dritte Form ist der „Harmotome cruciforme“. Zwei der soeben beschriebenen Formen durchkreuzen sich rechtwinklig, so dass ihre Axen zusammenfallen; dabei tritt eine Ungleichheit der Seitenflächen auf, von denen die eine breiter als die andere erscheint.

¹ JORDAN, Bemerkung einer neuen Streifung und Krystallgestalt am Andreasberger Kreuzstein. Mineralogische und chemische Beobachtungen etc. 1800. pag. 172 ff.

² HAÜY, Traité de Minéralogie. Paris 1801. T. III. pag. 191 ff.

HAÜY führt auch schon den Harmotom von Oberstein auf (pag. 195 und 196), welcher nach ihm von TASSAËRT analysirt und mit dem Harmotom von Andreasberg chemisch identisch befunden wurde. Daneben wurde noch die Übereinstimmung in den äusseren Formen beider Vorkommen nachgewiesen.

LUDWIG¹ giebt eine Beschreibung der beim Harmotom auftretenden Flächenstreifung, die insofern nicht zutreffend ist, als er sowohl im Texte wie in der Zeichnung die federförmige Streifung auf den Zuspitzungsflächen unerwähnt lässt. Von ihm wird noch Andreasberg als einziger Fundort unseres Minerals bezeichnet.

HAUSMANN² schliesst sich in seiner Ansicht über die Krystallisation des Harmotoms direct an HAÜY an und unterscheidet von der „Kernkrystallisation“ (hier dem von gleichschenkligen Dreiecken begrenzten „Octaëder“) die „Abänderungskrystallisation“ in Form des vierseitigen Prismas mit den Zuspitzungsflächen³.

Auch LEONHARD⁴ sieht das quadratische Octaëder als Grundform des Kreuzsteins an.

Professor WERNEKINCK⁵ in Giessen macht zuerst aufmerksam auf die Kreuzsteine in der Nähe des Dorfes Annerod bei Giessen und von dem etwa eine Stunde von Giessen entfernten Schiffenberge. Nach den Analysen von Krystallen des letzteren Fundortes enthalten diese 17,59% Baryt und 1,08% Kalk, während die Krystalle von Annerod 0,39% Baryt und 6,67% Kalk ergeben. Da in den Krystallen beider Fundorte die nämlichen Bestandtheile, wenn auch in sehr verschiedener Menge vorkommen, so schliesst WERNEKINCK daraus, dass man es hier nicht mit 2 verschiedenen Mineralien, sondern mit Varietäten desselben Minerals zu thun habe. An den Krystallen von Annerod hat er die Flächen „s“ HAÜY's (jetzt $\infty P \infty (100)$) nicht gefunden und selten Zwillinge entdeckt,

¹ Handbuch der Mineralogie nach A. G. WERNER, zu Vorlesungen entworfen von CH. F. LUDWIG. Leipzig 1803. Theil I. pag. 90.

² Handbuch der Mineralogie. Göttingen 1813. Bd. I. pag. 556.

³ Im Jahre 1847 betrachtet HAUSMANN, pag. 790 seines Handbuchs den Kreuzstein als „orthorhombisch“.

⁴ LEONHARD, Handbuch der Oryktognosie. Heidelberg 1821. pag. 451.

⁵ Beitrag zur Naturgeschichte des Harmotoms von Professor WERNEKINCK in Giessen. (GILBERT's Annalen etc. 1824. Bd. 76. pag. 171 ff.)

wogegen letztere am Schiftenberge öfter auftreten; dort findet sich auch die Fläche „s“. WERNEKINCK beschreibt von diesem Fundorte auch solche Formen, bei denen das durchkreuzende Individuum nur eben angelegt ist, wie sie schon von LEOPOLD VON BUCH erwähnt werden.

FRIEDRICH MOHS¹ hat eine ganz eigenartige Bezeichnung für den Harmotom. Er nennt ihn „Paratomer Kuphonspath“, indem er unter „Spathen“ überhaupt alle diejenigen Mineralien versteht, welche mit dem Feldspath verwandt sind. Die Grundgestalt der Harmotomkrystalle ist nach ihm die „vierseitige Pyramide mit ungleichen Abmessungen“.

HESSEL und GMELIN² untersuchen die Kreuzsteine von Marburg. Die chemische Analyse ergibt das Fehlen des Baryts, wie schon WÖHLER behauptet hatte. Es lag hier also ebenfalls ein kalkhaltiger Harmotom vor, wie der vom Schiftenberge bei Giessen, welchen WERNEKINCK untersuchte.

LEVY³ vollzieht dann die angebahnte Scheidung von Baryt- und Kalkharmotom und giebt letzterem den besonderen Namen Phillipsit.

Im Jahre 1828⁴ schwankt NAUMANN noch in Bezug auf das System des Harmotoms, führt aber eine Reihe von Gründen auf, die gegen das tetragonale System sprechen, so unter andern die physikalische Verschiedenheit der Fläche $\propto P \propto (100)$. Auch gedenkt NAUMANN der Ansicht BREITHAUP'T's (l. c. p. 370), dass der Harmotom nebst Phillipsit und Desmin in's triklin System zu verweisen sei⁵.

KÖHLER⁶, der sich von den älteren Autoren in hervor-

¹ FRIEDRICH MOHS, Grundriss der Mineralogie. Dresden 1824. II. Theil. pag. 262.

² Zeitschrift für Mineralogie von LEONHARD. 1825. pag. 1 ff.

³ Annals of Philosophy. London 1825. Vol. X. pag. 362.

⁴ NAUMANN, Lehrbuch der Mineralogie. Berlin 1828. pag. 370 ff.

⁵ Nach gefälliger Mittheilung des Herrn Bergrath Professor WEISBACH in Freiburg an Herrn Professor C. KLEIN hat BREITHAUP'T diese seine Ansicht bis zu seinem Ende alljährlich an der Bergakademie zum Vortrag gebracht und bis zu seinem Tode mit Entschiedenheit an derselben festgehalten. Vgl. übrigens auch folgende Werke BREITHAUP'T's: Charakteristik des Mineralreichs. 1832. pag. 117 u. 126. Handbuch der Mineralogie 1836. I. 307 u. 1847. III. 443.

⁶ Schulprogramm d. Kölnisch. Realgymnasiums März 1831. p. 1 u. ff.

ragendem Masse um die Kenntniss des Kreuzsteins verdient gemacht hat, schrieb im Jahre 1831 seine „Naturgeschichte des Kreuzsteins“. Er erwähnt schon damals eine durch senkrechte Durchwachsung dreier Durchkreuzungskrystalle hervorgehende Rhombendodekaëder-ähnliche Form des Harmotoms von Andreasberg. KÖHLER weist auch im Besonderen auf das Bestreben dieses Minerals hin, durch Zwillingsverwachsung die physikalischen Gegensätze der Prismenflächen, welche geometrisch nicht vorhanden sind, auszugleichen. Ein Jahr später analysirt CONNELL¹ den Harmotom von Strontian in Schottland.

In einer zweiten grösseren Arbeit² beschreibt KÖHLER eine grosse Anzahl verschiedener Formen des Harmotoms. Die sechsseitige Säule, wie sie LEOPOLD VON BUCH aufführt, wird auch von ihm gezeichnet. Vier der Säulenflächen tragen die Bezeichnung s und entsprechen unserm heutigen $\infty P \infty (100)$; zwei derselben heissen o und entsprechen der heutigen Basis $OP (001)$. Die Querfläche, unser jetziges $\infty P \infty (010)$, bezeichnet KÖHLER mit q . Dazu kann noch die Fläche p , unser jetziges $\infty P (110)$, hinzutreten. Seine Figg. 4—7 Taf. V zeigen säulenförmige in der Richtung der Klinodiagonale gestreckte Krystalle mit den gewöhnlich auftretenden Flächen $OP (001)$, $\infty P \infty (010)$ und $\infty P (110)$, zu denen ausser den Flächen „ s “ (jetzt $\infty P \infty (100)$) auch noch Prismenflächen $\infty Pn (hk0)$ oder Domen $mP \infty (\bar{h}01)$ unserer heutigen Bezeichnung hinzukommen.

KÖHLER erwähnt auch die einfach erscheinenden Durchkreuzungskrystalle, sowohl diejenigen, bei denen die vier doppeltfederförmig gestreiften Flächen q nach aussen liegen, als auch die, bei denen die quergestreifte Fläche o Seitenfläche ist. Schliesslich kommt er zu den Kreuzkrystallen, bei denen an den langen Seiten Einkerbungen vorhanden sind, und führt nochmals die obengenannten Rhombendodekaëder-ähnlichen Formen auf. — Analysirt wurden durch KÖHLER die Barytharmotome von Andreasberg, Strontian und Oberstein, sowie die Kalkharmotome von Marburg und vom Habichtswald bei Kassel.

¹ Edinburgh. New. Phil. Journ. July 1832. pag. 33.

² POGGEND. Annalen etc. 1836. Bd. 37. pag. 561 ff.

THOMSON¹ berichtet von Messungen, welche er an Krystallen von Strontian anstellte und zwar an Formen, welche den von KÖHLER gemessenen, die sechseitige Säule darstellenden, sehr ähnlich sind. Bemerkenswerth ist, dass er auf den kleinen Endflächen dieser Krystalle, welche unsern heutigen $\infty P \infty$ (010) entsprechen und welche durch die rhombische Streifung in 4 Dreiecke zerlegt erscheinen, einen ausspringenden Winkel dieser Dreiecke zu einander von $178^{\circ} 28'$ mass. Auf Grund seiner Analysen des Harmotoms von Strontian scheidet er das Harmotomvorkommen dieses Fundortes unter dem Namen Morvenit von dem Andreasberger Harmotom ab.

GUSTAV LEONHARD² behandelt 1841 auch den Harmotom, welchen er noch in Kalk- und Baryt-Harmotom scheidet. Er beschreibt die hauptsächlichsten Localitäten der Harmotomkrystalle und giebt schliesslich eine Übersicht der damals vorhandenen Theorien in Bezug auf die Entstehung der Zeolithen, wobei besonders die Infiltrations- und die Ausscheidungstheorie in Frage kommen.

LÉVY³ giebt für den Harmotom als Grundgestalt das gerade rhombische Prisma an.

DUFRENOY⁴ folgt ihm in dieser Annahme. Beide Forscher stellen die Harmotomkrystalle nach den Flächen „s“ (jetzt $\infty P \infty$ (100)) aufrecht; diese Flächen bilden das erwähnte gerade rhombische Prisma.

DAMOUR und DES-CLOIZEAUX⁵ wenden sich gegen die Ansicht THOMSON's, nach welcher der Morvenit von Strontian von dem Harmotom als besonderes Mineral abzuscheiden ist. DES-CLOIZEAUX constatirt die krystallographische Übereinstimmung von Baryt-Harmotom und Morvenit, und DAMOUR weist durch seine Analysen typischer Morvenitkrystalle den grossen Gehalt derselben an Baryt nach, der sie auch chemisch mit dem Harmotom identificirt. DAMOUR nimmt an, dass bei THOM-

¹ THOMSON, Outlines of Mineralogy 1836. T. I. pag. 349—352.

² Über einige pseudomorphosirte zeolithische Substanzen etc. (Inauguraldissertation. Stuttgart 1841. pag. 26 ff.)

³ Description d'une collection de minéraux (ED. HEULAND) 1837. II. pag. 230.

⁴ Traité de Minéralogie. 1 éd. 1847. T. III. pag. 472 ff.

⁵ Annales des Mines. Paris 1846. Sér. IV. T. IX. pag. 399 ff.

son's Analyse ein Irrthum in Bezug auf das verarbeitete Material vorliege.

Wie schon früher mitgetheilt (vergl. p. 88), hat BREITHAUPT den Harmotom für triklin erklärt und 1832 (vergl. auch NAUMANN-ZIRKEL 1881, pag. 642 Fussnote 1) eine Deutung seiner einfach erscheinenden Krystalle als Vierlinge und der kreuzförmigen durchwachsenen als Achtlinge vorgenommen. Auch Phillipsit und Desmin betrachtet er in ganz übereinstimmender Weise.

In seinem Lehrbuch¹ von 1847 vertritt er dieselbe Ansicht. Harmotom, Phillipsit und Desmin sind nach seiner Bezeichnung „rhombisch normal-tetartoëdrisch“. Die Zwillingsformen entstehen nach BREITHAUPT aus dem für sich allein nicht auftretenden Grundkrystall auf folgende Weise:

1. „Drehungsaxe parallel mit Hemidoma P^2 und Brachydiagonale M , Drehungswinkel $= 180^\circ$.
2. Zwei solcher Zwillinge vereinigt, die Drehungsaxe parallel mit der Makrodiagonale, Drehungswinkel $= 180^\circ$, geben den Vierling³, an welchem also jede Fläche P zweien und jede Fläche M vier Individuen angehört. Selten kommt auch der Achtling vor, also ein drittes Gesetz, zwei Vierlinge, Drehungsaxe wieder parallel mit P und M , Drehungswinkel $= 90^\circ$.“

BROOKE und MILLER⁴ stellen am Harmotom eine grosse

¹ BREITHAUPT, Handbuch der Mineralogie 1847. pag. 440 u. 443.

² Als Grundindividuum nimmt BREITHAUPT eine Form an, welche die Flächen ∞P , ∞P und ∞P seiner Bezeichnung besitzt. Er benennt sein Hemidoma ∞P mit P , die Fläche ∞P mit M , die Fläche ∞P links mit l , ∞P rechts mit T . Eine fernere Fläche der Grundform, welche die vordere Kante des Prisma's abstumpft, bezeichnet er nicht weiter; sie entspricht der Fläche ∞P seiner Benennung.

An den Zwillingskrystallen, welche nach BREITHAUPT aus der Grundform hervorgehen, hat jene Fläche die Lage der Fläche „s“ Haüy's und entspricht dem Orthopinakoid monokliner Bezeichnung.

Im Übrigen entspricht:

die Fläche P BREITHAUPT's der Basis monokliner Auffassung

„	„	M	„	dem Klinopinakoid	„	„
„	„	l u. T	„	dem Prisma	„	„

³ Der Vierling ist identisch mit dem Durchkreuzungszwilling nach OP (001) monokliner Bezeichnung.

⁴ PHILLIPS, an elementary introduction to mineralogy. London 1852. pag. 454. (New edition by BROOKE and MILLER.)

Reihe von Winkelmessungen an. Nach ihnen ist der Harmotom rhombisch und zeigt folgende Flächen:

$$\begin{array}{ll} a = 100 (\infty P\infty)^1 & b = 010 (\infty P\infty) \\ s = 101 (P\infty) & t = 201 (2P\infty) \\ p = 111 (P) & m = 110 (\infty P) \\ v = 414 (P4) \end{array}$$

Bei den Durchkreuzungszwillingen ist natürlich die Fläche m die Zwillingssebene.

NAUMANN² wirft die Frage auf, ob man nicht doch den Harmotom als quadratisch anzusehen habe. Auf Grund des Umstandes, dass an den Zwillingskrystallen, welche er untersuchte, die rhombischen Pyramidenflächen vollkommen glatt ausgebildet waren und der Messungen, welche sich ergaben, schloss er auf das tetragonale System. Nach ihm ist der Kreuzstein ein Beispiel für die sogenannte rhombotype Hemiëdrie des tetragonalen Systems.

Die Kreuzkrystalle denkt er sich so entstanden, dass 2 Individuen mit complementären hemiëdrischen Formen um dasselbe Axensystem in vollkommener Durchkreuzung verbunden sind.

DES-CLOIZEAUX³ unternimmt eine optische Untersuchung des Harmotoms. Er constatirt, dass die erste Mittellinie normal zur rhombischen Basis seiner Aufstellung, also dem Klinopinakoid jetziger Bezeichnung, steht. $2E$ ist nach ihm ungefähr $= 90^\circ$.

In seiner zweiten Arbeit⁴ spricht DES-CLOIZEAUX auf Grund optischer Untersuchung die Meinung aus, dass einfache Harmotomkrystalle überhaupt nicht existiren. Die Harmotomvierlinge denkt er sich durch vollkommene Durchkreuzung zweier Grundprismen entstanden, an denen der eine Kantenwinkel $124^\circ 42'$ misst. Die optischen Axenebenen fallen, wie er aus einem Schliëf parallel seiner Basis schliesst, in die kurzen Diagonalen dieser Prismen. Der Harmotom steht nach DES-CLOIZEAUX wegen seines nahezu 90° betragenden Axen-

¹ Die Indices beziehen sich auf die Axenfolge b, a, c .

² Annalen der Physik und Chemie. Bd. XCVI. 1855. pag. 580.

³ Annales des Mines. Sér. V. t. XI. 1857. pag. 312.

⁴ a. a. O. Sér. V. T. XIV. 1858. pag. 356.

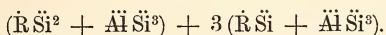
winkels auf der Grenze zwischen positiven und negativen Krystallen.

DAMOUR¹ findet unter Anderem, dass der Harmotom von Schottland, 2 Stunden lang bis 190° erhitzt, 13,5 % seines Gewichtes an Wasser abgibt, ohne die Fähigkeit zu verlieren, es in freier Luft wieder aufzunehmen. Erst bei Rothgluth verliert der Harmotom diese Eigenschaft.

RAMMELSBERG² berechnet auf Grund älterer Analysen die Sauerstoffverhältnisse. Für den Harmotom stellt sich nach ihm das Sauerstoffverhältniss der Basen, der Kieselsäure und des Wassers etwa wie folgt:

$$\text{R} : \text{Ä} : \text{Si} : \text{H} = 1 : 3 : 10 : 5,$$

ein Verhältniss, mit dem auch seine eigenen Analysen des Harmotoms von Andreasberg und Strontian übereinstimmen. Ausserdem bestimmt er auch den Gehalt an Alkalien, welchen man bis dahin vernachlässigt hatte. Seine allgemeine Formel für den Harmotom ist folgende:



Nach QUENSTEDT³ ist das Krystallsystem des Harmotoms zweigliederig, worauf die in der Zweizahl auftretenden Flächen „s“ hindeuten. Er spricht die Ansicht aus, dass man die Form der einfachsten Harmotomkrystalle als ein Granatoëder betrachten könne, dessen Flächen unbeschadet der Winkel physikalisch different geworden seien.

KENNGOTT⁴ prüft gepulverte Harmotomkrystalle auf ihre Reaction und findet, dass die Substanz deutlich, aber nicht stark, alkalisch reagirt.

DES-CLOIZEAUX⁵ findet, dass in Harmotomplatten, welche von 17—170° C. erwärmt werden, der optische Axenwinkel um 6 bis 8° kleiner wird, und dass zu gleicher Zeit die optische Axenebene sich um ein Beträchtliches verschiebt.

¹ Annales de chimie et de physique 1858. 3 sér. Bd. 53. pag. 443.

² Pogg. Annalen der Physik und Chemie. Bd. CX. Leipzig 1860. pag. 622 ff.

³ Handbuch der Mineralogie. 2. Aufl. Tübingen 1863. pag. 340 ff.

⁴ Dieses Jahrbuch 1867. pag. 430.

⁵ Nouvelles recherches sur les propriétés optiques etc. 1867. pag. 61 u. 62.

AXEL GADOLIN¹ sprach zuerst in demselben Jahre die Ansicht aus, dass die Harmotomkrystalle monoklin seien. Durch diese Arbeit angeregt, nahm DES-CLOIZEAUX² die Untersuchung des Harmotoms wieder auf und entdeckte bei demselben die gekreuzte Dispersion der Axenebenen, woraus er dann auf die monokline Natur des Harmotoms schloss. Die Aufstellung der Krystalle wird von ihm dann in der Weise modificirt, dass seine bisherige Basis zum Klinopinakoid wird; die Fläche „s“ HAÛY's, welche früher das Grundprisma DES-CLOIZEAUX's darstellte, wird zum Orthopinakoid u. s. f. Die Lage der optischen Axenebene ist derartig, dass sie mit der Normalen zur Basis einen Winkel von $25^{\circ} 42'$ für Roth und von $25^{\circ} 5'$ für Blau einschliesst. Der Winkel der optischen Axen ist beinahe 90° , die erste Mittellinie fällt mit der Orthodiagonale zusammen.

RAMMELSBERG³ versucht in seiner Arbeit „Betrachtungen über die Krystallformen des Harmotoms“ die Übereinstimmung der Formen des letzteren mit regulären Formen nachzuweisen und beruft sich besonders auf die dem regulären System sich annähernden Winkelverhältnisse.

Derselbe Autor⁴ stellt die von CONNELL, KÖHLER und ihm selbst herrührenden Analysen der verschiedenen Harmotomvorkommen zusammen und berechnet daraus die Atomverhältnisse der einzelnen Bestandtheile. Er giebt hier die allgemeine Formel $\text{R}_4\text{Si}^5\text{O}^{14} + 5\text{aq}$, wonach der Harmotom aus normalem und zweifach saurem Silikat zusammengesetzt ist.

$$\text{R}_4\text{Si}^5\text{O}^{14} = \begin{Bmatrix} 3 \text{ R Si O}^3 \\ \text{R Si}^2 \text{ O}^5 \end{Bmatrix}$$

Nach RAMMELSBERG's Erwärmungsversuchen gehen 10% Wasser bei 200° verloren. Es steht also nach ihm fest, dass ein Theil des Wassers chemisch gebunden ist,

In neuerer Zeit hat BAUMHAUER⁵ die Frage nach dem Krystallsystem des Harmotoms noch einmal in Anregung

¹ „Sur la déduction d'un seul principe de tous les systèmes crystallographiques“ in den „Mémoires de la Société des Sciences de Finlande 1867“.

² Comptes rendues 1868. t. 66. pag. 199 ff.

³ Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1868. Bd. XX. pag. 589.

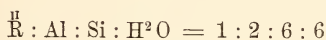
⁴ Handbuch der Mineralchemie 1875. pag. 613 ff.

⁵ Zeitschrift für Krystallographie 1878. II. pag. 113.

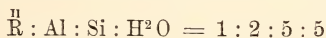
gebracht. Indem ich mir vorbehalte, auf einige Punkte der betreffenden Arbeit zurückzukommen, will ich hier nur hervorheben, dass dieser Forscher an der monoklinen Natur des Harmotoms zweifelt und die von der Annahme des rhombischen Systems abführenden Erscheinungen für anomale Spannungserscheinungen ansieht, welche durch Zwillingungsverwachsung und Streifung bewirkt werden.

Nach FRESSENIUS¹ dürfte der Winkel von circa 60°, den die optische Axenebene mit der Fläche OP (001) monokliner Auffassung macht, nicht auf Spannungserscheinungen zurückzuführen sein. In chemischer Hinsicht hat FRESSENIUS ausgedehnte Untersuchungen über unsere Gruppe angestellt.

Desmin² und Phillipsit bilden darnach eine Mischungsreihe isomorpher Silikate. Das Verhältniss der Anfangsglieder der Reihe mit

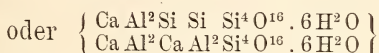
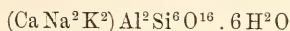


gestaltet sich in allmählichem Übergange um in

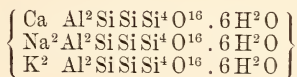


Die Gruppe Si² wird nach GROTH³ in stetig zunehmender Menge durch die gleichwerthige CaAl² resp. Na²Al² oder K²Al² ersetzt. Den kieselsäure- und wasserärmsten Desminen reihen sich unmittelbar die Kalium und Natrium haltenden Phillipsite an, bei denen obiges Verhältniss den Werth = 1 : 2 : 3 : 3 $\frac{3}{4}$ zeigt.

Nach GROTH bekommt der Desmin folgende Formel:



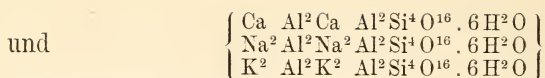
Die Phillipsitvarietäten müssen nach GROTH als isomorphe Mischungen von



¹ Zeitschrift für Krystallographie 1879. III. pag. 42 ff.

² Möge es gestattet sein, an dieser Stelle den Desmin und Phillipsit gleichzeitig abzuhandeln, da andernfalls das über den Harmotom Gesagte nicht verständlich sein würde.

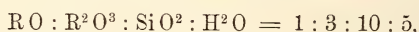
³ GROTH, Tabellarische Übersicht der einfachen Mineralien etc. 1882. pag. 115.



betrachtet werden.

Die Harmotome gehören einer mit derjenigen des Phillipsits und Desmins parallelen Mischungsreihe an, in der $\bar{R}$ Baryum bezeichnet mit kleinen Mengen Natrium, Kalium und Calcium. Denkt man sich 2 Silikate, welche den kieselsäureärmsten Desminen und den kieselsäurereichsten Phillipsiten analog sind, aber an Stelle des Calciums Baryum enthalten, im Verhältniss von 3 : 1 gemischt, so erhält man ziemlich genau die empirische Zusammensetzung der Harmotome.

Nach DES-CLOIZEAUX¹ kann der chemische Isomorphismus der Harmotome und Phillipsite nur als ein annähernder betrachtet werden. Denn die Verhältnisse, wie sie für den Harmotom von Oberstein und Strontian gelten:



sind unter den Phillipsiten nur für die Vorkommen von Anne-rod und Limburg gültig.

In neuester Zeit erschien eine Arbeit von KLOOS² über Harmotomzwillinge von Andreasberg, die ihre Längsausdehnung in der Richtung der Orthodiagonale haben. Es sind die nämlichen Krystalle, welche schon von L. VON BUCH, KÖHLER³ u. s. w. beschrieben und theilweise abgebildet wurden (vergl. p. 3 u. 7).

Durch die in der Zone der Orthodiagonale liegenden 6 Flächen $0P(001)$, $+\frac{1}{2}P\infty(102)$ und $\infty P\infty(100)$, resp. nur $0P(001)$ und $\infty P\infty(100)$ sind diese Krystalle besonders characterisirt. Seitlich erscheinen die Flächen $\infty P(110)$ und die kleinen rhombenförmigen Endflächen $\infty P\infty(010)$, welche parallel den Combinationskanten zu $\infty P(110)$ vierfach gestreift erscheinen.

¹ Bulletin de la Société Min. de France 1883. pag. 305 u. ff.

² Dies. Jahrb. 1885. II. pag. 212 u. ff.

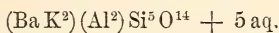
³ Zu dem Schlusssatze des Herrn Kloos (vergl. dies. Jahrb.) erlaube ich mir zu bemerken, dass es doch wohl aus der bei KÖHLER zu den Figg. 1 und 2 auf Seite 565 seiner zweiten Arbeit gegebenen Erklärung hervorgeht, dass er die kleinen, nach der Orthodiagonale gestreckten Harmotomzwillinge von Andreasberg kannte und in den Figg. 1 und 2 zur Darstellung gebracht hat.

Heute betrachtet man also den Harmotom als monoklin und isomorph mit Phillipsit und Desmin. Seine hauptsächlichsten Formen sind: $\infty P\infty$ (010), OP (001), ∞P (110), $\infty P\infty$ (100), $\infty P\bar{n}$ (hk0).

Als die relativ einfachsten Krystalle erscheinen die Durchkreuzungszwillinge nach OP (001); zwei derselben verwachsen dann nach $P\infty$ (011), so dass die Kreuzform resultirt. Endlich durchkreuzen sich 3 solcher Doppelzwillinge nach ∞P (110) als Zwillingssebene, wodurch die Rhombendodekaëder-ähnlichen Bildungen zu Stande kommen. Die Grunddimensionen sind: $a : b : c = 0,7031 : 1 : 1,231$; $\angle \beta = 55^{\circ} 10'$.

Der Winkel der optischen Axen beträgt ungefähr 90° ; die optische Axenebene ist normal zur Symmetrieebene; die erste Mittellinie steht senkrecht auf $\infty P\infty$ (010), so dass gekreuzte Dispersion um jene Mittellinie wahrgenommen wird. Der Winkel, welchen die Spur der optischen Axenebene mit einer Normalen zur Basis bildet, schwankt von 25° — $27^{\circ} 40'$, oft in ein und derselben Platte.

In Betreff der chemischen Zusammensetzung ist noch keine volle Einigung erzielt. Als die für den Harmotom gebräuchlichste empirische Formel kann heute wohl die folgende gelten:



B. Untersuchungen am Harmotom.

1. Harmotom von Andreasberg.

A.

Durchkreuzungszwillinge nach $P\infty$ (011) zweier Durchkreuzungszwillinge nach OP (001).

a. Bauweise und Oberflächenbeschaffenheit.

Diese Krystalle entsprechen vollkommen der im Lehrbuch von NAUMANN-ZIRKEL¹ gegebenen Abbildung der Phillipsite vom Stempel bei Marburg. Allerdings zeigen sie nur höchst selten gleichmässig vollkommene Ausbildung an beiden Enden der Klinodiagonale. Die Streifung auf der nach Aussen gewendeten Fläche $\infty P\infty$ (010) und die federförmige auf ∞P (110) treten besonders deutlich hervor. Die Basisflächen sind etwas

¹ Elemente der Mineralogie 1885. pag. 717. Fig. 2.

grösser ausgebildet, als jene Figur sie darstellt. An Flächen sind diese Krystalle nicht reich. Meist zeigen sie nur $\infty P\infty(010)$, $OP(001)$ und $\infty P(110)$, und nur selten fand ich $\infty P\infty(100)$ klein ausgebildet vor. Die Kreuzkrystalle mit ganz zurücktretendem $\infty P(110)$ und vorwaltender Fläche $\infty P\infty(100)$ sind mir bei meinen Untersuchungen nur selten zu Gesicht gekommen.

b. Optische Untersuchungen¹.

α . Schliffe parallel $P\infty(\bar{1}01)$.

Der erste parallel $P\infty(\bar{1}01)$ geschnittene Krystall ergab eine Serie von 3 Schliften. Im polarisirten Licht zeigen sie bei gekreuzten Nicols zunächst eine deutliche Achttheilung (Fig. 1), wie sie von TRIPPKE und STADTLÄNDER bei den Phillipiten von Sirgwitz, resp. vom Stempel beobachtet wurde. Die 8 Felder werden begrenzt durch 2 auf einander senkrecht stehende, den Zwillingsgrenzen nach $OP(001)$ entsprechende Linien, zu welchen zwei andere, die einspringenden Winkel der Flächen $OP(001)$ verbindende hinzukommen, welche als Zwillingsgrenzen nach $P\infty(011)$ erscheinen. Alle diese Linien schneiden sich im Mittelpunkte der Platte, unterscheiden sich aber in der Weise, dass die erstgenannten stets geradlinig verlaufen, während die Grenzen nach $P\infty(011)$ häufig gekrümmt sind.

Den Anforderungen des monoklinen Systems nach müssten solche Schliffe, welche parallel $P\infty(\bar{1}01)$ gelegt sind, also der Zone der Orthodiagonale angehören, in allen ihren Theilen parallel und senkrecht zu den Combinationskanten $P\infty(\bar{1}01)$ zu $\infty P\infty(010)$ resp. $OP(001)$ auslöschen. Dieser Forderung genügen aber diese Schliffe nicht. Die Abweichung der Hauptschwingungsrichtungen des Lichtes (deren Lage aus Fig. 1 ersichtlich ist) von den Spuren der Basisflächen beträgt auf den 8 Feldern etwa $2-3^\circ$. Die in Fig. 1 mit b bezeichneten Theile löschen gleichzeitig aus, ebenso die den Buchstaben a tragenden. Innerhalb der 8 Felder a und b erscheinen noch weitere Theillinien. Diese verlaufen vom Centrum der Platte aus längs

¹ Die Untersuchung geschah im parallelen, polarisirten Licht. Die Angaben über die Lage der Hauptschwingungsrichtungen beziehen sich, wenn nichts anderes dabei bemerkt ist, auf Tageslicht.

den Zwillingsgrenzen nach $OP(001)$ und begrenzen schmale Theilchen δ , so dass eine Sechszehntheilung der centralen Partie eintritt. Besonders deutlich ist diese Theilung im 2. Schliff der Serie, welcher durch Fig. 2 dargestellt wird. Übrigens unterscheiden sich die Theile δ in ihrer optischen Orientirung äusserst wenig von den Partien a und b , in denen sie auftreten.

Die Theile β (Fig. 1) sind kleine, in der Lage der Schwingungsrichtungen etwas von den angrenzenden Partien differierende Zwickel, welche sich den Flächen von $oP(001)$ anschliessen. Die Theile γ deuten ähnliche Zwickelbildungen nach $\infty P\infty(010)$ an. Diese Stücke β und γ sind in Bezug auf die Lage der Auslöschungsrichtungen durch Übergänge mit den centralen Theilen verbunden; die Theile γ löschen in der Nähe der Combinationskante zu $\infty P\infty(010)$ annähernd orientirt zu dieser aus. Eine weitere Serie von Schlifften parallel $P\infty(I01)$ desselben Vorkommens führt eine schöne Zonenstructur der Krystalle nach den Flächen $\infty P\infty(010)$ und $OP(001)$ vor. Der erste von der Spitze des Krystalles entnommene Schliff der Serie lässt die Achttheilung der Platte deutlich erkennen; nur eine kleine Randpartie (γ Fig. 1 entsprechend) ist nicht in dieselbe einbegriffen, löscht nahezu orientirt aus und zeichnet sich durch das Auftreten einer Zonenstructur nach den Begrenzungsselementen der Platte aus. Ebenso ist jene Theilung auch in dem zweiten und dritten Schliffe der Serie vorhanden und durchsetzt hier auch die den Theilen γ entsprechenden Partien. Die Zonenstructur schreitet in diesen Präparaten weiter nach dem Centrum vor als in dem ersten Schliff.

In dickeren Platten dieser Art, welche zu Erwärmungsversuchen gefertigt wurden, erblickte man, wie auch BAUMHAUER angiebt, in den Zwillingsgrenzen, besonders denjenigen nach $P\infty(011)$, schmale, unbestimmt auslöschende, bunte Streifen. Diese entstehen wahrscheinlich durch Überlagerung von optisch verschieden orientirten Partien benachbarter Zwillingsindividuen.

Schliesslich wurden noch 2 Schliffe nach $P\infty(I01)$ des Andreasberger Harmotoms beobachtet, welche aus demselben Krystall entnommen, keine deutliche Achttheilung zeigen.

Doch berechtigt das graue, rissige Aussehen dieser Platten zu der Annahme, dass hier schon nicht mehr unzersetzte Har-
motomsubstanz vorliegt.

β . Schliffe parallel $\infty P\infty$ (010).

Von 2 dickeren Schliffen dieser Lage aus demselben Krystall ist der erste einem Kreuzesarme entnommen, der zweite durch die Mitte des Krystalls gelegt. Der erste Schliff (Fig. 3) zeigt eine Theilung in der Richtung der Combinationskante $\infty P\infty$ (010) zu OP (001) und eine andere, der Zwillingsgrenze nach $P\infty$ (101) entsprechende. So entstehen vier, schon oberflächlich durch die Streifung der Krystalle angedeutete Felder, von denen je zwei diametral gegenüberliegende gleiche Lage der Schwingungsrichtungen haben. Der Winkel der letzteren in 2 benachbarten Quadranten beträgt $32\text{--}34^\circ$ zu einander. In der Spur der Zwillingsgrenze nach OP (001) lassen sich wiederum bunte, unbestimmt auslöschende Streifen erkennen.

Fig. 4, welche den aus der Mitte entnommenen Schliff darstellt, lehrt, wie jene bunten Linien nicht nur an den Zwillingsgrenzen nach OP (001), sondern wohl noch stärker an den Grenzen der in diesem Schliff neben einander liegenden nach $\infty P\infty$ (010) und OP (001) getroffenen Partien erscheinen.

Die Fläche des Klinopinakoids ist in diesem Schliffe in derselben Weise getheilt, wie vorhin, nur macht sich hier der auffällige Unterschied geltend, dass der oben bezeichnete Winkel der Auslöschungsrichtungen in zwei benachbarten Quadranten um etwa 20° grösser geworden ist, wie ihn die äussere Platte zeigte. Derartige Differenzen in der Lage der Hauptschwingungsrichtungen finden sich auch in ein und derselben Platte parallel $\infty P\infty$ (010).

Ein Dünnschliff dieser Lage ergab bei zonalem Aufbau in den verzwilligten Randpartien einen Winkel der Auslöschungsrichtungen zu einander von 50° , während derselbe für die inneren Theile nur etwa 40° betrug. Die durch differente Auslöschung gesonderten Partien setzten sich scharf von einander ab.

Schliff nach OP (001).

Ein Doppelzwilling, bei welchem die Basisflächen in den einschlingenden Winkeln ziemlich gross auftraten, wurde pa-

parallel diesen Flächen geschnitten und dann bis auf eine äusserst geringe Dicke verschliffen. Die in Fig. 5 gegebene Abbildung der Platte zeigt in ihrer Mitte eine nach $\infty P\infty(010)$ getroffene Partie, während die Seitentheile der Basis angehören. Auf der letzteren erblickt man deutliche Differenzen in Bezug auf die Orientirung der einzelnen Theile. Innerhalb dieser Fläche verläuft eine der Spur von $P\infty(101)$ entsprechende Grenzlinie, und die derselben anliegenden Stücke a und b schliessen einen Winkel der Auslöschungsrichtungen von etwa 3° bis 4° mit einander ein. Derartige von einander abweichend orientirte Feldchen finden sich noch vielfach über die Fläche verbreitet. An der vollständig geradlinigen, der Spur von $OP(001)$ parallelen Grenze der nach $OP(001)$ und $\infty P\infty(010)$ geschnittenen Felder findet sich z. B. bei c eine Abweichung der Hauptschwingungsrichtungen von der Lage dieser Grenzlinie von etwa 2° bis 3° .

B.

Durchkreuzungszwillinge nach $OP(001^*)$.

a. Die in der Richtung der Klinodiagonale gestreckten Krystalle.

a. Bauweise und Oberflächenbeschaffenheit.

Die von mir untersuchten Krystalle haben eine Länge von 3 bis 4 mm., eine Breite von 2 bis 2,5 mm., eine Dicke von ca. 1,5 mm. Sie erscheinen farblos, glasglänzend und zeigen die Flächen $\infty P\infty(010)$, $OP(001)$ und $\infty P(110)$. Die Prismenflächen sind parallel ihrer Combinationskante zu $\infty P\infty(010)$ gestreift, während die letztere Fläche die doppelt federförmige Streifung erkennen lässt. Auf der Basis beobachtet man eine schwache horizontale Streifung. Bisweilen findet sich bei diesen Krystallen auf einer Fläche von $\infty P\infty(010)$ ein zweites Individuum in Anlage, welches das erste durchsetzt; dieses zweite Individuum fehlt an der gegenüberliegenden Klinopinakoidfläche. In Folge dessen tritt da, wo das zweite Individuum angelegt ist, auf den Prismenflächen die federförmige Streifung auf, während an der entgegengesetzten Seite die Prismenflächen einfache Streifung zeigen.

* Solche Zwillinge kommen, entgegen der Annahme bei NAUMANN-ZIRKEL, 1885, pag. 717, allerdings zu Andreasberg vor.

b. Optische Untersuchung.

 α . Schliff parallel $P\infty$ (101).

Man erblickt hier die von BAUMHAUER angegebene Vierteilung, wobei zu bemerken (Fig. 6), dass in dem BAUMHAUER'schen Schliff die Flächen OP (001) und $\infty P\infty$ (010) getroffen wurden, während der meiste durch die Flächen ∞P (110) geführt ist. Dort halbieren die Theillinien je 2 gegenüberliegende Seiten eines Rechtecks, hier erscheinen sie annähernd, wie die Diagonalen eines Rhombus. Die Grenzlinien entsprechen den Spuren der Ebenen von OP (001) und $\infty P\infty$ (010) und theilen die Schlifffläche, wie erwähnt, in 4 Felder. Von letzteren haben je 2 gegenüberliegende, z. B. die in der Fig. 6 rechts oben und links unten gelegenen Theile aa die gleiche Lage der Hauptschwingungsrichtungen, während die benachbarten Felder einen Winkel dieser Richtungen von etwa 5° bis 6° mit einander einschliessen.

 β . Schiffe parallel OP (001).

Von einem Krystall liegen 2 Präparate vor. Das der Aussenfläche entnommene wurde in Fig. 7 dargestellt. Einige Partien zeigen annähernd orientirte Lage der Auslöschungsrichtungen zu den Combinationskanten mit $\infty P\infty$ (010). Dagegen erscheint eine Theillinie in der Richtung jener Kante. Die anliegenden Stücke b und b' bilden einen Winkel der Auslöschungsrichtungen von etwa 3° mit einander. Auf der Platte zerstreut finden sich derartige Partien noch in grösserer Anzahl. Ein Beispiel dafür geben die Feldchen cc' , Fig. 7, welche einen Winkel der Hauptschwingungsrichtungen des Lichtes von etwa 4° bis 5° mit einander aufweisen. Der zweite Schliff, welcher durch die Mitte des Krystalls gelegt wurde, lässt die Anlage eines zweiten Individuums erkennen, welches das erste rechtwinklig durchsetzt und daher parallel der Fläche $\infty P\infty$ (010) getroffen ist. Seine verzwillingten Partien machen mit einander einen Winkel der Hauptschwingungsrichtungen von etwa 48° bis 49° . Die Differenzen auf den nach OP (001) geschnittenen Theilen des ersten Individuums sind analog denen im ersten Schliff.

 γ . Nach der Orthodiagonale gestreckte Krystalle.

Diese Krystalle finden sich dem Thonschiefer der Andreasberger Harmotomstufen aufgewachsen, vergesellschaftet

mit den grossen Kreuzkrystallen des Harmotoms. Die von mir auf einer Stufe der hiesigen Sammlung gefundenen Kryställchen dieser Art sind säulenförmig, etwa 2 mm. lang und 1 mm. dick. In der Zone der Orthodiagonale erscheinen die Flächen $\infty P \infty$ (100) und OP (001) und an den beiden Enden der Symmetrieaxe die Flächen ∞P (110), sowie die kleinen Seitenflächen $\infty P \infty$ (010). Die doppeltfederförmige Streifung der letzteren ist deutlich zu erkennen, während die Streifung der Prismenflächen nur sehr schwach hervortritt. Eine Streifung der Flächen $\infty P \infty$ (100), wie sie Kloos¹ in seiner Fig. 6 zeichnet, konnte ich nicht wahrnehmen.

a. Schliffe parallel $\infty P \infty$ (010).

Eine in dieser Richtung durch die Mitte eines solchen Krystalls gelegte Platte ergab im Ganzen eine ähnliche Erscheinung, wie sie durch die Kloos'sche Fig. 3 dargestellt wird (siehe Fig. 8). Auffallend war das Auftreten einer Partie im Centrum des Schliffs, welche durch die Zwillingsgrenze nach OP (001) und die dazu senkrechte Theillinie scharf und geradlinig in 4 Felder zerlegt wird, während die Randpartien einen krummlinigen Verlauf jener Grenzen vorführen. Bedeutsam ist ausserdem noch, dass die Auslöschungsrichtungen der verzwillingten Felder der centralen Partie einen Winkel von circa 18° mit der Zwillingsgrenze nach OP (001) einschliessen, während in den Randpartien dieser Winkel auf $25^\circ 40'$ steigt. Es bietet sich also hier dieselbe Erscheinung dar, wie sie oben bei Besprechung der aus Kreuzkrystallen entnommenen Platten nach $\infty P \infty$ (010) erwähnt wurde.

Ein Schliff derselben Art von der Aussenfläche des Krystalls liefert folgendes Bild: Die ganze Fläche des Präparates erscheint wie parquetirt und besteht aus lauter rechteckigen, wechselseitig in Zwillingsstellung befindlichen Partien. Der Winkel der Auslöschungsrichtungen zu den Zwillingsgrenzen nach OP (001) ist von verschiedener Grösse und schwankt zwischen 22° und 29° .

β. Schliff aus der Zone der Orthodiagonale.

Ein solcher Schliff entsprach den Anforderungen des monoklinen Systems, indem er parallel zu den Kanten aus dieser

¹ Dies. Jahrb. 1885. II. Taf. 8 Fig. 6.

Zone auslöscht. Indess ist zu bemerken, dass demselben wegen der geringen Grösse der Krystalle und der damit verbundenen Schwierigkeit in der Herstellung genau orientirter Präparate keine entscheidende Bedeutung beizulegen ist.

2. Harmotom von Strontian.

a. Bauweise und Oberflächenbeschaffenheit.

Die Krystalle weichen in ihrer Erscheinung wesentlich von den vorigen ab. Besonders unterscheiden sie sich von den Andreasberger Vorkommen dadurch, dass sie fast nur Durchkreuzungszwillinge nach OP (001) bilden. An den Krystallen findet man die Formen ∞P (110), $\infty P\infty$ (100), OP (001) und $\infty P\infty$ (010); auch wurde das Prisma $\infty P\bar{n}$ (hk0) als häufig auftretend nachgewiesen. Die doppeltfederförmige Streifung ist auf den Flächen $\infty P\infty$ (010) nur schwach zu erkennen, aber vorhanden und bewirkt das matte Aussehen dieser Flächen, während OP (001) meist lebhaften Glasglanz zeigt. An den meist ungewöhnlich grossen Krystallen, welche eine Länge von 7 bis 8 mm. erreichen und fast ebenso breit sind, erscheinen die Flächen ∞P (100), $\infty P\infty$ (100) und $\infty P\bar{n}$ (hk0) oft sehr verzerrt und ungleich gross ausgebildet, so dass die durch die Spitze gelegten Schiffe nach $P\infty$ ($\bar{1}01$) unregelmässig begrenzt sind.

b. Optische Untersuchungen.

a. Schiffe parallel $P\infty$ ($\bar{1}01$).

Es wurde aus einem Krystalle eine Serie von 4 Schiffen gefertigt. Das von der Spitze entnommene Präparat zeigte eine Erscheinung wie sie in Fig. 9 dargestellt ist. Die Platte ist an dem einen Ende unregelmässig ausgebildet, und es lässt sich von ihr allgemein nur aussagen, dass durch zwei aufeinander senkrechte Theillinien, welche den Spuren von OP (001) und $\infty P\infty$ (010) entsprechen, eine unregelmässige Viertheilung zu Stande gekommen ist. Die in Zwillingstellung befindlichen Stücke a und b, resp. a' und b' zeigen bei gekreuzten Nicols einen Winkel der Auslöschungsrichtungen gegen die Spur von OP (001) resp. $\infty P\infty$ (010) von etwa $1\frac{1}{2}^{\circ}$, und diese haben die in der Fig. 9 gegebene Lage. Der zweite Schliff dieser Serie zeigt bei der Untersuchung im Natriumlicht eine sehr deutliche Viertheilung, welche wiederum durch

die parallel und senkrecht zur Spur von OP (001) verlaufenden Theillinien zu Stande kommt (siehe Fig. 10). Die einander gegenüberliegenden Felder aa' und bb' haben die gleiche Lage der Hauptschwingungsrichtungen, welche letztere mit der Spur von OP (001) einen Winkel von ungefähr 2° einschliessen. Auf dieser Platte tritt eine schöne Zonenstructur nach den Begrenzungselementen auf, die sich bis in das Innere des Krystalls erstreckt. Die Theile c und c' weichen in ihren Auslöschungsrichtungen sehr wenig von den angrenzenden Stücken a und b ab, aber so, dass c annähernd gleiche Auslöschung mit b zeigt, während sich c' in der Auslöschung an a anschliesst.

Der dritte Schliff der Serie, begrenzt von den Kanten, welche die Schnittfläche $P\infty(I01)$ mit den Flächen OP (001) und $\infty P\infty(010)$ bildet, führt dieselbe Viertheilung im Innern vor, wie die beiden vorhergehenden Platten, wenn auch etwas weniger deutlich. Die in Zwillingsstellung befindlichen Partien bilden mit einander, im Natriumlicht besehen, einen Winkel der Auslöschungsrichtungen von etwa 2° . Auch die Zonenstructur ist hier deutlich sichtbar, und es treten in das Innere der Platte sich erstreckende Zwickelbildungen an den Begrenzungselementen auf, welche annähernd orientirt nach den Kanten von OP (001) resp. $\infty P\infty(010)$ auslöschen, aber doch noch einzelne verschieden orientirte Partien erkennen lassen.

Bei einigen anderen Schliffen tritt ebenfalls nach den Kanten von $\infty P(110)$ eine sehr schöne Zonenstructur auf. Letztere wird gebildet durch grössere und kleinere parallel jener Kante verlaufende Balken, welche in wenig verschiedener Richtung auslöschen und ihrerseits wieder aus schmalen Streifchen mit geringeren Differenzen der Auslöschungsrichtungen zusammengesetzt erscheinen (siehe Fig. 10).

β . Schliffe parallel $\infty P\infty(010)$.

Es wurden aus einem Krystall 6 Schliffe hergestellt, von denen die beiden äusseren die natürlichen Flächen zeigen.

Auf dem ersten Schliff erscheinen diese wie in Fig. 11. Es macht den Eindruck, als ob kleinste Blättchen auf und neben einander gelegen sind, deren jedes einen Durchkreuzungszwilling darstellt. Auffallend ist noch die scharf ausge-

prägte rechteckige Form der einzelnen Felder, deren Seiten den Spuren von $OP(001)$ und $P\infty(I01)$ entsprechen. Die in Zwillingsstellung befindlichen Theile bilden mit einander Winkel ihrer Hauptschwingungsrichtungen von 30° bis 34° , deren Lage in der Fig. 11 gezeichnet ist. Eigenthümlicher Weise zeigte sich auf der entgegengesetzten Endfläche ein solcher von 39° bis 40° .

Der zweite Schliff dieser Serie ist bei der Herstellung beschädigt und daher ohne entscheidende Bedeutung. Er zeigt drei verschieden orientirte Partien, deren Auslöschungsschiefen sich wegen der unregelmässigen Begrenzung nicht genau bestimmen lassen.

Von dem dritten Schliff ist nur die eine Hälfte erhalten, und es erscheint daher eine Theilung in 2 Felder, deren Hauptschwingungsrichtungen einen Winkel von 50° mit einander einschliessen und in derselben Weise gelegen sind, wie es in Fig. 8 für den Harmotom von Andreasberg gezeichnet ist.

In der vierten Platte, welche ebenfalls die beiden Zwillingsindividuen vorführt, ist der Winkel der Auslöschungsrichtungen auf 54° gewachsen. Der Winkel der Hauptschwingungsrichtungen des Lichtes zur Spur von $OP(001)$ schwankt also in diesen Schliffen zwischen 15° bis 27° .

Auf der fünften Platte beträgt der Winkel der Hauptschwingungsrichtungen etwa 52° .

Der letzte Schliff, der die natürliche Endfläche enthält, gewährt wiederum die charakteristische Erscheinung des ersten, nur mit dem Unterschied, dass der Winkel der Schwingungsrichtungen hier, wie oben erwähnt, 39° bis 40° beträgt. Die äusseren Partien ergeben also wieder bei weitem kleinere Winkel der Schwingungsrichtungen als die centralen Theile.

γ. Schliffe parallel $OP(001)$.

Aus einem Krystall liegt eine Serie von 5 Schliffen vor. Der erste derselben, der Aussenfläche entnommen, zeigte eine unregelmässige Parquetirung und in vielen Partien undulöse Auslöschung mit annähernder Orientirung der Hauptschwingungsrichtungen nach den Begrenzungskanten, welche der Fläche $\infty P\infty(010)$ entsprechen. In unmittelbarer Nähe dieser Kanten lässt sich aber eine Schiefe der Auslöschung von etwa $1\frac{1}{2}^\circ$ constatiren.

Deutlicher treten diese abweichend orientirten Theile im zweiten und dritten Schliffe der Serie auf. An den Kanten von $\infty P\infty$ (010) erkennt man in Zwillingsstellung befindliche Stücke, deren Auslöschungsrichtungen einen Winkel von etwa 4° mit einander einschliessen (siehe Fig. 12 c).

Von den Ecken, welche durch die Kanten von $\infty P\infty$ (010) und ∞P (110) gebildet werden, erstrecken sich Theillinien nach der Mitte des Schliffs. Die Partien zu beiden Seiten derselben sind wiederum nicht gleichmässig orientirt, sondern weichen in der Lage ihrer Hauptschwingungsrichtungen um etwa $1\frac{1}{2}^\circ$ von einander ab (siehe Fig. 12 bb'). Im dritten und vierten Schliff endlich erblickt man noch eine Theilung parallel der Spur von $\infty P\infty$ (010), die in den früheren Schliffen nicht so auffällig erschien. Sie beginnt an der Spur der Flächen $\infty P\infty$ (100) und setzt sich eine Strecke in das Innere fort. Die zu beiden Seiten dieser Grenzlinie liegenden Stücke weichen wiederum in der Lage ihrer Hauptschwingungsrichtungen um etwa 2° bis 3° von einander ab. Dieser Befund ist in Fig. 12 durch aa' dargestellt.

Die fünfte Platte schliesst sich in ihrer Erscheinungsweise annähernd der ersten an.

3. Harmotom von Oberstein.

a. Bauweise und Oberflächenbeschaffenheit.

Die von mir untersuchten Krystalle dieses Fundortes haben eine Länge von $1\frac{1}{2}$ bis 3 mm. bei 1 bis $1\frac{1}{2}$ mm. Dicke und einer Breite von etwa 1 bis $2\frac{1}{2}$ mm. Sie erscheinen meist in der Form derjenigen Durchkreuzungszwillinge von Andreasberg, welche nach der Klinodiagonale gestreckt sind, und zeigen die gewöhnlichen Formen: OP (001), $\infty P\infty$ (010), ∞P (110); dazu treten häufig noch die Flächen $\infty P\infty$ (100) und $mP\infty$ ($\bar{h}01$). Die Krystalle sind nach der Fläche $\infty P\infty$ (010) tafelförmig abgeplattet und lassen auf derselben die doppeltfederförmige Streifung deutlich erkennen. Auch die horizontale Streifung auf der Basis ist sehr gut sichtbar. Die Krystalle zeigen fast alle einen Ansatz zur Bildung der Kreuzform, wie sie in Andreasberg am häufigsten ist. Diese Tendenz offenbart sich darin, dass die Prismenflächen fast stets eine theilweise federförmige Streifung vorführen. An einigen der untersuchten

Krystalle war dann auch die typische Kreuzform des Andreasberger Harmotoms zur Ausbildung gekommen.

α. Schliffe parallel $P\infty$ ($\bar{1}01$).

In Schliffen dieser Art erschien auch hier im Grossen eine Viertheilung nach den Spuren der Ebenen von OP (001) und $\infty P\infty$ (010) (siehe Fig. 13). Die diametral gegenüberliegenden Quadranten haben die gleiche Lage der Auslöschungsrichtungen, welche durch die Figur veranschaulicht wird. An den Zwillingsgrenzen treten dann, aber nur in einer Hälfte des Schliffs, kleine Partien auf, die, wie die Bezeichnung lehrt, mit den Hauptzwillingsindividuen gleiche Lage der Schwingungsrichtungen haben. Der Winkel, welchen die Auslöschungsrichtungen zweier in den Zwillingsgrenzen zusammenstossenden Quadranten einschliessen, beträgt etwa $1\frac{1}{2}^{\circ}$ bis 2° . Die kleineren Partien a und b, welche an zwei der Hauptgrenzlinien auftreten, liegen so zu den gleichzeitig auslöschenden Quadranten, dass sie als vom Mittelpunkt des Krystalls ausgehende Ansätze zur Bildung eines das Hauptindividuum durchsetzenden zweiten Individuums angesehen werden müssen.

Auch die zweite Platte, welche aus demselben Krystall entnommen ist, zeigt im Innern eine Achttheilung, wie sie beim Harmotom von Andreasberg beschrieben wurde. Auch treten ausser den Zwillingsgrenzen nach OP (001) noch diejenigen nach $P\infty$ (011) deutlich hervor, so dass man erst in diesem Schliff klar erkennt, dass ein Durchkreuzungszwilling nach $P\infty$ (011) zweier Zwillinge nach OP (001) vorliegt.

β. Schliffe parallel $\infty P\infty$ (010).

In Schliffen parallel $\infty P\infty$ (010) erscheint eine Viertheilung der Platte; der Winkel der Auslöschungsrichtungen zu einander beträgt in 2 benachbarten Quadranten etwa 48° . Die Auslöschungsrichtungen machen also einen Winkel von ungefähr 24° mit der Spur von OP (001) und sind im spitzen Winkel β gelegen. In einer anderen Platte eines Harmotoms von Oberstein betrug dieser Winkel nur $18\frac{1}{2}^{\circ}$; dieser Schliff war von der Aussenfläche entnommen. In diesen Platten macht sich eine schöne Zonenstructur besonders nach den Prismenflächen bemerkbar.

γ. Schliffe parallel OP (001).

In einem solchen Schliff ist der grössere Theil der Platte nach OP (001) geschnitten (siehe Fig. 14 a und b). Dazu treten die in der Figur mit $c c'$ bezeichneten nach $\infty P \infty$ (010) getroffenen Stücke. Die verzwilligten Theile c und c' schliessen einen Winkel der Hauptschwingungsrichtungen von 49° bis 50° mit einander ein. Ausserdem lassen die nach der Basis getroffenen Partien hier so bedeutende Differenzen erkennen, wie bei keinem der übrigen Harmotome. Der Winkel, welchen die Hauptschwingungsrichtungen der Stücke a und b mit einander einschliessen, beträgt etwa 4° . Die Lage der Auslöschungsrichtung wird durch die Figur angezeigt.

4. Untersuchungen im convergenten Licht.

Im NÖRREMBERG'schen Polarisations-Instrument wurden die nach dem Klinopinakoid geschnittenen Platten auf Axenaustritt untersucht. Man erblickte zwei schwarze Balken, welche, wie es schien, symmetrisch zu einander lagen. Indess ist dieser Erscheinung ihrer Undeutlichkeit wegen wenig Bedeutung beizulegen.

5. Erwärmungsversuche an Harmotomdünnschliffen.

α. Schliffe parallel $\infty P \infty$ (010).

Schliffe dieser Art wurden in einem Erwärmungsapparat mit Polarisationsvorrichtung erhitzt. Meist zeigten die untersuchten Platten 2 in Zwillingsstellung befindliche Partien, deren Hauptschwingungsrichtungen einen Winkel von etwa 50° mit einander einschlossen und die Lage hatten, wie sie in Fig. 15 a bezeichnet ist. Wurde nun die Platte allmählich erwärmt, so konnte bei einer Temperatur von etwa 170° wahrgenommen werden, dass der Winkel, den die Hauptschwingungsrichtungen mit einander einschlossen, kleiner geworden war, dass also eine Drehung der optischen Axenebene in der Richtung der Pfeile der Fig. 15 stattgefunden hatte¹. Auch bei höherer Temperatur bis zu 200° wurde diese Lage der Hauptschwingungsrichtungen beibehalten. Liess man dann unter Zuführung heisser Wasserdämpfe oder bei schwacher Gasflamme erkalten, so trat die rückläufige Bewegung der

¹ Vergl. pag. 93 wegen der entsprechenden Angaben DES-CLOIZEAUX's.

optischen Axenebene ein, und nach völliger Erkaltung lagen die Hauptschwingungsrichtungen wieder wie vor der Erhitzung.

Dieselben Vorgänge ergaben sich bei Wiederholung des Versuchs an verschiedenen anderen Platten parallel $\infty P\infty$ (010) des Harmotoms von Andreasberg, bei denen die Erwärmung theilweise bis zur Trübung der Platten bei etwa 215° fortgesetzt wurde.

Auch bei einigen nach derselben Fläche geschliffenen Harmotomkrystallen von Strontian konnte bei einer Erwärmung bis 190° in den verzwillingten Partien dieselbe Bewegung der optischen Axenebene wahrgenommen werden.

Von Bedeutung ist noch die Thatsache, dass auch längeres Eintauchen der nach $\infty P\infty$ (010) geschnittenen Harmotomplatten in heisses Wasser keine merkliche Änderung in der Lage der optischen Axenebene bewirkte.

β. Schliffe parallel $P\infty$ (101).

Die an Schliffen parallel $P\infty$ (101) angestellten Erwärmungsversuche führten trotz fortgesetzter Bemühungen zu keinem Resultat. Ein Haupthinderniss für das Gelingen dieser Versuche lag in dem Umstande, dass die Achtfeldertheilung der Schliffe dieser Art, wie sie weiter oben beschrieben wurde, nur in äusserst dünnen Präparaten klar zu Tage tritt, welche man zu Erwärmungszwecken, wobei die Platten nicht in Canadabalsam eingelegt sein dürfen, nur sehr schwer herstellen kann.

Noch hoffnungsloser erschienen diese Versuche an Schliffen des Harmotoms von Strontian, da bei diesem Vorkommen die äusserst geringen Differenzen in den nach $P\infty$ (101) geschnittenen Platten nur bei minimaler Dicke der letzteren sichtbar sind.

II. Phillipsit.

A. Historische Einleitung.

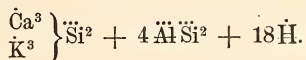
Schon in der Einleitung zum Harmotom wurde der Arbeit von WERNEKINCK¹ gedacht. Dieser Forscher verwirft damals noch die Abscheidung der von ihm analysirten Mine-

¹ Beitrag zur Naturgeschichte des Harmotoms. GILB. Annal. Bd. 76. pag. 171. 1824.

ralien von dem Barytkreuzstein. GMELIN und HESSEL¹, die im folgenden Jahre den Kreuzstein von Marburg chemisch und krystallographisch untersuchen, trennen das barytfreie Vorkommen von dort noch nicht endgültig von dem typischen Harmotom. Die Kreuzsteine vom Kaiserstuhl erkennt HESSEL als chemisch den Marburger Krystallen ähnlich und begründet den Unterschied zwischen Baryt- und Kalkkreuzstein.

Ein besonderer Name ist dem Kalkharmotom zuerst von LÉVY² zuertheilt worden. Er beschreibt Krystalle von Aci Reale in Sicilien, welche dem Harmotome dodécaèdre HAÛY's ähnlich waren. LÉVY constatirt, dass die Winkel der Zuspitzungsflächen etwas von denen des Harmotoms abweichen, legt aber das Hauptgewicht auf die von Dr. WOLLASTON angestellte chemische Untersuchung dieses Materials, welche das gänzliche Fehlen des Baryts ergab, während der Kalk vorwaltete. Gleichzeitig giebt LÉVY eine einfache Methode zur schnellen Unterscheidung von Baryt- und Kalkkreuzstein: Man kocht einen kleinen Theil des gepulverten, fraglichen Materials in Salpetersäure, filtrirt ab und thut einen Tropfen Schwefelsäure hinzu. Entsteht darauf ein schwerer Niederschlag, so hat man es mit Barytkreuzstein zu thun, andernfalls liegt der Kalkkreuzstein vor. LÉVY macht dann den Vorschlag, letzteres Mineral zu Ehren des Mineralogen PHILLIPS mit dem Namen „Phillipsit“ zu belegen, ein Name, der heutzutage fast allgemein acceptirt ist.

KÖHLER³ giebt in seiner schon beim Harmotom citirten Arbeit auch die Analysen der Phillipsite von Marburg und vom Habichtswald bei Kassel und constatirt bei diesen Vorkommen das Fehlen des Baryts. Er glaubt für den Kalkharmotom folgende Formel annehmen zu dürfen:



MARIGNAC⁴ beschreibt im Jahre 1845 den Gismondin und Phillipsit vom Vesuv. Zu dem Gismondin rechnet er die

¹ Zeitschrift für Mineralogie von LEONHARD 1825. pag. 1 u. ff.

² Annals of Philosophy. London 1825. Vol X. pag. 362 ff.

³ POGGEND. Ann. 1836. Bd. 37. pag. 570.

⁴ Annales de chimie et de physique etc. 3e sér. tome 14. Paris 1845. pag. 41 ff.

octaëdrischen Krystalle. Die in quadratischen Säulen mit den Zuspitzungsflächen erscheinenden Krystalle sind Phillipsite. Die Analysen ergaben, dass der Gismondin einen weit basischeren Character hat als jene.

DAMOUR¹ analysirte einen Kreuzstein von Island, den er „Harmotome à base de chaux“ nennt. Es liegt hier also ein Phillipsit vor, und DAMOUR weist auch selbst auf die annähernde Übereinstimmung mit dem Phillipsit von Marburg hin.

DES-CLOIZEAUX² untersucht diesen von DAMOUR analysirten Kreuzstein von Island krystallographisch. Er bezieht die Krystalle auf ein rhombisches Prisma, bei dem der eine, der Kantenwinkel $111^{\circ} 15'$ misst, stellt also, wie es auch beim Harmotom der Fall war, die Krystalle nach den Flächen „s“ (jetzt $\infty P \infty (100)$) aufrecht.

DES-CLOIZEAUX macht eine grosse Anzahl Winkelmessungen und reiht dieses Isländer Vorkommen den von GMELIN und HESSEL untersuchten Marburger Kreuzsteinen an. Auf Grund der vorliegenden Analysen glaubt er, den Isländer und Marburger Kreuzstein von dem Phillipsit LÉVY's abtrennen zu müssen und schlägt für die Mineralien der genannten Fundorte den Namen „Christianit“ vor.

KENNGOTT³ weist später auf das Unstatthafte dieser Abseheidung hin.

BREITHAUP⁴ vertritt in Bezug auf den Zwillingsbau der Phillipsite dieselbe Ansicht, wie sie oben für den Harmotom referirt wurde. Der Phillipsit vom Stempel bei Marburg wurde dann nochmals im Jahre 1848 von GENTH⁵ analysirt, dessen Resultate ebenfalls mit denen GMELIN's übereinstimmen. BROOKE und MILLER⁶, welche im Übrigen wie alle anderen Autoren jener Zeit den Phillipsit für rhombisch halten, geben eine Reihe von Winkelmessungen am Phillipsit, welche in

¹ Annales des Mines 1846. sér. IV. tome IX. pag. 333 u. ff.

² Annales des Mines 1847. sér. IV. tome XII. pag. 373.

³ KENNGOTT, Übersicht der Resultate mineralogischer Forschungen in den Jahren 1844 bis 1849. Wien 1852. pag. 115.

⁴ BREITHAUP, Handbuch der Mineralogie 1847. p. 440.

⁵ Journal für practische Chemie von ERDMANN. Leipzig 1848. Bd. 45. pag. 459.

⁶ PHILLIPS, An elementary introduction to mineralogy, herausgegeben von BROOKE und MILLER 1852. pag. 456.

den Lehrbüchern der späteren Zeit vielfach von den Autoren der krystallographischen Betrachtung dieses Minerals zu Grunde gelegt werden.

SARTORIUS VON WALTERSHAUSEN¹ analysirt im folgenden Jahre die Phillipsite von Aci Castello und Palagonia in Sicilien und findet, dass bei diesen Vorkommen der Alkaligehalt den Kalkgehalt bei weitem übertrifft. So ergeben die Krystalle von Aci Castello bei 3,822 % Kali und 6,181 % Natron nur 2,923 % Kalk.

DES-CLOIZEAUX² untersucht den Kreuzstein von Marburg nochmals und vergleicht seine optische Beschaffenheit mit derjenigen der typischen Phillipsite. Er kommt zu dem Schlusse, dass eine Scheidung zwischen Phillipsit und Christianit nicht aufrecht zu erhalten sei. Er vereinigt beide, behält aber den Namen Christianit für die gesammte Gruppe bei.

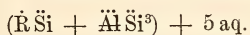
DAMOUR³ findet bei seinen Untersuchungen wasserhaltiger Silikate unter anderem, dass der Phillipsit vom Kaiserstuhl bei einer Temperatur von 100° in einer Stunde 13,60 %, bei 150° in derselben Zeit 16 % seines Gewichts an Wasser verliert. Er ist aber im Stande, in freier Luft den grössten Theil desselben wieder aufzunehmen.

Nach RAMMELSBERG⁴ zerfällt der Phillipsit auf Grund der vorliegenden Analysen in 2 Abtheilungen. Zu der ersten rechnet er die Phillipsite, die 7 % Kalk und 4 bis 6 % Kali haben, zur 2. Abtheilung solche, welche 3 bis 5 % Kalk, 4 bis 6 % Kali und ebenso viel Natron enthalten.

Nach seiner Berechnung drückt sich das Sauerstoffverhältniss für die Phillipsite folgendermassen aus:

$$\text{R} : \text{Ä} : \text{Si} : \text{H} = 1 : 3 : 8 : 5$$

und die muthmassliche allgemeine Formel würde darnach sein:



DES-CLOIZEAUX⁵ lehrt, dass der optische Axenwinkel der verschiedenen Phillipsitvorkommen weniger gross ist, wie

¹ Über vulkanische Gesteine. Göttingen 1853. pag. 263 u. ff.

² Annales des Mines 1858. 5 sér. t. XIV. pag. 413.

³ Ann. de chim. et de phys. 1858. Bd. 53. pag. 451 u. 452.

⁴ „Über die Zusammensetzung des Harmotoms und Phillipsits“ in POGGEND. Ann. der Physik und Chemie. Bd. 110. Leipzig 1860. pag. 622 ff.

⁵ Manuel de Minéralogie 1862. I. pag. 399 ff.

beim Harmotom und berichtet von schwacher Dispersion der Axen mit $\rho < v$. Die erste Mittellinie liegt nach ihm parallel der kurzen Diagonale der Basis, dem Klinopinakoid heutiger Bezeichnung. Zu letzterer Fläche ist die Ebene der optischen Axen normal.

In neuerer Zeit hat STRENG¹ zwei grössere Arbeiten über den Phillipsit geliefert und damit den Hauptanstoß zum Durchbruch der jetzt herrschenden Auffassung gegeben.

In der ersten Arbeit „Über einige in den Blasenräumen der Basalte vorkommenden Mineralien“ steht STRENG noch auf dem Boden der alten Anschauung, welche den Phillipsit als rhombisch-holoëdrisch betrachtete. Er kommt nach genauer Beschreibung der Phillipsitvorkommen von Marburg, Nidda, Annerod und anderer Fundorte zur Unterscheidung zweier Typen, von denen der erste vorwiegend nach dem Makropinakoid tafelförmig ausgebildet ist und den abwärts gekehrten Winkel der Federstreifung auf den Prismenflächen zeigt, während bei dem zweiten Typus das Brachypinakoid nach aussen gekehrt und die federförmige Streifung aufwärts gerichtet ist.

In seiner zweiten Arbeit giebt STRENG dem Phillipsit dieselbe Aufstellung, wie sie von DES-CLOIZEAUX für den Harmotom begründet ist, und stellt für den Phillipsit Zwillingsgesetze auf, die den von BREITHAUPt angegebenen analog sind (vergl. pag. 91).

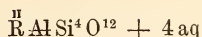
Statt des Hemidomas BREITHAUPt's ist bei monokliner Aufstellung OP (001) die Zwillingsebene, nach welcher der Durchkreuzungszwilling zu Stande kommt. Die Änderungen in der Flächenbezeichnung, welche die monokline Auffassung gegenüber der rhombischen verlangt, sind allbekannt und werden darum hier nicht besonders aufgeführt. Das monokline Axenverhältniss berechnet STRENG zu $a : b : c = 0,70315 : 1 : 1,231$; $\angle \beta = 55^\circ$. Am Schlusse seiner Arbeit weist STRENG darauf hin, dass zwischen den als isomorph zu betrachtenden Mineralien Harmotom und Phillipsit eine beträchtliche chemische Differenz besteht, indem der Harmotom den Atomcomplex H^2SiO^3 mehr enthält als der Phillipsit.

RAMMELSBERG² stellt die Resultate der wichtigsten Ana-

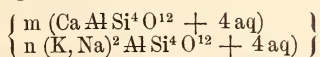
¹ Dies. Jahrb. 1874. p. 561 ff. — a. a. O. 1875. pag. 585 etc.

² Handbuch der Mineralchemie 1875. pag. 623.

lysen zusammen und berechnet daraus folgende allgemeine Formel:



oder specieller ausgedrückt:



In dieser Formel schwanken die Werthe von m und n nach den verschiedenen Fundorten.

Im Jahre 1878 erschien TRIPPKE's¹ Arbeit: „Beiträge zur Kenntniss der schlesischen Basalte und ihrer Mineralien.“ TRIPPKE untersuchte besonders die Phillipsite von Sirgwitz. Die Krystalle dieses Fundortes sind nach ihm Durchkreuzungszwillinge des Niddaer Typus, d. h. die Basisflächen sind nach aussen gewendet. TRIPPKE versucht die in Schliffen nach $P\infty$ (101) erscheinende vielfache Theilung auf gehäufte Zwillingbildung zurückzuführen. Er nimmt zur Erklärung einen Durchkreuzungszwilling an, von dem noch zwei andere Durchkreuzungszwillinge eingeschlossen werden. Unsere Fig. 1 bietet ein ähnliches Bild, wie der der TRIPPKE'schen Darstellung zu Grunde liegende Schliiff. Der äussere Durchkreuzungszwilling TRIPPKE's wird in Fig. 1 durch die Theile γ dargestellt. Die eingeschlossenen Durchkreuzungszwillinge (a und b der Fig. 1) sollen so liegen, dass sie von der Schnittfläche, welche die Theile γ nach $P\infty$ (101) schneidet, parallel der Fläche $P\infty$ (011) getroffen werden; die Zwillingsgrenzen ss der Fig. 1 würden dann den Spuren der Zwillingsebenen ∞P (110) entsprechen. Nur auf diese Weise, glaubt TRIPPKE, sei es zu erklären, dass die Auslöschungsrichtungen der Individuen der eingeschlossenen Durchkreuzungszwillinge denselben Winkel von 7 bis 8° mit ihren Zwillingsgrenzen (ss der Fig. 1) einschliessen.

Im folgenden Jahre erhebt GROTH² begründeten Einspruch gegen diese Anschauung TRIPPKE's. Andere Einwürfe wurden von STADTLÄNDER (vergl. dies. Jahrb. 1885. Bd. II. pag. 131) gemacht; ich schliesse mich denselben an und halte die TRIPPKE'sche Ansicht für nicht geeignet zur Erklärung der Erscheinungen.

¹ Inauguraldissert. Breslau 1878, auch Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1878. pag. 145 ff.

² Zeitschrift für Krystallographie 1879. III. pag. 94.

Die schon oben erwähnte Arbeit von FRESSENIUS¹ ist auch hier von Wichtigkeit. In der Frage, ob das NAUMANN'sche Makropinakoid zur monoklinen Basis zu nehmen sei, wie GROTH unter Annahme des monoklinen Systems und gestützt auf Messungen von MARIGNAC vorschlägt, oder ob mit STRENG das NAUMANN'sche Makropinakoid als Klinopinakoid anzusehen sei, entscheidet er sich für die letztere Ansicht. Nach ihm ist die Lage der optischen Axenebene für verschiedene Partien derselben Platte eine schwankende, und eine Axenwinkelbestimmung ist aus diesem Grunde nur annähernd auszuführen. Für den Phillipsit von Nidda findet FRESSENIUS den Winkel zwischen den optischen Axenebenen zweier Zwillingslamellen für Natriumlicht an verschiedenen Punkten der Platte zu

20° 58' 22° 2' 21° 15' 21° 0'.

In einer zweiten Platte constatirt er diesen Winkel zu 23° 52' bis 24° 34'.

Im Jahre 1883 stellt DES-CLOIZEAUX² zahlreiche optische Untersuchungen an Phillipsiten verschiedener Fundorte an. Er constatirt für diese Vorkommen die Lage der Ebene der optischen Axen und der ersten Mittellinie.

DES-CLOIZEAUX findet, dass der Winkel der spitzen Biseatrix mit der Normalen zur Basis bei den Phillipsiten von Richmond am kleinsten ist und 60° 11' beträgt, dann bei dem Vorkommen von Dyrefjord, Oberrieden, Monte Somma, Marburg allmählich grösser wird und beim Phillipsit von Annerod auf 75° steigt. Die Grösse des Axenwinkels schwankt bei den einzelnen Vorkommen bedeutend. Horizontale Dispersion fand DES-CLOIZEAUX in einiger Deutlichkeit nur bei dem Phillipsit von Richmond.

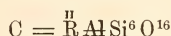
RAMMELSBERG³ untersucht im Jahre 1884 die Gruppe des Phillipsits incl. Harmotom und Desmin von Neuem. Er ist Gegner der Ansicht von FRESSENIUS, nach welcher Phillipsit und Desmin eine continuirliche Mischungsreihe zweier isomorpher Silikate darstellen. RAMMELSBERG beruft sich besonders auf die Thatsache, dass von den beiden Silikaten, welche

¹ Zeitschrift für Krystallographie 1879. III. pag. 42 ff.

² Bulletin de la Société Min. de France 1883. pag. 305 ff.

³ Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1884. pag. 220 ff.

nach FRESSENIUS die Mischungen eingehen, nur das eine, der Desmin, in der Natur aufgefunden wurde¹. Will man auf dem Boden der Thatfachen stehen bleiben, so hat man nach ihm 3 Mischungsglieder A, B und C zu unterscheiden, denen folgende Formeln zukommen:



Diese Mischungsglieder ergeben in verschiedenem Verhältniss vereinigt die einzelnen Varietäten der Phillipsitgruppe.

In allerneuester Zeit hat STADTLÄNDER² den Phillipsit vom Stempel bei Marburg bearbeitet. Er hebt als bei diesem Vorkommen häufig auftretend die durch Verwachsung dreier Durchkreuzungsdoppelzwillinge entstehenden Dodekaëder- oder Octaëder-ähnlichen Krystallcomplexe hervor und zeigt, dass die einen dodekaëdrischen Complex zusammensetzenden Durchkreuzungszwillinge dieselbe optische Structur haben, welche sie als selbstständige Gebilde aufweisen.

In Schliften parallel $P\infty$ ($\bar{1}01$) der Durchkreuzungszwillinge zweier Zwillinge nach OP (001) findet STADTLÄNDER ebenso wie TRIPPKE eine Theilung der Platte in 8 Sektoren. Diese bieten in der Lage ihrer Hauptschwingungsrichtungen eine Abweichung von den Forderungen des monoklinen Systems dar, da jene Richtungen nicht parallel und senkrecht zu den Spuren von OP (001) verlaufen, sondern einen gewissen Winkel mit ihnen einschliessen. Die Grösse dieses Winkels wächst, wie es STADTLÄNDER in seinen Fig. 17 bis 19 und 20 bis 21 darstellt, beim Phillipsit vom Stempel in der Richtung vom Pol zum Centrum des Krystalls.

STADTLÄNDER hat an Schliften parallel $P\infty$ ($\bar{1}01$) des Phillipsits vom Stempel Erwärmungsversuche angestellt und nachgewiesen, dass bei einer Temperatur von 85° bis 90° die ganze Platte orientirt zu der Spur von OP (001) auslöscht, während bei etwa 100° die Auslöschungsrichtungen in die der ursprüng-

¹ Vergl. auch die berechtigten Einwürfe in NAUMANN-ZIRKEL 1885. pag. 602 gegen RAMELSBERG's Ansicht.

² Inaugural-Dissertation. Göttingen 1885 und dies. Jahrb. 1885. II. pag. 97 ff.

lichen entgegengesetzte Lage zu der Zwillingsgrenze nach OP (001) übergehen.

Am Schlusse seiner Arbeit deutet STADTLÄNDER darauf hin, dass man beim Phillipsit vom Stempel entweder zur Annahme der triklinen Gleichgewichtslage genöthigt sei oder doch eine gestörte monokline zu Grunde legen müsse.

Abgesehen hiervon ist nach der herrschenden Auffassung der Phillipsit monoklin und isomorph mit Harmotom und Desmin. Die Zwillingsbildung erfolgt nach denselben Gesetzen wie beim Harmotom. Die hauptsächlichsten Formen des Phillipsits sind $\infty P\infty$ (010), OP (001), ∞P (110); zuweilen erscheinen auch $\infty P2$ (120) und $5P\infty$ (501). Nach STRENG ist $a : b : c = 0,7095 : 1 : 1,2563$; $\beta = 55^\circ 37'$.

Die optische Axenebene, mit einem wahren Winkel der optischen Axen von 64° , steht auf $\infty P\infty$ (010) senkrecht und fällt nach FRESSENIUS nicht mit OP (001) zusammen, sondern ist unter etwa 10° dagegen geneigt; die erste Mittellinie liegt im Klinopinakoid. Nach TRIPPKE bildet die Auslöschungsrichtung mit der der Fläche OP (001) entsprechenden Zwillingsgrenze einen Winkel von $22^\circ 5'$. Die chemische Zusammensetzung ist bis jetzt noch strittig. Nach RAMMELSBERG würde die Formel für Phillipsit am Besten so ausgedrückt: $R(Al)^2Si^4O^{12} + 4H^2O$, worin R vorwaltend Ca, auch K^2 und Na^2 bezeichnet.

B. Untersuchungen am Phillipsit.

1. Phillipsit von Richmond.

a. Bauweise und Oberflächenbeschaffenheit.

Die Krystalle dieses Vorkommens wenden an den Kreuzkrystallen die Basisflächen nach aussen, während die Flächen $\infty P\infty$ (010) in den einspringenden Winkeln gelegen sind. Letztere Flächen zeigen trotz ihrer geringen Grösse die doppeltfederförmige Streifung recht deutlich. Der Winkel der Federstreifung auf ∞P (110) ist natürlich aufwärts gerichtet. Die Krystalle sind zum Theil an beiden Enden vollständig ausgebildet. Ihre Grösse ist nicht unbedeutend; die von mir untersuchten waren bis 3 mm. lang und etwa halb so breit. Die Krystalle sind meist farblos, glasglänzend und durchscheinend und zeigen die gewöhnlichen Flächen $\infty P\infty$ (010), OP (001) und ∞P (110).

b. Optische Untersuchungen.

α. Schiffe parallel $P\infty$ (101).

Sie bieten im Allgemeinen ein ähnliches Bild dar, wie die in gleicher Weise geschnittenen Harmotome von Andreasberg (siehe Fig. 16). Nur unterscheiden sie sich von jenen durch den beinahe vollständigen Mangel einer Zonenstructur. Die Achttheilung ist sonst ähnlich wie beim Harmotom, aber es fällt auf, dass die der Verwachsungsfläche $P\infty$ (011) entsprechenden Grenzlinien äusserst unregelmässig verlaufen. Die der Ebene OP (001) entsprechenden Grenzlinien sind dagegen vollkommen scharf und gerade. Die Theile γ der Fig. 2 fehlen hier vollständig. Der Winkel der Auslöschungsrichtungen in zwei benachbarten Octanten schwankt zwischen 4° bis 6° , die Hauptschwingungsrichtungen liegen derart, wie Fig. 16 zeigt.

β. Schiffe parallel $\infty P\infty$ (010).

Ein in dieser Richtung geführter Schnitt war so gelegt, dass er den an beiden Enden der Klinodiagonale entwickelten Krystall in den seitlichen Flächen OP (001) traf und beiderseits vier Flächen ∞P (110) durchschnitt. Jeder der getroffenen Flächen entspricht eine vom Mittelpunkt des Schiffs nach den Begrenzungselementen sich erstreckende Partie mit besonderer Lage der Hauptschwingungsrichtungen.

Jedenfalls erkennt man im Grossen und Ganzen eine Viertheilung des Hauptindividuums, in der Fig. 17 bezeichnet durch die Theile aa' und bb'. Jedoch sind die Theile a und a', b und b' noch in der Lage der Hauptschwingungsrichtungen etwas unterschieden. Auch zeigen die verschiedenen Felder in der Diagonalstellung der Platte verschiedene Farbtöne. Die Auslöschungsrichtungen der Theile a' und b' machen etwa einen Winkel von 29° bis 30° gegen die Spur von OP (001), die der Theile a und b hingegen bilden mit dieser Spur nur einen Winkel von etwa 26° . Die Mitte des Schiffs zeigt eine Durchwachsung der nach $\infty P\infty$ (010) geschnittenen Partien (a und b Fig. 17) des Hauptindividuums durch die nach OP (001) getroffenen Theile des durchsetzenden Individuums (c Fig. 17); letztere haben annähernd orientirte Auslöschung.

γ . Schiffe parallel OP (001).

Dem monoklinen System entsprechend müssten alle Platten parallel OP (001) orientirte Auslöschung parallel und senkrecht zur Combinationskante zu $\infty P \infty$ (010) zeigen. Die untersuchten Platten genügten indess dieser Anforderung nicht. Es liessen sich in den Hälften der durch die Spur von $P \infty$ ($\bar{1}01$) getheilten Platten Abweichungen finden, welche eine Grösse von $1\frac{1}{2}^{\circ}$ bis 2° gegen die Kante $\infty P \infty$ (010) erreichten (Fig. 18).

Die Fig. 18 zeigt die Lage der Hauptschwingungsrichtungen zu der Spur von $\infty P \infty$ (010). Ausserdem veranschaulicht sie den in allen diesen Präparaten auftretenden zonalen Bau. Die den Prismenflächen sich anlegenden Zwickel (cc' Fig. 18) weichen zuweilen in ihrer optischen Orientirung so stark von einander ab, dass der Winkel ihrer Auslöschungsrichtungen zu einander 3° bis 4° beträgt.

Weit deutlichere Differenzen erscheinen in einem anderen Schiffe nach OP (001) (Fig. 19). Die Haupttheilung verläuft wiederum nach der Spur von $P \infty$ ($\bar{1}01$) und grenzt die deutlich in Zwillingsstellung befindlichen Hälften (aa') und (bb') von einander ab. Die Hauptschwingungsrichtungen von a und b liegen wie Fig. 19 angiebt und bilden mit einander einen Winkel von etwa 3° . Ausser dieser Haupttheilung lassen sich in der oberen und unteren Schliffhälfte je 4 vom Mittelpunkte zu den Begrenzungselementen ausgehende Zwickel unterscheiden, welche sich durch äusserst geringe Differenzen in ihrer optischen Orientirung kenntlich machen. Übrigens treten die in Fig. 19 mit z bezeichneten Grenzlinien stärker hervor, als die den Buchstaben x tragenden, parallel der Spur von $\infty P \infty$ (010) verlaufenden, welche die Theile a und a' von einander sondern. Der zonale Aufbau findet sich auch hier wie in allen übrigen untersuchten Präparaten dieser Art.

2. Phillipsit von Annerod bei Giessen.

a. Bauweise und Oberflächenbeschaffenheit.

Die Krystalle sind ziemlich klein, etwa 2 mm. lang und $\frac{1}{2}$ bis 1 mm. dick und zeigen meist Glasglanz. Der Form nach ähneln sie einer quadratischen Combination: $\infty P \infty$ (100) und P (111); die einspringenden Winkel fehlen, die Krystalle

sind aber trotzdem meist, wie die optische Untersuchung zeigt, Durchkreuzungszwillinge nach $P\infty$ (011) zweier Durchkreuzungszwillinge nach OP (001).

Die untersuchten Krystalle hatten meist die Basis als Aussenfläche, gehörten also dem zweiten Phillipsittypus STRENG's an. Die charakteristische Streifung auf den Flächen ∞P (110) und $\infty P\infty$ (010) ist bei der geringen Grösse der Krystalle schwer zu erkennen.

b. Optische Untersuchungen.

a. Schliffe parallel $P\infty$ (i01).

Aus einem Krystall liegen zwei Schliffe vor. In der von der Krystallspitze entnommenen Platte waren drei Aussenflächen (OP (001)) und die Prismenflächen getroffen. Die Platte war auch hier in 8 Felder getheilt. Die Spuren der Ebenen nach OP (001) sind wiederum geradlinig, während die Theillinien nach $P\infty$ (011) äusserst unregelmässig verlaufen.

Im Centrum des Schliffs (Fig. 20) grenzt sich deutlich ein kleines Rechteck ab, dessen Seiten ihrer Lage nach den Flächen OP (001) des Krystalls entsprechen. Das Rechteck zeigt eine ähnliche Theilung wie die ganze Platte, nur weniger deutlich und in der Auslöschung etwas abweichend von jener. Bei dem zweiten Schliffe aus diesem Krystall nahm die Achttheilung nicht mehr die ganze Platte ein, sondern war auf das Centrum beschränkt, das innere Rechteck war nicht mehr zu sehen. Man könnte auch annehmen, dass die innere achttheilige Partie dem rechteckigen Kerne der ersten Platte entspricht, der Kern also an Grösse zugenommen habe, während seine scharfe Umgrenzung sich verwischte (siehe Fig. 21).

Bei der undulösen Auslöschung, welche diesen winzigen kleinen Präparaten eigen ist, war es nicht möglich, eine genaue Bestimmung des von den Auslöschungsrichtungen zweier benachbarten Felder gebildeten Winkels zu machen. Sein ungefährender Werth schwankte in den einzelnen Platten zwischen 15° bis 19° , war also weit beträchtlicher als beim Phillipsit von Richmond. Die Randpartie schliesst sich im Allgemeinen an die Felder im Innern an, zeigt aber noch bei weitem weniger distincte Auslöschung.

β. Schlitze parallel $\infty P\infty$ (010) resp. OP (001).

Die Schlitze parallel der Aussenfläche dieses Vorkommens zeigen sowohl Partien, welche der Basis, als auch solche, welche dem Klinopinakoid angehören. In dem äusseren Schnitte (Fig. 22) erschienen in der Mitte der Platte zwei schmale in Zwillingstellung befindliche Partien, deren Auslöschungsrichtungen einen Winkel von 18° mit einander bildeten. Die übrigen Theile der Platte zeigten ebenfalls eine schwache Viertheilung, aber nur eine geringe Schiefe der Auslöschungsrichtung gegen die Kante $\infty P\infty$ (010) von 1° bis 2° . Letztere Stücke müssen als zur Basis gehörig betrachtet werden.

Andere, von der Oberfläche der Krystalle entnommene Schlitze enthielten ebenfalls theils solche Partien, welche nach der Basis geschnitten waren, theils traten in ihnen auch nach dem Klinopinakoid getroffene Partien auf.

Auf den der Basis entsprechenden Feldern erkennt man eine deutliche Viertheilung in der Weise, wie es Fig. 22 darstellt. Die Hauptschwingungsrichtungen des Lichtes liegen in der bezeichneten Richtung und machen in den einzelnen verzwilligten Partien einen Winkel von etwa $1\frac{1}{2}^\circ$ mit der Combinationskante zu $\infty P\infty$ (010). Dieselben Differenzen ergeben ein zweiter und dritter Schliff parallel OP (001). Dass man hier in der That Partien vor sich hat, welche nach der Basis geschnitten sind, und nicht etwa eine Verwechselung mit dem Klinopinakoid vorliegt, beweisen die gleichzeitig mit erscheinenden, nach letzterer Fläche geschnittenen Stücke, welche die grössere Schiefe der Auslöschungsrichtungen gegen die Kombinationskante von 9° bis $10\frac{1}{2}^\circ$ aufweisen.

3. Phillipsit von Nidda.

a. Bauweise und Oberflächenbeschaffenheit.

Die Krystalle waren meist 1 bis $1\frac{1}{2}$ mm. lang und, da sie als aufgewachsen nicht an beiden Enden ausgebildet waren, fast ebenso breit. Sie kennzeichneten sich als Durchkreuzungszwillinge nach $P\infty$ (011) zweier Durchkreuzungszwillinge nach OP (001) mit aussenliegenden Basisflächen und schmalen Einkerbungen nach den Flächen von $\infty P\infty$ (010). Auf den Prismenflächen erscheint sehr deutlich die Federstreifung mit der aufwärts gerichteten Spitze des Winkels. Häufig zeigt sich diese

Streifung nur auf zwei annähernd in einer Ebene liegenden Prismenflächen, während die beiden anderen ihrer entbehren, was, wie der Augenschein lehrt, darauf zurückzuführen ist, dass die Durchkreuzung der Zwillinge in der Richtung der letztgenannten Prismenflächen eine unvollkommene ist. Die Basis ist schwach horizontal gestreift. Die doppelte federförmige Streifung auf den einspringenden Flächen $\infty P \infty$ (010) ist bei der geringen Grösse derselben nicht deutlich zu erkennen.

b. Optische Untersuchungen.

α . Schiffe parallel $P \infty$ (101).

Ein in dieser Richtung geführter Schliff traf die 4 Prismenflächen. Die Platte zeigte Achtfeldertheilung nach den Spuren von OP (001) und denjenigen von $P \infty$ (011) in ganz ähnlicher Weise, wie es die gleichartigen Präparate des Phillipsits von Annerod und Richmond vorführen. Der Winkel, welchen die Hauptschwingungsrichtungen in zwei benachbarten Feldern mit einander einschliessen, beträgt im Durchschnitt $25\frac{1}{4}^\circ$ für Natriumlicht, also würde die Abweichung derselben von der Zwillingsgrenze nach OP (001) $12^\circ 37\frac{1}{2}'$ betragen. Die Lage der Hauptschwingungsrichtungen ist dieselbe wie in Fig. 21.

β . Schliff parallel $\infty P \infty$ (010).

Von einem Zwillingskrystall dieses Vorkommens wurde ein Schliff nach dem Klinopinakoid hergestellt, nach welcher Fläche diese Phillipsite tafelförmig ausgebildet sind. Diese Platte zeigt grosse Ähnlichkeit mit dem in Fig. 17 abgebildeten Schiffe nach $\infty P \infty$ (010) des Richmonder Phillipsits, musste aber doch einiger Abweichungen halber besonders abgebildet werden (siehe Fig. 23). In der Mitte des Schiffs erscheinen zwei in Zwillingsstellung befindliche Partien a und a', deren Auslöschungsrichtungen einen Winkel von 27° bis 28° mit einander einschliessen oder, was gleichbedeutend damit ist, einen Winkel von $13^\circ 30'$ bis 14° mit der Spur von OP (001) bilden. Darauf folgen beiderseits mit u bezeichnete Stücke, welche durch ihre undulöse Auslöschung auffallen, während die sich anschliessenden Theile a und a' wieder den inneren Theilen gleich orientirt sind. Die Stücke u entsprechen wahrscheinlich den nach der Basis geschnittenen Partien c der Fig. 17. Die Auslöschungsrichtungen der in Fig. 23

mit b und b' bezeichneten Partien machen an einer Stelle einen Winkel von ungefähr 41° miteinander.

γ . Schliff parallel OP (001).

Eine Viertheilung der nach OP (001) geschnittenen Platten, wie sie in solchen Präparaten des Phillipsits von Annerod angetroffen wurde, ist hier nicht erkennbar. Doch erblickt man auch hier optisch differente Partien, deren Auslöschungsrichtungen einen Winkel von etwa 2° bis 3° mit einander einschliessen. Auch die Zonenstructur, besonders nach den Flächen von ∞P (110) tritt deutlich hervor.

4. Erwärmungsversuche an Phillipsitdünnschliffen.

α . Schliffe parallel $\infty P\infty$ (010).

Ein in dieser Richtung gefertigter Schliff des Phillipsits von Richmond zeigte schon bei einer Erwärmung auf etwa 70° eine Drehung der optischen Axenebene in der Weise, dass der Winkel, welchen die Hauptschwingungsrichtungen zweier verzwillingten Theile mit einander einschliessen, abnahm. Bei etwa 110° lagen die Auslöschungsrichtungen orientirt und senkrecht zur Combinationskante von OP (001). Gleichzeitig wurde die Platte trübe, so dass es nicht möglich war, den Versuch fortzusetzen und eine weitere Drehung der optischen Axenebene zu beobachten.

Der an einer Platte des Phillipsits vom Stempel bei Marburg parallel $\infty P\infty$ (010) angestellte Erwärmungsversuch bestätigte die von C. STADTLÄNDER¹ gemachten Angaben.

Der Phillipsit von Annerod bei Giessen ergab bei der Erwärmung ähnliche Verhältnisse, wie der vom Stempel. Ein Schliff parallel $\infty P\infty$ (010) bestand aus zwei verzwillingten Stücken, deren Auslöschungsrichtungen vor der Erwärmung so lagen, wie es in Fig. 24 durch die Kreuze bei a und a' bezeichnet ist. Bei allmählicher Erwärmung begann die Drehung der optischen Axenebene. Auf dem Felde rechts (siehe Fig. 24) lagen die Hauptschwingungsrichtungen schon bei einer Temperatur von 75° parallel und senkrecht zur Combinationskante von OP (001); auf der linken Hälfte trat dieser Fall

² Inaugural-Dissertation. Göttingen 1885 und dies. Jahrb. 1885. II. pag. 133 u. 134.

bei etwa 85° ein (siehe b und b' der Fig. 24). Bei etwa 105° begann die Drehung sich in demselben Sinne fortzusetzen, und bei 120° hatten die Auslöschungsrichtungen annähernd dieselbe Abweichung von der Combinationskante zu OP (001) wie vor der Erwärmung, nur in verwendeter Lage.

Bei der Abkühlung erfolgte die rückläufige Bewegung. Bei etwa 85° zeigten beide Felder annähernd orientirte Auslöschung zur Combinationskante von OP (001), und bei etwa 60° war die Lage der Hauptschwingungsrichtungen dieselbe wie vor dem Versuch.

Übrigens schwanken die Temperaturen für den Eintritt der verschiedenen Phasen je nach der Dicke der Platten um 5° bis 10° .

β . Schiffe parallel $P\infty$ (I01).

Die Phillipsite von Annerod bei Giessen zeigen, wie oben beschrieben wurde, in Schliffen dieser Lage beträchtliche Schiefen der Auslöschungsrichtungen zu den Kanten von OP (001); so kommt es, dass gerade dieses Vorkommen trotz seiner geringen Krystallgrösse sich in Schliffen parallel $P\infty$ (I01) besonders zu Erwärmungsversuchen eignet.

In einem solchen Schriff wurde die Lage der Auslöschungsrichtungen in zwei benachbarten Octanten während der Erwärmung beobachtet. Aus der Lage aa' (siehe Fig. 25) gingen sie, allmählich in der Richtung des Pfeiles fortschreitend, bei etwa 150° in die Stellung bb' über, in welcher annähernd orientirte Lage der Auslöschung zu den Kanten von OP (001) stattfindet.

Bei 156° treten auf dem linken Felde (Fig. 25, l) die Hauptschwingungsrichtungen plötzlich in die Lage cc'; dieses Feld erscheint also bei orientirter Stellung des Fadenkreuzes zu der Spur von OP (001) hell. Das rechte Feld (r der Fig. 25) zeigte die Erscheinung nicht mit der gleichen Deutlichkeit. Schon bei einer Erkaltung auf 154° bis 155° erschien das links gelegene Feld wiederum dunkel, um bei der Temperaturerhöhung auf 156° abermals hell zu werden. Die Krystalle gestatten mehrfaches Wiederholen dieses Versuches.

III. Desmin.

A. Historische Einleitung.

ROMÉ DE L'ISLE¹ behandelt in seiner Krystallographie den „Zéolithe en stalactites ou en globules à rayons divergens“ und erwähnt besonders das Vorkommen von den Farör. DE L'ISLE begreift in diese Gruppe jedenfalls unsern heutigen Desmin mit ein und sagt von dem Farörvorkommen aus, dass die Krystalle, welche die dort häufig erscheinenden, halbkugeligen Massen bilden, oft so weit ausgebildet sind, dass man sie als vierseitige Prismen erkennen kann mit zwei- oder vierflächiger Zuspitzung. Letztere werden jedoch in Folge des büscheligen Baues meist nur undeutlich wahrgenommen.

EMMERLING² beschreibt unser Mineral unter dem Namen „Blättriger Zeolith“ und „Strahlzeolith“ (WERNER). Er giebt eine Analyse von MEIER³ mit folgenden Resultaten:

Kieselerde	= 58,3 %
Thonerde	= 17,2 „
Kalkerde	= 6,6 „
Wasser	= 17,5 „
	99,6 %

HAÜY⁴ macht die Unterscheidung zwischen Stilbit und Mesotyp, welche man bis dahin vereinigt hatte. Dieser Forscher unterscheidet am Stilbit 5 verschiedene Formen, welchen er sämmtlich das gerade Prisma (das rhombische Prisma jetziger Bezeichnung) als Grundform unterlegt.

Seine erste Form, als „stilbite dodécaèdre“ bezeichnet, hat die Flächen M, T und r, welche beziehungsweise unsern heutigen Zeichen $\infty P \infty$ (010), 0P (001) und ∞P (110) entsprechen. Er misst an dieser Form:

$$\begin{aligned} r : r &= 123^{\circ} 32' \\ r : T &= 118^{\circ} 14' \\ r : M &= 123^{\circ} 53' \end{aligned}$$

Seine zweite Form, „stilbite épointée“ genannt, unter-

¹ Cristallographie t. II. pag. 43—47. 1783.

² EMMERLING, Lehrbuch der Mineralogie 1799. Bd. I. pag. 469 u. 473.

³ Beschäftigungen der Berliner Gesellschaft naturforschender Freunde. Bd. 4. pag. 330. 1779.

⁴ HAÜY, Traité de Minéralogie 1801. t. III. pag. 161.

scheidet sich von der ersten nur durch das Hinzutreten der kleinen Basis rhombischer Bezeichnung (jetzt $P\infty$ (101)).

Die dritte Form: „stilbite anamorphe“ und die vierte „stilbite octoduodécimale“ gehören dem späteren Heulandit der Engländer an.

FUCHS und GEHLEN¹ untersuchen den derben Blätterzeolith von Island und weisen nach, dass der durch HAÜY vom Stilbit abgetrennte Mesotyp dem Natrolith zuzurechnen ist. Der Mesotyp unterscheidet sich nach den Analysen der beiden Forscher besonders durch den grossen Gehalt an Alkali vom Stilbit, unserm heutigen Desmin.

BREITHAUP² trennt die bis dahin als Blätter- und Strahlzeolith vereinigte Gruppe in 2 selbstständige Abtheilungen und nennt den Blätterzeolith „Euzeolith“, während er für den Strahlzeolith den Namen „Desmin“ einführt.

BROOKE³ theilt im Jahre 1822 die Stilbitgruppe HAÜY's in ähnlicher Weise wie BREITHAUP ab und bezeichnet die blättrige Varietät mit dem Namen „Heulandit“, während er für den Strahlzeolith den HAÜY'schen Namen „Stilbit“ beibehält. Nach BROOKE umfasst die Stilbitgruppe die Varietäten der stilbites dodécaèdre und épointée HAÜY's, während der Heulandit mit den stilbites anamorphe und octoduodécimale dieses Forschers zusammenfällt. Als Grundgestalt beider Formen betrachtet BROOKE das gerade rhombische Prisma.

FRIEDRICH MOHS⁴ zählt auch den Desmin in die Spathgruppe und gibt ihm den Namen „prismatoïdischer Kuphonspath“, während der Blätterzeolith bei ihm „hemiprismatischer Kuphonspath“ heisst.

Im Jahre 1842 analysirte MOHS⁵ den Desmin von Farör, während MÜNSTER⁶ einige Jahre später eine Analyse des Desmins aus dem „Syenit“ der Umgegend von Christiania giebt.

¹ SCHWEIGGER's Journal für Physik und Chemie. Nürnberg 1813. pag. 353 ff.

² Handbuch der Mineralogie von HOFFMANN, fortgesetzt von A. BREITHAUP 1817. Bd. IV. b. pag. 40.

³ The Edinburgh Phil. Journ. Vol. 6. No. 11 u. 12. 1822. pag. 112 ff.

⁴ FRIED. MOHS, Grundriss der Mineralogie. Dresden 1824. II. Theil. pag. 272.

⁵ POGGEND. Annal. etc. Bd. 55. pag. 114. 1842.

⁶ a. a. O. Bd. 65. pag. 297. 1845.

Wie beim Harmotom erwähnt wurde, hat BREITHAUP¹ schon frühe die Mineralien Harmotom, Phillipsit und Desmin für „rhombisch-hemiëdrisch oder normal-tetartoëdrisch“ (nach der gebräuchlichsten Bezeichnung für triklin) gehalten.

Nach ihm sind einfache Krystalle nicht bekannt. Man hat den „Vierling“² dafür gelten lassen wollen, hat aber dabei den einspringenden Winkel von 177° übersehen, den die hemidomatischen Flächen mit einander bilden. Die Vierlingskrystalle entstehen nach BREITHAUP auf dieselbe Weise, wie es oben für die Harmotomkrystalle referirt wurde. Nur höchst selten kommen Achtlinge vor; vergl. darüber auch BREITHAUP, Mineralogie Bd. III. 1847. pag. 441. Gegen die Annahme, den Vierling als einfaches rhombisches Individuum anzusehen, erhebt BREITHAUP noch den etwas eigenthümlichen Einwand, dass bei dieser Annahme die vollkommenste Spalttrichtung makrodiagonal verlaufen würde, im Widerspruch mit allen bekannten Spaltungsgesetzen.

Interessant ist eine Notiz DUFRENOY's³ über den Stilbit, den Desmin unserer Auffassung. Dieser Forscher betrachtet das rhombische Prisma als Grundform der Stilbitkrystalle und giebt an, dass die École des Mines einen Stilbitkrystall besitze, welcher diese Urform repräsentire.

BROOKE und MILLER⁴ stellen am Desmin, welchen sie als rhombisch-holoëdrisch betrachten, zahlreiche Winkelmessungen an. Aus der Reihe derselben sei nur hervorgehoben, dass die Basis (jetzt $P\infty$ (101)) nach diesen Forschern mit der vorderen und seitlichen Endfläche je genau einen Winkel von 90° einschliesst; ebenso ist der Winkel der beiden letztgenannten Flächen = 90° .

SARTORIUS VON WALTERSHAUSEN⁵ liefert in seinem Werke „Über die vulkanischen Gesteine etc.“ eine neue Analyse des Desmins von Helgastadr am Eskifjord in Island, wo Kalk-

¹ BREITHAUP, Handbuch der Mineralogie 1847. pag. 440 ff.

² Durchkreuzungszwilling nach OP (001).

³ DUFRENOY, Traité de Minéralogie. 1e éd. 1847. t. III. pag. 433.

⁴ PHILLIPS, An elementary introduction to Mineralogy. London 1852. pag. 439. Neu herausgegeben von BROOKE und MILLER.

⁵ S. v. WALTERSHAUSEN, Über vulkanische Gesteine etc. Göttingen 1853. pag. 253 ff.

spathkrystalle vom Desmin umschlossen werden. Der genannte Autor giebt eine Übersicht der damals vorliegenden Analysen der verschiedenen Desminvorkommen und gelangt zu dem Schlusse: „Die Desmine bilden daher analog dem Feldspath eine Reihe von wasserhaltigen Doppelsilikaten, die aus der Mischung eines neutralen und basischen Salzes hervorgegangen sind.“ Der basische Desmin entspräche dem Anorthit, der neutrale dem Albit.

HAUGHTON¹ untersucht einen Desmin von Nerbudda-Valley in Hindostan chemisch und ist der Ansicht, man könne den Desmin (Stilbit der Engländer) als einen wasserhaltigen Kalkorthoklas ansehen, den Stilbit (Heulandit der Engländer) als einen wasserhaltigen Oligoklas.

DAMOUR² erhitzt den Desmin von Farör und kommt zu folgenden Resultaten:

Ein Gramm des Minerals, welches einen Monat in trockener Luft aufbewahrt wurde, verlor 0,0360 gr. Wasser.

1 gr. auf 100° eine Stunde lang erhitzt verliert 0,0130 gr.

1 „ „ 150° „ „ „ „ „ 0,1300 „

Bringt man nach dem Versuche das Mineral in die gewöhnliche Lufttemperatur, so hat sich der Verlust nach 5 Tagen auf 0,0301 gr. reducirt.

DES-CLOIZEAUX³ nimmt als Grundform das gerade rhombische Prisma mit einem Kantenwinkel von $94^{\circ} 16'$ an. Ausser den gewöhnlich auftretenden Flächen erwähnt er die Fläche $e\frac{2}{3}$ ($\frac{2}{3}P\infty$) (032), welche er an den Krystallen von Bergen Hill entdeckte.

DES-CLOIZEAUX findet $2E = 51^{\circ} 10'$ für rothes Licht und $2E = 52^{\circ}$ für Blau. Auch nahm er eine Dispersion der Axen mit $\rho < \nu$ wahr.

Im Jahre 1867 giebt KENNGOTT⁴ in seiner Arbeit „Über alkalische Reaction einiger Minerale“ auch vom Desmin an, dass das frische Pulver alkalisch reagire.

¹ The London, Edinburgh etc. Philos. Magaz. 4. ser. Vol. XIII. 1857. pag. 509 u. 510.

² Annales de Chimie et de Physique. 3e sér. 1858. pag. 442.

³ Manuel de Minéralogie 1862. pag. 416.

⁴ Dies. Jahrb. 1867. pag. 429.

DANA¹ trennt Stilbit und Hypostilbit. Ersterer unterscheidet sich von letzterem durch die grössere Basicität. Der Stilbit DANA's ist jedenfalls identisch mit dem, was heute in Deutschland Desmin genannt wird. Sein Hypostilbit dürfte wahrscheinlich ebenfalls nur als eine kieselsäurearme Varietät des Desmin aufzufassen sein; DANA giebt keine krystallographisch charakteristischen Unterschiede zwischen Stilbit und Hypostilbit an.

E. SCHMIDT² weist auf die grossen Schwankungen hin, die sich in den vorliegenden Desminanalysen in Bezug auf das Verhältniss von Basen und Säure ergeben. Er will derartige Abweichungen auf Verwachsung des Desmins mit anderen Zeolithen zurückführen. An Krystallen von Stromöe scheidet er die faserige Substanz, die er für fremdartig hält, aus und findet folgende Zusammensetzung der restirenden Substanz:

Si O ²	=	56,879 %
Al ² O ³	=	16,698 "
(und Fe ² O ³)		
Ca O	=	7,694 "
Mg O	=	0,028 "
Na ² O	=	1,389 "
H ² O	=	17,245 "
		99,933 %

RAMMELSBERG³ bringt eine Zusammenstellung der wichtigsten Desminanalysen der neueren Zeit.

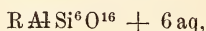
Nach seiner Berechnung ergeben sich daraus folgende Verhältnisse:

$$R : Al : Si = 1 : 1 : 6$$

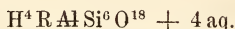
und

$$Si : H = 1 : 2$$

Die Desminformel würde sein:



oder, wenn man einen Theil des Wassers als chemisch gebunden betrachtet



In dieser Formel bezeichnet R entweder Ca oder Na², die sich vertreten.

¹ System of Mineralogy 1868. pag. 441—444.

² POGGEND. Annal. der Physik und Chemie. Bd. 142. Leipzig 1871 pag. 115.

³ Handbuch der Mineralchemie 1875. pag. 611 ff.

v. LASAULX¹ weist nach, dass gewisse Vorkommen des Desmins monoklinen Character zeigen und findet das entscheidende Criterium in der Abweichung der Hauptschwingungsrichtungen des Lichtes von der Richtung der c-Axe, welche in Schliften parallel $\infty P\infty$ (010) hervortritt. Die Abweichung betrug in v. LASAULX' Präparaten 4° bis 5° . Die erste Mittellinie liegt also nicht, wie DES-CLOIZEAUX angab, normal zur Fläche p, sondern bildet mit dieser einen Winkel von 85° bis 86° . v. LASAULX nahm die der monoklinen Auffassung entsprechende Änderung der Flächenzeichen vor und berechnete das Axenverhältniss, welches sehr gut mit demjenigen des Harmotoms und Phillipsits übereinstimmt.

Für gewisse besonders in Schliften parallel $\infty P\infty$ (010) an den Zwillingsgrenzen erscheinende Partien hat v. LASAULX die Bezeichnung „inverse Substanz“ eingeführt. Er sagt hierüber:

„Es mag daher die an dem Bau eines Krystalls betheiligte Substanz, wenn dieselbe in der Stellung sich befindet, dass ihre optische Orientirung mit der in den äusseren krystallographischen Verhältnissen bedingten optischen Lage übereinstimmt, als normale Substanz bezeichnet werden. Wenn aber dieselbe in einer abweichenden, wenn auch nach irgend einem bestimmbaren Gesetz verwendeten Stellung, für welche in der krystallographischen Form kein Hinweis zu erkennen ist, sich findet, so mag sie die Bezeichnung „inverse Substanz“ erhalten.“

Das Resultat seiner Arbeit fasst v. LASAULX dahin zusammen, dass die Desmine als Zwillinge monokliner Einzelformen aufzufassen sind, und dass Harmotom, Phillipsit und Desmin eine wohl characterisirte isomorphe Gruppe bilden.

Den Desmin betrachtet man also heute ebenfalls als monoklin und isomorph mit Harmotom und Phillipsit. Die scheinbar einfachen rhombischen Krystalle entstehen, wie bei diesen beiden Mineralien, durch Zwillingsbildung nach OP (001). Durchkreuzungszwillinge nach $P\infty$ (011) zweier Zwillinge nach OP (001) scheinen äusserst selten aufzutreten, werden aber von BREITHAUPt erwähnt. Der Winkel $\beta = 50^{\circ} 49'$; das Axenverhältniss $a : b : c = 0,7624 : 1 : 1,1939$ nach v. LASAULX.

¹ Zeitschrift für Krystallographie 1878. Bd. II. pag. 576 ff.

Die Ebene der optischen Axen ist parallel dem Klinopinakoid, der Axenwinkel 52° bis 53° . Die erste Mittellinie bildet, im stumpfen Axenwinkel a/c gelegen, mit der Klinodiagonale einen Winkel von $4\frac{1}{2}^{\circ}$ bis 5° . Nach v. LASAULX theilt sich am Aufbau des Desmins, wie auch des Harmotoms und Phillipsits neben der in regelrechter Stellung vorhandenen normalen Substanz auch solche (inverse), welche sich in einer ganz anderen optischen Stellung befindet als jene.

B. Untersuchungen am Desmin¹.

a. Oberflächenbeschaffenheit und Bauweise.

Die Länge der untersuchten Krystalle schwankte zwischen 3 bis 10 mm. und darüber, die Breite variierte zwischen 2 bis 5 mm., die Dicke zwischen $\frac{1}{2}$ bis 3 mm. Die längsten Desminkrystalle stammten von Berufjord; sie zeigten zugleich eine beträchtliche Dicke. Am North Table Mountain, Colorado, finden sich ziemlich grosse, aber dünne Blättchen, während die Krystalle von Andreasberg, Dumbarton in Schottland und Farör weniger lang, aber compacter gebaut sind und sich in Folge dessen zur Anfertigung mancher Präparate besser eignen wie die von North Table Mountain.

Zur Herstellung der Dünnschliffe wurden möglichst solche Krystalle ausgewählt, welche den bekannten büscheligen Bau der Desmine nur in geringem Grade aufwiesen.

b. Optische Untersuchungen.

α. Schliffe parallel $P\infty$ (101).

Diese Schliffe waren wegen der vollkommenen Spaltbarkeit der Krystalle nach $\infty P\infty$ (010) äusserst schwer herzustellen. Die meisten derselben verdanke ich der Geschicklichkeit des Herrn Mechanikers VOIGT hier, dem ich an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche.

Aus einem Krystalle wurde eine Serie von 3 Schliffen hergestellt.

Der erste dieser Schliffe (siehe Fig. 26) konnte bei oberflächlicher Betrachtung als Kreuzkrystall im Sinne des Har-

¹ Wegen der grösseren Übereinstimmung, welche die äussere Beschaffenheit wie auch der optische Befund der verschiedenen Desminvorkommen ergeben, habe ich es vorgezogen, an dieser Stelle keine Scheidung nach den Fundorten einzuführen.

motoms von Andreasberg erscheinen. Doch erwies sich bei genauer Beobachtung, dass diese Täuschung durch Partien bewirkt wird, die nach der Fläche $\infty P \infty$ (010) aufgelagert sind. Der ungefähr rechteckige Querschnitt zeigt bei äusserst geringer Dicke der Platte eine Viertheilung nach der Spur von OP (001) und der dazu senkrechten Richtung der Spur von $\infty P \infty$ (010). Je zwei nicht in einer Linie zusammenstossende Quadranten haben annähernd gleiche Lage der Auslöschungsrichtungen, welche im Natriumlicht einen Winkel von $4\frac{1}{2}^{\circ}$ bis 5° gegen die Kante von $\infty P \infty$ (010) bilden. Die Werthe dieser Winkel sind nicht in allen Quadranten genau dieselben, man nimmt vielmehr kleine Unterschiede wahr, deren Grösse allerdings schwer anzugeben ist. Es wurden daher von mir stets die Mittelwerthe jener Winkel notirt. An die Flächen von OP (001) legt sich jederseits ein kleiner Zwickel, welcher nahezu orientirt zur Kante dieser Fläche auslöscht. In der Richtung der Grenze parallel OP (001) verläuft durch die Mitte des Schiffs eine Zone, die aus vielen bunten Partikeln besteht.

Die Lage der Hauptschwingungsrichtungen ist in Fig. 26 näher bezeichnet. Ausserdem befindet sich im Innern des Schiffs eine fast rechteckige kleine rhombische Partie, deren Seiten eine Lage haben, wie sie den Durchschnittskanten des Schiffes parallel $P \infty$ ($\bar{1}01$) mit den Flächen von ∞P (110) entsprechen würde. Diese innere Partie wird in den Schriffen nach der Mitte des Krystalls zu stetig grösser, behält aber die Lage ihrer Kanten bei, so dass an eine beliebige Einlageung nicht gedacht werden kann. Die betreffende Partie hellt in dem von der Spitze entnommenen Schiffe bei einer vollständigen Umdrehung des Tisches nicht auf. In der zweiten Platte dieser Serie erscheint besagte Partie dagegen in der Richtung der Spur von OP (001) getheilt. Die obere Hälfte derselben (siehe Fig. 27) hat annähernd dieselbe Lage der Schwingungsrichtungen wie die Theile a, die untere Hälfte wie die Theile b. Auch die dritte Platte zeigt den inneren Rhombus. Eine Theilung desselben ist nicht zu erkennen. Die inneren Partien sind demnach Durchschnitte einer Pyramide, deren rhombische Basis im Centrum des Krystalls liegt, während die Spitze im Durchschnittspunkte der 4 Prismenflächen gelegen ist. Der in der

Richtung parallel $P\infty(\bar{1}01)$ geschliffene Desmin von North Table Mountain ergiebt ein ganz ähnliches Verhalten wie der von Andreasberg. Er zeigt dieselbe, wenn auch etwas undeutlichere Viertheilung nach den Grenzen parallel $OP(001)$ und $\infty P\infty(010)$; in stärkerem Maasse als bei jenem Vorkommen traten an den Theillinien die bunten unbestimmt auslöschenden Partien auf. Auch eine innere Partie von rhombischem Ansehen konnte unterschieden werden. Die Schiefe der Auslöschungsrichtungen gegen die Kanten von $\infty P\infty(010)$ beträgt im Durchschnitt $7\frac{1}{2}^{\circ}$ bis 9° im Natriumlicht. Deutliche Zwickel nach der Basis konnten nachgewiesen werden; die Auslöschungen derselben waren jedoch unbestimmt. Die Erscheinung des Desmins von Dumbarton in Schliffen parallel $P\infty(\bar{1}01)$ schliesst sich eng an die der Andreasberger Krystalle an. Die Viertheilung ist deutlich; auch die innere rhombische Partie fehlt nicht. Die Auslöschungsschiefe gegen die Kanten von $\infty P\infty(010)$ beträgt in allen Sektoren gleichmässig etwa 6° .

Die Desmine von Faröer geben in Platten parallel $P\infty(\bar{1}01)$ das gleiche mehrfach beschriebene Bild. Die Schiefe der Auslöschungsrichtung zur Spur von $\infty P\infty(010)$ steigt hier bis 9° im Maximum, während man an manchen Platten im Minimum 4° bis $4\frac{1}{2}^{\circ}$ misst. Die Lage der Hauptschwingungsrichtungen ist in allen diesen Präparaten dieselbe, wie sie in der Fig. 28 dargestellt wird.

β . Schliffe parallel $\infty P\infty(010)$.

Beim Desmin von Andreasberg erscheinen in Platten parallel $\infty P\infty(010)$ 4 Hauptfelder, abgetrennt durch strahlige Partien von wechselnder Auslöschung, welche parallel der Längserstreckung und normal dazu durch die Mitte der Platte verlaufen (siehe Fig. 29). Je zwei gegenüberliegende Theile a und a' resp. b und b' der Hauptfelder haben gleiche Lage der Schwingungsrichtungen und im spitzen Winkel β eine Schiefe der Auslöschung von etwa 5° gegen die Kante $OP(001)$ zu $\infty P\infty(010)$. Die übrigen Partien, an den Zwillingsgrenzen nach $OP(001)$ und $P\infty(\bar{1}01)$ auftretend, zeigen verschiedenes Verhalten. Entweder löschen sie in keiner Lage der Platte völlig aus, oder die einzelnen Partikel der Substanz haben annähernd dieselbe Lage der Hauptschwingungsrichtungen wie die Hauptfelder.

Ein Schliff des Desmin von North Table Mountain parallel $\infty P\infty$ (010) liess im Allgemeinen eine Viertelheilung nach den Grenzen parallel OP (001) und $P\infty$ ($\bar{1}01$) erkennen. Indess war der Krystall nicht völlig erhalten, daher kein vollständiges Bild desselben von dem Präparat zu erwarten war.

Es lässt sich dann noch (Fig. 30) eine Differenz wahrnehmen zwischen den Partien a und b einerseits und den sich anschliessenden Stücken a' und b' andererseits. Der Winkel, welchen die Auslöschungsrichtungen der Stücke a und b einschliessen, beträgt etwa 10° , derjenige der Stücke a' und b' nahe an 11° . Dieser geringe Unterschied in der Orientirung scheint auf den büscheligen Bau der Krystalle zurückgeführt werden zu müssen. Das an der Combinationskante $\infty P\infty$ (010) gelegene Feld c hat eine ähnliche Lage der Schwingungsrichtungen, wie das benachbarte Stück b', weicht aber um etwa $1\frac{1}{2}^\circ$ in seiner Orientirung von jenem ab. Die Theile a'' und b'', an der Zwillingsgrenze nach $P\infty$ ($\bar{1}01$) gelegen, ergeben einen Winkel der Hauptschwingungsrichtungen zu einander von durchschnittlich 8° .

Eine Platte des Desmins von Dumbarton zeigt zwei in Zwillingsstellung befindliche Partien, deren Auslöschungsrichtungen mit einander einen Winkel von $9\frac{1}{2}^\circ$ bis 10° einschliessen.

γ. Schiffe parallel OP (001).

Zwei aus einem Desminkrystall von Berufford in Island hergestellte Schiffe nach OP (001) ergaben Folgendes: Die von der Aussenfläche entnommene Platte (siehe Fig. 31) zeigte einen mittleren zur Kante $\infty P\infty$ (010) orientirt auslöschenden Streifen, während die beiden Seitentheile in ihren Auslöschungsrichtungen etwa $2,5^\circ$ von der Richtung der Combinationskante zu $\infty P\infty$ (010) abwichen. Ausserdem erblickt man, wie die Figur angiebt, noch eine kleinere Partie a', welche gleiche Lage der Auslöschungsrichtung hat, wie der obere Theil a. Allerdings ist die Platte nicht deutlich, in dem beim Phillipsit von Annerod angegebenen Sinne, in vier scharf geschiedene Stücke getheilt, sondern zeigt im Einzelnen noch mancherlei differente Theilchen.

Der aus der Mitte des Krystalls entnommenen zweiten Platte fehlt die orientirt auslöschende mittlere Partie. Den

grössten Theil der Platte nehmen zwei optisch deutlich differente Stücke ein, deren Auslöschungsrichtungen wiederum einen Winkel von etwa $4,5^\circ$ bis 5° mit einander einschliessen.

Ein ähnliches Verhalten wie das oben beschriebene ergeben auch die Schliffe, welche vom Desmin von Andreasberg und Farör nach der Fläche $OP(001)$ hergestellt sind. Es zeigten sich in Zwillingsstellung befindliche Partien, deren Auslöschungsrichtungen einen Winkel von 2° bis 4° mit einander einschliessen; bei einem Andreasberger Desmin stieg der Werth desselben sogar auf 6° bis 7° . Ein Theil dieser Abweichungen der Auslöschungsrichtungen aus der orientirten Lage zur Kante $\infty P\infty(010)$ ist wohl auf den büscheligen Bau der Krystalle zurückzuführen, durch welchen die einzelnen Spaltungsblättchen nach $\infty P\infty(010)$ starke Krümmungen erfahren.

c. Erwärmungsversuche an Desmindünnschliffen.

α. Schliffe parallel $\infty P\infty(010)$.

Eine Platte parallel $\infty P\infty(010)$ des Desmins von Farör zeigte vor dem Erwärmen bei gekreuzten Nicols eine Theilung in vier Hauptfelder, deren je zwei in den Kanten zusammenstossende in Zwillingsstellung standen und eine Auslöschungsschiefe von etwa 5° gegen die Kante $\infty P\infty(010)$ zu $OP(001)$ ergaben. Es wurden im Erwärmungsapparat zwei in Zwillingsstellung befindliche Felder beobachtet. Bei Erhöhung der Temperatur auf 110° zeigten beide Felder orientirte Auslöschung zu den Kanten von $OP(001)$. Bei einer weiteren Erhitzung auf etwa 140° hellten sich beide wieder auf, und es ergab sich, dass die Hauptschwingungsrichtungen jetzt die entgegengesetzte Schiefe zur Kante von $OP(001)$ hatten, wie vor dem Versuch. Beim Erkalten unter Wasserzufuhr trat die rückläufige Bewegung ein. Bei ungefähr 100° löschte die Platte orientirt zur Combinationskante von $OP(001)$ aus, und nach vollständigem Erkalten war die Lage der Hauptschwingungsrichtungen dieselbe wie vor der Erwärmung.

Der Desmin von Andreasberg führt ein ähnliches Verhalten vor. Die Platten parallel $\infty P\infty(010)$ erreichten in den Zwillingspartien bei einer Temperatur zwischen 130° und 155° die orientirte Lage der Hauptschwingungsrichtungen zu der

Kante von OP (001). Erst bei 165° war ein Übergehen jener Richtung in die der ursprünglichen entgegengesetzte Lage zu erkennen. Beim Erkalten trat bei annähernd gleichen Temperaturen die rückläufige Bewegung ein.

d. Ätzversuche am Desmin¹.

Als das beste Ätzmittel für den Desmin erwies sich die Flusssäure, und so habe ich mich nach einigen Versuchen mit anderen Ätzmitteln ausschliesslich auf ihre Anwendung beschränkt.

Der zunächst geätzte Desmin von Farör zeigte auf der in grosser Ausdehnung entwickelten Fläche von $\infty P\infty$ (010) in Bezug auf ihre Umrisse recht deutliche Ätzfiguren (Fig. 32). Sie erscheinen in Ellipsenform mit etwas excentrischem innern hellen Kern, der seinerseits von abwechselnd dunkeln und hellen Ringen eingeschlossen ist. Das Innere der Ätzfiguren war nicht von genügender Deutlichkeit, um daraus Schlüsse ziehen zu können, und so wandte ich meine Hauptaufmerksamkeit der Lage der Ätzfiguren zu den Begrenzungselementen zu.

Auf der Ebene $\infty P\infty$ (010) bildete die Längserstreckung der Ätzfiguren einen durchschnittlichen Winkel von circa 15° zu der Kante von OP (001) und die Ätzfiguren lagen auf zwei benachbarten Quadranten in verwendeter Stellung. Auf der Basis fand ich die Ätzfiguren annähernd symmetrisch liegend in Bezug auf die Spur von OP (001).

Die Prismenflächen zeigten nur sehr undeutliche Ätzfiguren.

Die Ätzversuche an Desminkrystallen anderer Fundorte, z. B. von Andreasberg, Lancerota (Canar. Inseln), North Table Mountain führten im Wesentlichen zu denselben Resultaten.

Eine wesentlich abweichende Erscheinung boten einige isländische Vorkommen, sowohl die Krystalle von Beruffjord, welche mir aus der hiesigen Sammlung zur Verfügung standen, als auch einige von Herrn Mineralienhändler KEMNA hier selbst bezogene Krystalle, die einfach als von Island stammend bezeichnet waren. Die Ätzfiguren zeigten bei diesem

¹ Beim Harmotom und Phillipsit erwies sich, wie schon BAUMHAUER für ersteres Mineral hervorgehoben hat, die Ätzmethode als wenig brauchbar; daher wurde für diese Mineralien gänzlich von ihr Abstand genommen.

Vorkommen in ihrer Längserstreckung annähernd orientirte Lage zu der Spur von OP (001) auf der Fläche des Klinopinakoids.

Schlussbetrachtung.

Fasst man das zusammen, was vorliegende Beobachtungen lehren, so zeigt sich, dass in Harmotom-, Phillipsit- und Desmainschliffen parallel $P\infty$ (I01), also in aus der Zone der Orthodiagonale entnommenen Platten, Abweichungen der Hauptschwingungsrichtungen des Lichtes von der der b-Axe parallelen Richtung auftreten, welche beim Phillipsit von Nidda einen Werth von $12,5^\circ$ erreichen. Dazu kommt, dass in allen nach OP (001) geschnittenen Platten optische Differenzen verschiedener Felder beobachtet wurden, welche in einigen Fällen, wie beim Phillipsit von Annerod (vergl. Fig. 22) eine vollständige Viertheilung der Platte bewirken.

Man erkennt also, dass die Krystalle unserer Gruppe den Anforderungen des monoklinen Systems in Strengen nicht genügen, sondern, wie sie sich jetzt darbieten, namentlich im optischen Sinne, triklin sind.

Zu derselben Ansicht bekannte sich, wie oben gesagt, schon BREITHAUPT auf Grund geometrischer Untersuchungen. Der complicirte Bau der Krystalle und die damit zusammenhängende Ungenauigkeit der Winkelmessungen machten indess den Beweis von der geometrischen Seite her schwierig, wenn nicht unmöglich, und so kam BREITHAUPT's Auffassung nicht zur Geltung.

Sehr viel gefestigter steht heute dieselbe Behauptung, gestützt auf die Resultate der optischen Untersuchung da; indessen ist auch dabei nicht zu verkennen, dass diese Untersuchungsmethode gewisse abnorme Erscheinungen zu Tage treten lässt, für welche eine vollgültige Erklärung bis jetzt noch fehlt.

Dahin gehören vor Allem die grossen Schwankungen in der Lage der optischen Axenebene (in Schliffen parallel $\infty P\infty$ (010) vergl. Fig. 8, 17, 28) innerhalb solcher Felder, welche auch bei Annahme des triklinen Systems dieselbe Lage der Auslöschungsrichtungen zeigen müssten.

Die in den Fig. 3 und 4 dargestellten, aus einem Har-
motomkrystall entnommenen Schliffe nach $\infty P\infty$ (010) ergeben
nach der Krystallmitte zu ein Anwachsen der Auslöschungsschie-
fen gegen die Spur von OP (001) von 17° auf 27° . Auch
in Schliffen parallel $P\infty$ (101) wurden derartige Differenzen
von STADTLÄNDER an Phillipsiten vom Stempel bei Marburg
vorgefunden, bei welchem Vorkommen in der Richtung vom
Pole nach dem Krystallmittelpunkte ein Anwachsen der Aus-
löschungsschiefen gegen die Spur von OP (001) von 3° auf 10°
constatirt werden konnte. Letztere Abnormitäten könnten
mit einem Wechsel in der chemischen Zusammensetzung zu-
sammenhängen.

Es kommt aber hinzu, dass in allen untersuchten Prä-
paraten auch eine innige Beziehung der Begrenzungselemente
zu der optischen Structur zu Tage tritt. Vielfach erblickt
man ferner einen zonalen Bau der Krystalle im besonderen
in den Randpartien, während die Zwickelbildung und der zo-
nale Aufbau die centralen Theile nicht erreichen.

Will man auf Grund dieser letzteren Erscheinungen die
trikline Gleichgewichtslage nicht als die ursprüngliche ansehen,
sondern dieselbe auf secundäre Einwirkungen zurückführen
und den Mineralien unserer Gruppe ein System höherer Sym-
metrie als das der ersten Anlage zu Grunde legen, so bleibt
das quadratische System wohl deshalb ausgeschlossen, weil
mit demselben die äussere Formanlage nicht ungezwungen
vereinbar ist; es braucht z. B. nur auf die Flächen „s“ HAÛY'S
($\infty P\infty$ (100)) hingewiesen zu werden, welche an den Krystall-
polen nur in Zweizahl auftreten. Dagegen würde das rhom-
bische System in Frage kommen können, da die ganze äussere
Flächenanlage eine rhombische ist¹. Aus der Annahme des
ursprünglich monoklinen Systems würde sich der Übergang
in die trikline Gleichgewichtslage natürlich am leichtesten
darstellen lassen.

Die BRAUNS'schen Untersuchungen an Alaun² könnten
möglicher Weise für die Entscheidung der vorliegenden Frage
auch von Bedeutung sein. Sie zeigen, dass Alaunkrystalle,

¹ Die Erscheinungen auf $\infty P\infty$ (010) jetziger Auffassung, vergl.
pag. 90, könnten als von Vicinalflächen herrührende gedeutet werden.

² R. BRAUNS, dies. Jahrb. 1885. Bd. I. pag. 96 ff.

welche aus isomorphen Mischungen aufgebaut werden, nicht isotrop erscheinen, während die frei von isomorphen Mischungen befundenen Krystalle optisch unwirksam sind.

Da man heute auch für unsere Gruppe eine Zusammensetzung aus isomorphen Mischungen annimmt, so kann man die Vermuthung aussprechen, dass ein ähnlicher Zusammenhang zwischen der optischen Structur von Harmotom, Phillipsit und Desmin und ihrer chemischen Zusammensetzung aus isomorphen Mischungen bestehen möge, wie er für den Alaun nachgewiesen wurde.

Was schliesslich die Erwärmungsversuche unter und mit Ausschluss von Wasserzufuhr anlangt, so geben dieselben keinen Hinweis ab, ob die trikline Gleichgewichtslage, wie sie bei der optischen Untersuchung zu Tage tritt, als secundär zu betrachten sei.

Es muss daher dieser Theil der Frage, ob das sich hier zeigende trikline System auch das der ersten Anlage sei, noch als offen betrachtet und seine Lösung der Zukunft anheimgestellt werden.

Wie man sich auch den Aufbau der Krystalle unserer Gruppe denken möge, ob man sie aus triklinen Einzelindividuen primär aufgebaut denkt, oder ob man sie aus Individuen höherer Symmetrie entstehen lässt, welche durch secundäre Umstände ihre Symmetrie verloren haben, im optischen Sinne erscheinen Harmotom, Phillipsit und Desmin heute triklin.

Allerdings findet eine so grosse Annäherung an die monokline Gleichgewichtslage statt, dass die das trikline System ergebenden Erscheinungen theilweise bis jetzt übersehen wurden.

Bei Annahme des triklinen Systems erfolgt die Bildung der Zwillingskrystalle für Harmotom, Phillipsit und Desmin nach folgenden Gesetzen:

1. Die einfachste, vorhandene Form ist der Durchkreuzungs-Vierling, bei welchem die Flächen $\infty P \infty$ (010) und OP (001) als Zwillingsebenen fungiren. Fast sämmtliche Desminkrystalle, die meisten Harmotome von Strontian und ein Theil der Andreasberger und Obersteiner Harmotome zeigen diese Form.

2. Zwei solche Vierlinge verbinden sich nach der Fläche $P\infty$ (011) als Zwillingssebene zu einem Achtling. Dieser liefert, wie es scheint, beim Phillipsit die einfachste, vorkommende Form, lässt aber an diesem Mineral wie auch beim Harmotom von Oberstein die einspringenden Winkel häufig vermissen. Typisch ist die Kreuzform für die grössere Anzahl der Andreasberger Harmotome.
3. Schliesslich können drei Achtlinge nach ∞P (110) als Zwillingssebene zu einem Vierundzwanzigling verwachsen. Diese Formen erscheinen als Rhombendodekaeder-ähnliche Kristallcomplexe und wurden sowohl am Harmotom von Andreasberg, als am Phillipsit vom Stempel bei Marburg und anderen Fundorten beobachtet.

So erscheint unsere Gruppe als eine der interessantesten des Mineralreichs. Es entstehen durch mehrfache Zwillingsverwachsungen Gebilde, welche einer höheren Symmetrie zu entsprechen scheinen und rhombische, quadratische, ja selbst reguläre Formen nachahmen.

Berichtigungen.

In diesem Jahrbuch 1886 Bd. II muss es p. 88 Z. 14 u. folgende von oben heissen:

„Es lag hier also ebenfalls ein kalkhaltiger Harmotom vor, wie der von Annerod bei Giessen, welchen WERNEKINCK untersuchte; vergl. auch dies. Jahrb. 1877 p. 103.“

~~1886. II. p. 37 Z. 3 v. u. lies rechts statt links.~~

„ „ „ 45 „ 7 v. u. lies Levu statt Leon.

„ „ „ 16 „ 6 v. u. ergänze: ein * neben der laufenden Nro. bedeutet, dass die Tabelle p. 22 eine Analyse des Vorkommens enthält.

„ „ „ 20 Anmerkung 1 lies A. E. statt E. A.

„ „ „ 50 Z. 10 v. oben lies □ km. statt km.

„ „ „ 209 „ 9 „ „ ergänze: $\beta = 84^{\circ} 16,5'$.

„ „ „ 340 „ 6 „ „ lies p. 126 statt p. 26.

„ „ „ 340 „ 5 u. 24 v. oben lies Utahit statt Uthait.

„ „ „ 353 „ 15 v. u. lies l'hypo- statt l'hygro-.

„ „ „ 355 „ 3 v. u. ergänze hinter werden: „durch“.

„ „ „ 397 „ 14 v. u. lies W. LEVIN statt KRUMME.

„ „ „ 370 „ 4 v. u. lies auslöscht statt ausgelöscht.