

Mineralogische Mittheilungen IV.

Von

Herrn Professor Dr. Carl Klein

in Heidelberg.

(Mit Tafel I.)

12. Die optischen Eigenschaften des Sulzbacher Epidot.

Wenn man die Literatur mit Rücksicht auf die optischen Verhältnisse der Mineralgattung Epidot durchgeht, so begegnet man sehr verschiedenen Angaben über dieselben. Einzelne dieser Angaben haben sich im Laufe der Zeit als irrig erwiesen, die Verschiedenheit anderer findet wohl ihre Erklärung in der ungleichartigen chemischen Constitution des untersuchten Materials, dessen bisher nicht häufiges Vorkommen in guten Krystallen die Unvollständigkeit weiterer Daten erklärt.

Die neuen Erfunde im oberen Theil des Untersulzbachthals erlauben eine Prüfung und Vervollständigung der bisher gewonnenen Resultate, was um so wichtiger ist, als von den Krystallen dieses Fundorts nunmehr genau die chemische Constitution und im Allgemeinen auch die krystallographischen Verhältnisse bekannt sind. Man sollte nach der Schönheit und äusseren Formvollendung der Sulzbacher Epidote glauben, auf eine entsprechende homogene Bildung ihres Innern schliessen zu dürfen, jedoch ist dies keineswegs der Fall: wahrhaft einheitlich gebildete Krystalle gehören zu den grossen Seltenheiten und die vollendetste Bildung der Begrenzungselemente gestattet keinen Schluss auf die Homogenität des Innern. In Folge dieser Umstände stösst die optische

Erforschung nicht selten auf erhebliche Schwierigkeiten und es werden öfters abweichende Resultate gewonnen. —

Der eigentlichen Untersuchung erlaubt sich der Verfasser eine Darstellung des bis jetzt über die optischen Verhältnisse des Epidot Bekannten vorzuschicken und ist in diesem Abschnitt, so weit ihm die Literatur zu Gebote stand, bemüht gewesen, ein Bild des bisherigen Standes unserer Kenntnisse zu geben.

Die ersten optischen Untersuchungen über Epidot, denen eine wissenschaftliche Bedeutung zukommt, sind von BREWSTER¹ angestellt worden. Er bestimmte den Winkel der optischen Axen zu $84^{\circ} 19'$, die Brechungsexponenten $\alpha = 1,703$, $\gamma = 1,661$ ² und erkannte, neben dem Wechsel der Färbung des Minerals in verschiedenen Richtungen, bereits dessen durch Absorption gewisser Lichtstrahlen und Zwillingsbildung bedingte Eigenschaft, die optischen Axen ohne Polarisationsapparat zu zeigen³. Krystalle der Art nannte HERSCHEL⁴ „idiocyclophanische“. — Über die Beziehungen der optischen Constanten zu den krystallographischen Elementen scheint BREWSTER keine Angaben gemacht zu haben, denn schon MILLER⁵ beklagt sich hierüber und sucht das Fehlende zu ergänzen. Dieser Forscher bestimmte die Neigung der einen optischen Axe in Luft zur Normalen der Fläche r⁶ zu $80^{\circ} 50'$, die Neigung der anderen zur Normalen der Fläche M zu

¹ HERSCHEL. Vom Licht, übersetzt von SCHMIDT 1831, p. 650 und 666. Die Originalarbeiten BREWSTER's sind mir leider theilweise nicht zugänglich gewesen.

² Bezüglich der Bezeichnung der Brechungsexponenten, optischen Axen u. s. w. schliesse ich mich DESCLOIZEAUX, Mémoire sur l'emploi du microscope polarisant. Paris, 1864, an.

³ BREWSTER. On the absorption of polarised light by doubly refracting crystals. Phil. Transact. London, 1819, p. 19 u. f. — Danach sind die Angaben von SCHRAUF, Phys. Min. 1868, Bd. II, p. 284 und ROSENBUSCH, Mikr. Physiographie, 1873, p. 98 zu berichtigen.

⁴ HERSCHEL l. c. p. 616.

⁵ MILLER. On the position of the axes of optical elasticity in crystals, belonging to the oblique prismatic system. Cambridge Transact. 1835. Bd. V, p. 431 u. f.

⁶ Die Buchstabenbezeichnung ist, wenn nicht ausdrücklich das Gegenheil angegeben ist, die von KOKSCHAROW, Mater. z. Min. Russl. 1858, Bd. III, p. 274 u. 275 gebrauchte.

31° 50'. Der mittlere Brechungsexponent, nur annähernd bestimmbar, wegen der starken Absorption, die der betreffende Strahl erleidet, wird zu 1,7 angegeben und hiermit die obigen Neigungen im Innern des Krystalls zu 5° 11' und 18° 5' berechnet, woraus, unter Annahme der von MOHS gegebenen Krystallwinkel $T:r = 128^{\circ} 19'$ und $T:M = 115^{\circ} 30'$, die Neigungen beider Axen zur Normalen auf T fast gleich und jede zu 46° 30' folgen. Hieraus ergibt sich der spitze Axenwinkel zu ca. 87° und das Zusammenfallen der ersten Mittellinie mit der Axe der Zone T:P, ein Resultat, auf das besonderes Gewicht gelegt wird, was aber, wie spätere Untersuchungen gezeigt haben, nicht richtig ist. Aus der Projection ist ersichtlich, dass die Ebene der optischen Axen parallel P ist, ihre Lage ist überdies durch die zwei in ihr verlaufenden Normalen auf r und M fixirt.

In HERSCHEL's oben angeführtem Werk, dem BREWSTER's Angaben entnommen, ist der Charakter der Doppelbrechung nicht ausdrücklich angegeben, wiewohl er BREWSTER aus der Bestimmung der Brechungsexponenten bekannt sein musste; derselbe findet sich indessen bei RADICKE ⁷, woselbst der Epidot richtig unter die negativen Krystalle gestellt wird. Neben BREWSTER's Daten wird dann noch der Axenwinkel nach MARX zu 87° 19' angegeben.

Die pleochromatischen Verhältnisse hat HAIDINGER ⁸ an vielen Varietäten untersucht und deren Flächen- und Axenfarben festgestellt. Bezüglich der Absorption fällt mir die Angabe auf, dass „vorzüglich die Farbe der Axe a zurückbleibt und vorzugsweise absorbirt wird.“ An den mir zu Gebot stehenden Epidoten ist immer der in der Ebene der Symmetrie polarisirte, parallel der Axe der Symmetrie schwingende Strahl der am meisten absorbirte. In HAIDINGER's Beobachtungsweise ausgedrückt, würde dies die „Farbe der Queraxe c“ sein.

In späteren Arbeiten wiederholt MILLER ⁹ seine früheren Beobachtungen und bemerkt, dass in der Richtung der optischen

⁷ RADICKE. Handbuch der Optik, 1839. Bd. II, p. 441.

⁸ HAIDINGER. Über den Pleochroismus der Krystalle. Abh. d. böhm. Ges. d. Wiss. V. Folge. Bd. 3, 1845.

⁹ Elementary introduction to Mineralogy by the late W. PHILLIPS. New Edition by BROOKE and MILLER 1852, p. 308.

Axen durch einen Krystall von Epidot gesehen, diese als dunkle, durch einen hellen Streifen getrennte Büschel erscheinen.

Wir finden ferner die von BREWSTER, MILLER und MARX gemachten Angaben reproducirt in BEER's Einleitung in die höhere Optik 1852 und in der Übersetzung der MILLER'schen Krystallographie von GRAILICH 1856. In ersterem Werke wird, pag. 391, besonderes Gewicht darauf gelegt, dass beim Epidot die erste Mittellinie mit der Axe der Zone T : P zusammenfalle. —

Weiter führt DESCLOIZEAUX in seiner Abhandlung: De l'emploi des prop. opt. biréfr. Ann. des Mines 1857, B. XI, p. 309 den Epidot auf, versetzt ihn jedoch fälschlich unter die positiven Krystalle und gibt die Lage der zweiten Mittellinie unrichtig an, indem wir finden: „bissectrice normale à $a^2 = 1$ de MILLER“, was heissen sollte: „ $h' = t$ de MILLER“. — Dieser Irrthum ist ebenfalls in die Mineralogie von QUENSTEDT 1863, p. 284 übergegangen.

KENNGOTT¹⁰ erwähnt 1860 die Brauchbarkeit der Epidote, in ähnlicher Weise wie Turmaline, zu Polarisationsapparaten.

In der ersten Fortsetzung der Min. Mitth. von G. VOM RATH¹¹ ist eine Bestimmung des Trichroismus und der Lage der Hauptschwingungsrichtungen, ausgeführt von Prof. BEER am Epidot vom Zillerthale, enthalten. Bezüglich letzterer wird zwar MILLER's Angabe bestätigt, beide Angaben sind jedoch, wie wir gleich sehen werden, unrichtig und es findet damit auch die Frage nach den mit diesen Hauptschwingungsrichtungen zusammenfallenden rechtwinkeligen krystallographischen Axen ihre Beantwortung.

In demselben Jahre zeigte nämlich DESCLOIZEAUX¹², dass der Epidot ein hervorragendes Beispiel für die geneigte Dtsperision abgibt, und demnach die Mittellinien für die verschiedenen Farben nicht zusammenfallen und zudem für keine Farbe der Zonenaxe T : P parallel gehen.

Es werden in dem angeführten Werke von DESCLOIZEAUX zuerst die älteren, nunmehr richtig aufgenommenen Beobachtungen MILLER's citirt, sodann die eigenen angefügt.

¹⁰ KENNGOTT. Übers. d. Resultate der mineralogischen Forschungen im Jahre 1858, p. 98.

¹¹ Pogg. Ann. Bd. 115. 1862, p. 480.

¹² DESCLOIZEAUX, Manuel de Minéralogie, T. I. Paris 1862, p. 248.

Vollkommen wahr sind die Bemerkungen über die Schwierigkeiten der Untersuchung und das Schwankende der Resultate; an Krystallen desselben Fundortes beobachtet, erklärt sich dies durch gestörte innere Bildung.

Ein schöner Krystall von Nord-Carolina ergab die Neigungen der ersten Mittellinien, die negativ waren,

zur Normale von M	zur Normale von T (vorn)
= p DESCLOIZEAUX	= h' (antérieur) DESCLOIZEAUX
27° 47'	36° 46' für rothe Strahlen
27° 9'	37° 24' für grüne Strahlen
26° 43'	37° 50' für blaue Strahlen.

Leider hatte sich in diese Daten ein verhängnissvoller Irrthum eingeschlichen, den jedoch DESCLOIZEAUX selbst erkannt und berichtigt hat ¹³; es sollte nämlich heissen:

Neigungen der ersten Mittellinien zur Normale von T (vorn)
= h' (antérieur) DESCL.

92° 20' f. rothe Strahlen

91° 42' f. grüne Strahlen

91° 16' f. blaue Strahlen.

DESCLOIZEAUX macht nun noch folgende Angaben:

Dispersion der Axen = 0.

$2H_a = 94^\circ 6'$, $\beta = 1,748$, daraus $2V_a = 75^\circ 46'$ für rothe Strahlen.

In dem an der Normale von M = p DESCL. gelegenen System ist, in diagonaler Stellung der Platte, die den Axenpunkt durchziehende Hyperbel aussen blau, innen roth gefärbt, die Farben sind lebhaft, die Ringe etwas oval; in dem an der Normale von r = a¹ DESCL. gelegenen System beobachtet man dagegen an der Hyperbel innen eine blaue, aussen eine rothe Färbung, die Farben sind etwas blässer, die Ringe fast kreisrund.

Wenn man diese Angaben mit den nunmehr richtig gestellten Stauroskopbeobachtungen vergleicht, so stehen beide im Widerspruch. Denn während die Stauroskopbeobachtungen ausagen, dass die erste Mittellinie der blauen Axen weniger gegen die Normale von M = p DESCL. geneigt sei, als die erste Mittellinie der rothen, ist aus den Färbungen der Hyperbelsäume

¹³ Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux. 1868, p. 642.

das Gegentheil zu schliessen. Ist also nicht etwa die Dispersion in Öl eine andere, als im Krystall, so muss eine der beiden Beobachtungen DESCLOIZEAUX's unrichtig sein.

Wir finden nun weiter angeführt:

Beobachtet an einem Krystalle von unbekanntem Fundorte:

$$2H_a = 92^\circ 1', \beta = 1,753, \text{ daraus } 2V_a = 74^\circ \text{ Roth's Licht.}$$

Diese Angaben stimmen recht gut mit den Resultaten der später mitzutheilenden Untersuchungen an den Sulzbacher Epidoten.

Ferner:

$$2H_o = 115^\circ 20', \beta = 1,720; 2V_a = 87^\circ 49' \text{ Roth's Licht.}$$

Diese Beobachtung, gemacht an einem Krystalle aus der Schweiz, weicht stark ab, beweist jedoch, da sie durch Controlbeobachtungen feststeht, dass der optische Axenwinkel nach dem Fundort und der chemischen Constitution des Materials variirt. Sodann gedenkt DESCLOIZEAUX noch des Pleochroismus der Substanz und erwähnt das Axenbild, was die Krystalle ohne Polarisationsvorrichtung in der Richtung ihrer optischen Axen zeigen. In der letzterwähnten Abhandlung: „Nouvelles recherches“ wird endlich das Verhalten des Minerals bei Temperaturerhöhung besprochen und ein geringer Einfluss derselben auf die Grösse des Axenwinkels constatirt.

In einer vorläufigen Mittheilung gibt BREZINA¹⁴ die Orientirung der Hauptschwingungsrichtungen nach der ersten, irrigen Mittheilung von DESCLOIZEAUX an, in Folge davon ergibt sich denn auch eine der Wirklichkeit nicht entsprechende Lage der optischen Axen u. s. w. Auf diese Verwechslung hat unterdessen bereits ROSENBUSCH in seinem äusserst schätzbaren Werke: „Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien 1873“, pag. 337, aufmerksam gemacht; jedoch ist hier noch durch einen Druckfehler die Lage der einen optischen Axe nahe senkrecht zu $\infty P \infty$ angegeben, was in $+P \infty$ zu verbessern ist, wie ja aus des Autors eigenen Darlegungen folgt. Bezüglich der aus DESCLOIZEAUX's Mineralogie entnommenen Daten gilt das weiter oben Gesagte. —

Übergehend zu den optischen Untersuchungen am

¹⁴ Die Sulzbacher Epidote im Wiener Museum. Min. Mitth., gesammelt von Tschermak 1872, Heft 1.

Sulzbacher Epidot will ich nicht unterlassen zu bemerken, dass dieselben mit den von GROTH angegebenen Instrumenten ¹⁵ die auch bei dieser Gelegenheit sich als sehr zweckmässig erwiesen, angestellt wurden.

Zur Herstellung der verschiedenen Lichtarten diente rothes und grünes Glas und eine Natronflamme.

Die Brechungsexponenten des zu einigen Untersuchungen verwendeten Mandelöls wurden vermitteltst eines Flüssigkeitsprisma's bestimmt und ergaben folgende Werthe:

1,47062 Roth

1,47220 Gelb

1,47475 Grün.

Orientirung der Hauptschwingungsrichtungen ¹⁶.

Bringt man eine senkrecht zur Symmetrieaxe geschnittene Platte aus Epidot zwischen zwei auf Dunkelheit gestellte Nicol'sche Prismen, so tritt das Maximum der Verdunkelung ein, wenn die Kante T : P annähernd in die Polarisationssebene des einen der beiden Nicol fällt. Der nahe senkrecht zu T : P polarisirte Strahl ist gelb, der nahe parallel dieser Kante polarisirte Strahl ist grün gefärbt. Die Stauroskopbeobachtungen lassen sich, der geringeren Absorption des betreffenden Strahles wegen, in ersterer Richtung am besten vornehmen.

Untersucht man eine dünne, parallel der Ebene der Symmetrie geschliffene Platte mit einem compensirenden Quarzkeil, so findet man, dass nahe parallel der Kante T : P die grössere Hauptschwingungsrichtung α , also nahe senkrecht zu T : P die kleinere ϵ , verläuft.

Mit Hülfe des GROTH'schen Stauroskops wurde nun die Lage der kleineren Hauptschwingungsaxe gegen die Richtung der Kante M : P, zunächst für weisses Licht, bestimmt. Es ergab sich im Mittel ein Werth von:

28° 10'.

Daraus folgt, dass die kleinere Hauptschwingungsrichtung mit der Kante T : P einen Winkel von:

¹⁵ Pogg. Annalen Bd. 144, p. 34 u. f.

¹⁶ Bezüglich des Ausdrucks „Hauptschwingungsrichtung“ an Stelle des sonst üblichen „Elasticitätsaxe“ vergl. GRAILICH und v. LANG, Wien. Acad. 1858. Bd. 33, p. 369 u. f.

92° 46'

bildet, denselben gegen die Kante M : P hin gekehrt.

An drei hinlänglich dünn geschliffenen Platten wurden ferner die Lagen der kleineren Hauptschwingungsrichtungen für rothes und grünes Licht so genau als möglich ermittelt; es ergaben sich für dieselben Voraussetzungen wie im vorigen Falle die Werthe:

28° 20' für Roth (Schwankungen 27° 50' — 28° 30')

27° 50' für Grün (Schwankungen 27° 20' — 28° 5').

Daraus folgen die Neigungen derselben Axen zur Kante T : P

= 92° 56' für Roth

= 92° 26' für Grün,

diese Winkel wieder gegen M hin gekehrt. Die Neigungen zu den übrigen krystallographischen Elementen lassen sich danach leicht aus Fig. 1 ersehen.

Diese Beobachtungen stehen also mit DESCLOIZEAUX'S directen Messungen der Hauptsache nach im Einklang, wenn auch die Zahlenwerthe etwas abweichen.

Die Stauroskopbeobachtungen weisen sonach mit Sicherheit darauf hin, dass die Hauptschwingungsrichtungen für verschiedene Farben nicht in Bezug auf die Kante T : P orientirt sind, eine Beziehung, die MILLER und BEER, für mittlere Farben wenigstens, glaubten aus ihren Beobachtungen ableiten zu können. Zieht man die Zwillinge mit in Betracht, so hat man in Platten, senkrecht zur Axe der Symmetrie geschnitten (natürliche SENARMON'T'sche Doppelplatten), ein sehr gutes Mittel sich von dem Nichtzusammenfallen der betreffenden Hauptschwingungsrichtungen mit dem krystallographischen Elemente, in diesem Falle der parallel den Kanten T : P verlaufenden Zwillingsgrenze, zu überzeugen. Der Abstand der zwei Hauptschwingungsrichtungen in den Zwillingen beträgt für weisses Licht circa 5—6°, ist also schon zwischen gekreuzten Nicol, unterstützt durch den Contrast in beiden Bildern, fühlbar.

Wenn allerdings, wie es bei Zwillingen anderer Krystalle vorkommt, die Richtungsunterschiede der Hauptschwingungsrichtungen von der Zwillingsgrenze auf geringe Grössen herabsinken, so kann die Unterscheidung, ob eine Hauptschwingungsrichtung einer Kante oder Fläche parallel gehe oder nicht, schwierig werden.

In solchen Fällen empfiehlt es sich im GROTH'schen Stauroskop die BREZINA'sche Doppelplatte durch eine Platte aus rechts oder links drehendem Quarz, senkrecht zur optischen Axe geschnitten und 3,75 Mm. dick, zu ersetzen. Auf die Quarzplatte fällt durch den unteren Nicol polarisirtes Licht; durch Drehen des oberen können die verschiedenen, durch die Circularpolarisation der Platte erzeugten Farben hervorgebracht werden. Wird nun zwischen den unteren Nicol und die Quarzplatte eine aus einem Zwilling geschnittene Platte gebracht, so werden sich der Ton der Quarzplatte und die Farbe der Zwillingsplatte zu einer Mischfarbe zusammensetzen, die sich beim Drehen des Präparats zwar ändert, jedoch in beiden Hälften des Zwillings stets in ungleicher Weise.

Sind in der Zwillingsplatte die Hauptschwingungsrichtungen der Individuen auch noch so wenig von der Orientirung senkrecht und parallel der Zwillingsgrenze abweichend, so wird beim Drehen doch stets der Unterschied in der Färbung der Individuen zu bemerken sein.

Streng genommen kann beim Drehen gleicher Farbenwechsel dann nur stattfinden, wenn die Hauptschwingungsrichtungen genau senkrecht und parallel der Zwillingsgrenze sind. Wir haben also hierdurch ein sehr empfindliches qualitatives Mittel, um zu entscheiden, ob in Wahrheit eine Hauptschwingungsrichtung einer Fläche parallel gehe oder nicht. Offenbar wird sich dasselbe zur Systembestimmung mit verwenden lassen¹⁷, indem man nach der betreffenden Fläche einen künstlichen Zwilling herstellt und denselben in angedeuteter Weise untersucht. Für weisse Krystalle ist der purpurviolette Ton der Platte (*teinte de passage*) der empfindlichste; bei gefärbten kann man leicht den Grundton der Quarzplatte durch Drehen des oberen Nicol variiren und so der Farbe der zu untersuchenden Platte anpassen.

Gehen wir zur Untersuchung der pleochromatischen

¹⁷ Zweckmässig angewandt, wird diese Methode auch in der mikroskopischen Petrographie von Nutzen werden können, besonders wenn es sich darum handelt, das Vorhandensein schwach doppeltbrechender Substanzen nachzuweisen. Zu diesem Zwecke sind jedoch schon von BRAVAIS, Pogg. Ann. Bd. 96, p. 395, ähnliche Mittel und Wege angegeben worden.

Verhältnisse über, so finden wir in einem Parallelopipedon, dessen Flächen senkrecht zu den drei Hauptschwingungsrichtungen stehen, folgendes (Fig. 2):

1. Der Ton der Fläche, die senkrecht zu a steht, ist grün.

Er zerlegt sich mit dem Nicol in einen grünen Ton, der parallel ab polarisirt und in einen braunen, der parallel ac polarisirt ist.

2. Der Ton der Fläche, die senkrecht zu b steht, ist gelblich grün.

Er zerlegt sich in einen grünen, parallel ab polarisirten und in einen gelben, parallel bc polarisirten Ton.

3. Der Ton der Fläche, die senkrecht zu c steht, ist braun.

Derselbe zerlegt sich in einen braunen, parallel ac polarisirten und in einen gelben, parallel bc polarisirten Ton.

Ammeisten wird absorbirt der parallel ac polarisirte, also parallel b schwingende Strahl, dann folgt der parallel ab polarisirte, parallel c schwingende und endlich der parallel bc polarisirte, parallel a schwingende Strahl.

Bezüglich der wichtigsten krystallographischen Umgrenzungselemente ist durch T gesehen die Farbe braun mit einem Stich in's Grüne, die Fläche fällt nahe zusammen mit der dritten Fläche des Parallelopipedons. Die Flächen M und r zeigen die Farben grün und braungrün, beiden Tönen ist bei der Zerlegung der stark absorbirte, parallel ac polarisirte braune Ton gemeinsam, während der dazu senkrecht polarisirte Strahl eine Mischfarbe zwischen gelb und grün ist; für M ist die grüne, für r die gelbe Farbe mehr vorherrschend.

Durch die vortreffliche Spaltung nach M , die braune Farbe nach T und die Zwillingsbildungen und Interpositionen nach derselben Fläche, die in den meisten Fällen auf n gut sichtbar sind, ist man über die krystallographische Orientirung der Krystalle bald im Klaren.

Spaltungsstücke nach M und Schlitze parallel r zeigen die optischen Axen ohne Polarisationsinstrument als rothgrüne Hyperbeläste auf grünem und braunem Grunde. Die Erscheinung ist jedoch in Spaltungsstücken parallel M viel deutlicher, als in der anderen Richtung und bedarf hier, um wahrgenommen zu werden, besonders günstiger Polarisationsverhältnisse des Him-

mels. Im Polarisationsmikroskop zeigt ein Schliff, parallel M, die optische Axe in grünem, eine Platte, parallel r, das andere Axenbild in braunem Grunde; es sind diese beiden verschiedenen Grundtöne zur Erkennung der zwei Axenbilder, der Lage nach, wichtig.

Spaltungsstücke nach M zeigen immer (ich habe über 70 Präparate aus den verschiedensten Krystallen, stets mit demselben Erfolg gemacht) das Axenbild, bei dem indessen, in Folge unvollkommener Polarisation, die umgebenden Ringe fehlen und nur die Hyperbeln auftreten. Da nun die Erklärung der Erscheinung auf der Absorption des einen der beiden in der Platte doppelt gebrochenen Strahlen und der Zwillingsbildung des Minerals beruht, so ist anzunehmen, dass diese letztere eine ganz allgemeine ist und es eigentlich gar keine einfachen Krystalle gibt, eine Bemerkung, die durch die nun mitzutheilenden mikroskopischen Beobachtungen vollständig bestätigt wird.

Untersucht man nämlich im polarisirten Lichte Schnitte, senkrecht zu α und Dünnschliffe in derselben Richtung und parallel M, so beobachtet man in allen mehr oder minder häufig die Zwillingslagerungen nach T. Die Lamellen gehen zuweilen durch den ganzen Schliff durch, setzen auch hie und da ab. Die Epidotmasse greift öfters gefranzt in einander ein, Epidotstückchen in anderer Lage, als die der Grundmasse, finden sich im Schliff zerstreut, Nadeln von Byssolith kommen, wie in den übrigen Schliffen, vor. — In Schliffen parallel M, die ich der Freundlichkeit meines Collegen, Dr. COHEN, verdanke, beobachtet man bei starker Vergrößerung ein schwarzes Mineral auf Streifen und Hohlräume mit Bläschen, die sich jedoch, wie dies bereits ZIRKEL¹⁸ angibt, bei Temperaturerhöhung nicht beweglich zeigen. Für die folgenden optischen Untersuchungen ist es wichtig zu constatiren, dass die interponirten Zwillingslamellen in Schnitten, senkrecht zu α , welche Präparate geeignet sind zur Beobachtung des Axenwinkels um die erste Mittellinie, sehr oft zu Störungen und Grössenverschiedenheiten des Axenwinkels Veranlassung geben.

In Schnitten, parallel T und Dünnschliffen, senkrecht zu c,

¹⁸ ZIRKEL. Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine. 1873, p. 198.

beobachtet man ebenfalls Einlagerungen, dieselben lassen sich jedoch, da parallel T eingefügt, leicht wegschleifen und so Präparate zur Beobachtung des Axenwinkels um die zweite Mittellinie gut rein erhalten. In manchen Präparaten bleiben helle und dunkle Stellen übrig, die jedoch die Grösse des Axenwinkels nicht alteriren.

In Schnitten, senkrecht zu β , beobachtet man eine sehr deutliche Kernbildung. Es ist nicht immer leicht zu entscheiden, ob hier nur anders gefärbte Substanz oder Substanz von anderer Orientirung vorhanden ist; wahrscheinlich kommt Beides vor, und es weist die verschiedene Färbung derselben Substanz wohl auf Schichten verschiedener, aber isomorpher Zusammensetzung hin. Vollkommen reine und homogene Schiffe nach dieser Richtung habe ich nicht beobachtet, obgleich ich 15 Präparate in dieser Richtung in verschiedenster Dicke gefertigt habe. — Äusserlich scheinbar einfache Krystalle zeigen, in dieser Richtung geschliffen, Zwillingslamellen eingelagert. Krystalle, die sich äusserlich als Zwillinge nach T gebildet darstellen, geben im polarisirten Lichte schön den Unterschied der beiden Haupttheile, die jedoch fast immer erst durch mehrere Zwischenlamellen in Zwillingsstellung miteinander verbunden sind, zu erkennen.

In einem Schliff, parallel der Symmetrieebene, aus einem Contactzwilling nach T gefertigt, beobachtete ich noch Zwillings-einlagerungen, parallel M, also nach dem beim Epidot selteneren Gesetze:

„Zwillingsaxe die Normale auf M“.

Nachdem die früher erwähnte Quarzplatte passend in's Mikroskop eingefügt war, gaben diese Lamellen ihre von der Umgebung verschiedene Orientirung durch deutliche Änderung der Farbe zu erkennen. Epidottheilchen von unregelmässiger Umgrenzung, aber ähnlicher Färbung waren überdies über einzelne Theile des Präparats verbreitet. —

Bei dieser Gelegenheit will ich nicht unterlassen zu bemerken, dass ich dies Zwillingsgesetz nicht nur mikroskopisch nachweisen konnte, sondern auch unter kürzlich von Herrn BERGMANN in Innsbruck erhaltenen Epidoten einen nach diesem Gesetze gebildeten Krystall fand, dessen zwei Hauptindividuen noch Anhänge nach dem vorherrschenden Zwillingsgesetz zeigen.

Im Allgemeinen muss man sowohl bei der mikroskopischen Untersuchung, als namentlich auch bei der Durchmusterung dickerer Präparate mit der polarisirenden Loupe sich wundern, zu sehen, wie ein äusserlich so vollendet gebildetes Material, innerlich doch so wenig homogen und meist durch die eigene Substanz in anderer Stellung so sehr gestört erscheint. Für die nun folgenden Untersuchungen und die Beurtheilung der Güte ihrer Resultate sind obige Daten von nicht zu unterschätzender Bedeutung.

Um den Axenwinkel und die Brechungsverhältnisse des Minerals zu bestimmen, habe ich sieben Krystalle einer Untersuchung unterzogen ¹⁹.

Was zunächst die allgemeinen Verhältnisse des Axenbildes anlangt, so tritt dasselbe wegen Totalreflexion der Axen weder um die erste, noch um die zweite Mittellinie ²⁰ in Luft aus und muss die Untersuchung in Öl vorgenommen werden.

Eine Platte, senkrecht zu *a* geschnitten, ist zur Beobachtung des Axenwinkels um die erste Mittellinie geeignet. In der diagonalen Stellung zeigt eine Platte für das an *M* gelegene System aussen einen rothen, innen einen grünen Hyperbelsaum, etwas minder deutliche Farben der umgebenden leicht elliptischen Ringe, die ganze Erscheinung in hellgrünlichem Grundton, dagegen ist das an *r* gelegene System in einem bräunlichen Grundton gelegen, die Hyperbelsäume sind innen roth, aussen grün, die Farben der ebenfalls leicht elliptischen Ringe etwas distincter als im vorigen Fall.

In normaler Stellung ist bei dem an *M* gelegenen System der erste Ring aussen grün, innen roth gefärbt, der erste Ring, welcher das an *r* gelegene System umgibt, zeigt innen eine grüne, aussen eine rothe Farbe.

Diese Beobachtungen stehen mit DESCLOIZEAUX'S Beobach-

¹⁹ Bei Herstellung der hierzu nöthigen, nicht immer leicht zu fertigenden Präparate hat mich mein sehr geehrter Freund, Herr Optiker STEEG in Homburg, auf das Freundlichste unterstützt, wofür ich ihm an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche.

²⁰ Ich wähle den schon weiter oben gebrauchten Ausdruck an Stelle des gewöhnlich gebrauchten „senkrecht zur ersten und zur zweiten Mittellinie“, da wegen der geneigten Dispersion die Platte höchstens normal zu der Mittellinie für eine Farbe sein kann.

tungen am Axenbild in Widerspruch, harmoniren aber sowohl mit seinen Stauroskopbeobachtungen, als auch mit den meinigen. Es bleibt mir am Schlusse der Abhandlung übrig, ihre Richtigkeit auch von anderer Seite her zu bestätigen.

Der Charakter der ersten Mittellinie ist, mit der compensirenden Quarzplatte untersucht, in allen Fällen negativ gefunden worden. Constant hat sich, ausser der Dispersion der Hauptschwingungsaxen, auch eine kleine Dispersion der optischen Axen und zwar $\rho > v$ ergeben.

Um die zweite Mittellinie ist die geneigte Dispersion noch auffallender, es umgeben in der diagonalen Stellung die Axen Ellipsen, die eine Hyperbel in blass grünlichem Grundton zeigt fast gar keine Farbsäume, ist nur höchst unmerklich aussen grün, innen roth angehaucht, die andere, in bräunlichem Grunde, zeigt deutlichst die Hyperbeln innen grün, aussen roth gefärbt.

Zur Beobachtung der Axenbilder und namentlich der Dispersion der Axen müssen die Präparate möglichst dünn geschliffen werden.

Krystall No. I. Derselbe ergibt eine Platte zur Beobachtung des Axenwinkels um die erste Mittellinie und ein Prisma, dessen brechende Kante parallel der Axe der Symmetrie geschliffen, folglich zur Bestimmung von β geeignet ist.

$$2H_a = 91^\circ 12' \text{ Roth} - 91^\circ 4' \text{ Gelb} - 90^\circ 56' \text{ Grün.}$$

$$\text{Brechender Winkel des Prisma's} = 46^\circ 0'.$$

$$\text{Minimum-Ablenkungen}^{21} \text{ für Roth} \quad \text{Gelb} \quad \text{Grün}$$

$$40^\circ 32' \quad - \quad 40^\circ 44' \quad - \quad 41^\circ 04'.$$

$$\text{Daraus } \beta_r = 1,75413$$

$$\beta_g = 1,75734$$

$$\beta_{gr} = 1,76279$$

$$\text{und nach: } \sin V_a = \frac{n}{\beta} \sin H_a$$

$$2V_a = 73^\circ 36' \text{ Roth}$$

$$\text{„} = 73^\circ 26' \text{ Gelb}$$

$$\text{„} = 73^\circ 13' \text{ Grün.}$$

²¹ In diesem und den übrigen Fällen, in denen die Prismen mit ihren brechenden Kanten einer Hauptschwingungsrichtung parallel gingen, wurde immer der parallel der brechenden Kante schwingende, also senkrecht zu ihr polarisirte Strahl im Minimum der Deviation gemessen.

Krystall No. II. Platte zur Beobachtung des Axenwinkels um die zweite Mittellinie. Prisma zur Bestimmung von β .

$$2H_o = 144^\circ 50' \text{ Roth} - 145^\circ 44' \text{ Gelb} - 146^\circ 30' \text{ Grün.}$$

$$\text{Brechender Winkel des Prisma's} = 45^\circ 39'.$$

$$\text{Minimum-Ablenkungen für Roth — Gelb — Grün} \\ 40^\circ 08' - 40^\circ 20' - 40^\circ 36'.$$

$$\text{Daraus } \beta_r = 1,75453$$

$$\beta_g = 1,75783$$

$$\beta_{gr} = 1,76221$$

$$\text{somit } 2V_a = 73^\circ 56' \text{ Roth}$$

$$= 73^\circ 40' \text{ Gelb}$$

$$= 73^\circ 29' \text{ Grün.}$$

Krystall No. III. Äusserlich ein ausgezeichneter Krystall, ergibt eine Platte zur Beobachtung des Axenwinkels um die erste Mittellinie, die Zwillinglamellen eingelagert enthält.

$$2H_a = 90^\circ 53' \text{ Roth} - 90^\circ 40' \text{ Gelb} - 90^\circ 32' \text{ Grün.}$$

Ferner sind vorhanden zwei Platten zur Beobachtung des Axenwinkels um die zweite Mittellinie. Die erste davon ist in Folge von Zwillingbildungen unbrauchbar und zeigt doppelte Axenbilder, die zweite ergibt:

$$2H_o = 144^\circ 54' \text{ Roth} - 145^\circ 51' \text{ Gelb} - 146^\circ 48' \text{ Grün.}$$

Endlich ist ein Prisma zur Bestimmung von β vorhanden, sein brechender Winkel ist $= 45^\circ 46'$.

$$\text{Die Minimum-Ablenkungen sind für Roth — Gelb — Grün} \\ 40^\circ 15' - 40^\circ 28' - 40^\circ 46'.$$

$$\text{Daraus folgen } \beta_r = 1,75413$$

$$\beta_g = 1,75768$$

$$\beta_{gr} = 1,76259$$

$$\text{Man hat alsdann nach: } \text{tg} V_a = \frac{\text{Sin } H_a}{\text{Sin } H_o}$$

$$2V_a = 73^\circ 33' \text{ Roth}$$

$$" = 73^\circ 18' \text{ Gelb}$$

$$" = 73^\circ 6' \text{ Grün.}$$

$$\text{Ferner aus: } \text{Sin } V_a = \frac{n}{\beta} \text{ Sin } H_a$$

$$\begin{aligned} 2V_a &= 73^\circ 22' \text{ Roth} \\ &» = 73^\circ 7' \text{ Gelb} \\ &» = 72^\circ 56' \text{ Grün.} \end{aligned}$$

$$\text{Endlich aus: } \sin V_o = \frac{n}{\beta} \sin H_o$$

$$\begin{aligned} 2V_a &= 73^\circ 52' \text{ Roth} \\ &» = 73^\circ 37' \text{ Gelb} \\ &» = 73^\circ 23' \text{ Grün.} \end{aligned}$$

Wie man sieht stimmen diese Werthe nur mässig, es liegt die Hauptschuld am Axenwinkel um die erste Mittellinie.

Krystalle No. IV und V. Dieselben waren äusserlich sehr wohl gebildet, jedoch ist das Präparat von No. IV nur mässig, das von No. V dagegen ganz schlecht ausgefallen.

No. IV ergab in einer etwas dicken Platte:

$$2H_a = 91^\circ 15' \text{ für Roth, Gelb und Grün.}$$

Nachdem die Platte in zwei Theile getheilt und die eine Hälfte dünner geschliffen war, ergab sich für dieselbe:

$$2H_a = 90^\circ 50' \text{ Roth} - 90^\circ 35' \text{ Gelb} - 90^\circ 28' \text{ Grün.}$$

Diese Abweichung erklärt sich theils aus einer Beobachtung an einer anderen Stelle des Präparats, theils aus dem Umstand, bei der dicken Platte nicht genügend genau einstellen zu können. Jedenfalls fehlt auch in dieser Platte die Dispersion der Axen, $\rho > \nu$, nicht.

No. V ergibt eine vollständig missbildete Platte. Das Prisma liefert ein gestörtes Spectrum. Man findet annähernd:

$$2H_a = 93^\circ 12' \text{ Roth} - 93^\circ 0' \text{ Gelb} - 92^\circ 45' \text{ Grün.}$$

Krystall No. VI lieferte durchweg sehr schöne Präparate. Zuerst eine Platte zur Beobachtung des Axenwinkels um die erste Mittellinie:

$$2H_a = 91^\circ 26' \text{ Roth} - 91^\circ 20' \text{ Gelb} - 91^\circ 12' \text{ Grün.}$$

Dann eine Platte zur Beobachtung des Axenwinkels um die zweite Mittellinie:

$$2H_o = 144^\circ 56' \text{ Roth} - 145^\circ 38' \text{ Gelb} - 146^\circ 36' \text{ Grün.}$$

Weiter ein Prisma, dessen brechende Kante der Axe der Symmetrie parallel ist, also zur Bestimmung von β dient

Brechender Winkel = $46^{\circ} 6'$.

Minimum-Ablenkungen für Roth — Gelb — Grün
 $40^{\circ}39' - 40^{\circ}50' - 41^{\circ}9'$

$$\text{Daraus } \beta_r = 1,75405$$

$$\beta_g = 1,75702$$

$$\beta_{gr} = 1,76213.$$

Ferner ein Prisma, dessen brechende Kante der ersten Mittellinie für rothes Licht parallel ist, ergibt γ .

$$\text{Brechender Winkel} = 44^{\circ} 48'$$

Minimum-Ablenkung = $37^{\circ} 43'$ für rothes Licht.

$$\text{Daraus } \gamma_r = 1,73053.$$

Endlich ein Prisma, dessen brechende Kante der zweiten Mittellinie für rothes Licht parallel ist, ergibt α .

$$\text{Brechender Winkel} = 40^{\circ} 35'.$$

Minimum-Ablenkung = $35^{\circ} 2'$ für rothes Licht.

$$\text{Daraus } \alpha_r = 1,76766.$$

Aus diesen Daten hat man:

$$\text{Nach der Formel: } \operatorname{tg} V_a = \frac{\sin H_a}{\sin H_o}$$

$$2V_a = 73^{\circ} 48' \text{ Roth}$$

$$,, = 73^{\circ} 39' \text{ Gelb}$$

$$,, = 73^{\circ} 26' \text{ Grün.}$$

$$\text{Ferner nach: } \sin V_a = \frac{n}{\beta} \sin H_a$$

$$2V_a = 73^{\circ} 46' \text{ Roth}$$

$$,, = 73^{\circ} 39' \text{ Gelb}$$

$$,, = 73^{\circ} 27' \text{ Grün.}$$

$$\text{Dann nach: } \sin V_o = \frac{n}{\beta} \sin H_o$$

$$2V_a = 73^{\circ} 51' \text{ Roth}$$

$$,, = 73^{\circ} 39' \text{ Gelb}$$

$$,, = 73^{\circ} 26' \text{ Grün.}$$

$$\text{Hierauf nach: } \operatorname{tg} V_a = \frac{\gamma}{\alpha} \sqrt{\frac{\alpha^2 - \beta^2}{\beta^2 - \gamma^2}}$$

$$2V_a = 73^{\circ} 39' \text{ Roth}$$

und schliesslich kann man noch unter Annahme von:

$$\left. \begin{array}{l} V_a = 36^{\circ} 54' \\ \beta = 1,75405 \\ \gamma = 1,73053 \end{array} \right\} \text{ für rothes Licht}$$

den Brechungsexponenten α_r , zu dessen Ermittlung der schwierigste und daher am ehesten fehlerhafte Prismenschliff erforderlich ist, berechnen. Die betreffende Formel lautet:

$$\frac{1}{\alpha^2} = \frac{1}{\beta^2} - \operatorname{tg}^2 V_a \left(\frac{1}{\gamma^2} - \frac{1}{\beta^2} \right)$$

und es folgt daraus $\alpha_r = 1,76773$.

Aus der Messung war $\alpha_r = 1,76766$ abgeleitet.

Krystall No. VII. Wohlgebildete Präparate, doch minder schön als die von No. VI.

Die Platten zur Beobachtung des Axenwinkels ergaben:

$$2H_a = 91^\circ 24' \text{ Roth} - 91^\circ 18' \text{ Gelb} - 91^\circ 12' \text{ Grün.}$$

$$2H_o = 144^\circ 56' \text{ „} - 145^\circ 36' \text{ „} - 146^\circ 34' \text{ „}$$

Vorhanden sind dann noch:

Ein Prisma zur Bestimmung von β . Brechender Winkel = $40^\circ 25'$.

Minimum-Ablenkungen für Roth — Gelb — Grün
 $34^\circ 11' - 34^\circ 22' - 34^\circ 37'$.

$$\text{Daraus } \beta_r = 1,75428$$

$$\beta_g = 1,75796$$

$$\beta_{gr} = 1,76297.$$

Ein Prisma zur Bestimmung von γ . Brechender Winkel = $41^\circ 4'$.

Minimum-Ablenkung für rothes Licht = $33^\circ 38'$.

$$\text{Daraus } \gamma_r = 1,72966.$$

Das Prisma zur Bestimmung von α ergab sich als im Schliff misslungen und zu klein, um es umzuschleifen.

Aus diesen Daten hat man:

Zuerst aus: H_a und H_o

$$2V_a = 73^\circ 47' \text{ Roth}$$

$$\text{„} = 73^\circ 38' \text{ Gelb}$$

$$\text{„} = 73^\circ 27' \text{ Grün.}$$

Ferner aus: n , β , H_a

$$2V_a = 73^\circ 44' \text{ Roth}$$

$$\text{„} = 73^\circ 34' \text{ Gelb}$$

$$\text{„} = 73^\circ 24' \text{ Grün.}$$

Alsdann aus: n , β , H_0

$$2V_a = 73^\circ 52' \text{ Roth}$$

$$" = 73^\circ 44' \text{ Gelb}$$

$$" = 73^\circ 31' \text{ Grün.}$$

Endlich folgt aus: $V_a = 36^\circ 54' \text{ Roth}$

$$\beta_r = 1,75428$$

$$\gamma_r = 1,72966$$

der Werth von $\alpha_r = 1,76863$.

Von den vorstehenden Ergebnissen besitzen die von Krystall No. I und No. VI erlangten Resultate, als von den besten Präparaten herrührend, den meisten Werth. Nach Massgabe der Güte des mir zu Gebote stehenden Materials wären somit die wichtigsten optischen Constanten des Epidot bestimmt. Für den Krystallographen haben selbstverständlich die Beziehungen der Hauptschwingungsaxen zur Kante T : P ein grosses Interesse. Wurden die Winkelwerthe für die verschiedenen Farben auch schwankend befunden, wie dies wohl hauptsächlich im Bau der Krystalle begründet ist, so geht doch mit Sicherheit das hervor, was auch schon DESCLOIZEAUX geltend gemacht hat, dass nämlich die Hauptschwingungsaxen für keine Farbe dieser Kante parallel und senkrecht verlaufen. Das optische Axensystem zeigt sich also stets gegen das allenfalls zu construirende krystallographische verschoben.

Es bleibt nun noch übrig zu zeigen, dass die Axen und Mittellinien im Innern des Krystalls in demselben Sinne dispergirt sind, wie beim Austritt in Öl und in Luft.

Zu diesem Zwecke denke man sich, Fig. 3, im Innern eines Krystalls die Axen an die durch die Stauroskopmessungen der Lage nach gegebenen Mittellinien angelegt und zur Mittellinie für Grün eine Fläche angeschliffen, die in Öl tauche zur Beobachtung des Axenaustritts.

Alsdann finden vorerst im Innern des Krystalls folgende Verhältnisse statt, abgeleitet aus den wahren Axenwinkeln und der Dispersion der Mittellinien. Als Zahlen-Beispiel diene Krystall No. I.

System an M gelegen.	System an r gelegen.
$g : N = 36^\circ 36\frac{1}{2}'$;	$g' : N = 36^\circ 36\frac{1}{2}'$
$r : N = 36^\circ 18'$;	$r' : N = 37^\circ 18'$.

Man hat also eine Dispersion der Axen = $0^{\circ} 23'$,
 eine Dispersion der Mittellinien = $0^{\circ} 30'$,
 ferner eine Dispersion im ersten Systeme = $0^{\circ} 18\frac{1}{2}'$,
 endlich eine Dispersion im zweiten = $0^{\circ} 41\frac{1}{2}'$.

Unter Zuhülfenahme der Brechungsexponenten des Öls und der mittleren Brechungsexponenten des Krystalls für Roth und Grün ergeben sich hieraus beim Austritt in Öl folgende Werthe:

System an M gelegen. System an r gelegen

$$g : N = 45^{\circ} 28'; \quad g' : N = 45^{\circ} 28'$$

$$r : N = 44^{\circ} 55'; \quad r' : N = 46^{\circ} 17'.$$

Folglich resultirt eine Dispersion der Axen = $0^{\circ} 16'$,
 dann eine Dispersion der Mittellinien = $0^{\circ} 41'$,
 eine Dispersion im ersten System = $0^{\circ} 33'$,
 eine Dispersion im zweiten System = $0^{\circ} 49'$.

Die directe Messung dieser Verhältnisse in Öl, vorgenommen am Krystall No. I, ergab:

$$g : N = 45^{\circ} 30'; \quad g' : N = 45^{\circ} 30'$$

$$r : N = 45^{\circ} 0'; \quad r' : N = 46^{\circ} 14'.$$

Also eine Dispersion der Axen = $0^{\circ} 14'$,
 eine Dispersion der Mittellinien = $0^{\circ} 37'$,
 eine Dispersion im ersten System = $0^{\circ} 30'$,
 eine solche im zweiten System = $0^{\circ} 44'$.

Wie man sieht stimmt dies recht gut. — Berechnet man nun noch aus den directen Messungen in Öl die Verhältnisse im Krystallinnern, so findet man gleichfalls eine hübsche Übereinstimmung. Man hat nämlich:

$$g : N = 36^{\circ} 38'; \quad g' : N = 36^{\circ} 38'$$

$$r : N = 36^{\circ} 21'; \quad r' : N = 37^{\circ} 15\frac{1}{2}'.$$

Daraus folgt eine Dispersion der Axen = $0^{\circ} 20\frac{1}{2}'$,
 eine Dispersion der Mittellinien = $0^{\circ} 27\frac{1}{4}'$,
 eine Dispersion im ersten System = $0^{\circ} 17'$,
 eine solche im zweiten System = $0^{\circ} 37\frac{1}{2}'$.

Die Dispersion der Axen und der Mittellinien erfolgt also im Krystall und in Öl in demselben Sinne.

Um diese Verhältnisse beim Austritt in Luft festzustellen, kann man die natürlichen Flächen M und r heranziehen. Die Axen treten dann so in Luft aus, dass, vergl. Fig. 4, von T ausgehend erst die Axe für Grün, dann die für Roth kommt; hier-

auf die Normale der Fläche M, dann die Normale auf r, gefolgt von der Axe für Grün und der für Roth. Die Zahlenwerthe, welche nachfolgen, sind aus den Verhältnissen des Krystalls No. I berechnet, die Messungen an zwei Platten aus zwei verschiedenen Krystallen angestellt. Das Spaltungsstück parallel M wurde mit natürlicher und Spaltfläche benutzt, da beide äusserst vollkommen waren; die Platte, parallel r musste auf beiden Seiten geschliffen werden; es haben in Folge dessen die Flächen r nicht genau die theoretisch geforderte Lage und misst:

$$r : M = 116^{\circ} 8' \text{ anstatt } 116^{\circ} 18'.$$

Die Neigungen sind folgende:

1. Platte parallel M:

$$g : N = 15^{\circ} 36', \text{ gemessen } 15^{\circ} 10'$$

$$r : N = 14^{\circ} 58', \text{ gemessen } 14^{\circ} 30'.$$

2. Platte, nahe parallel r:

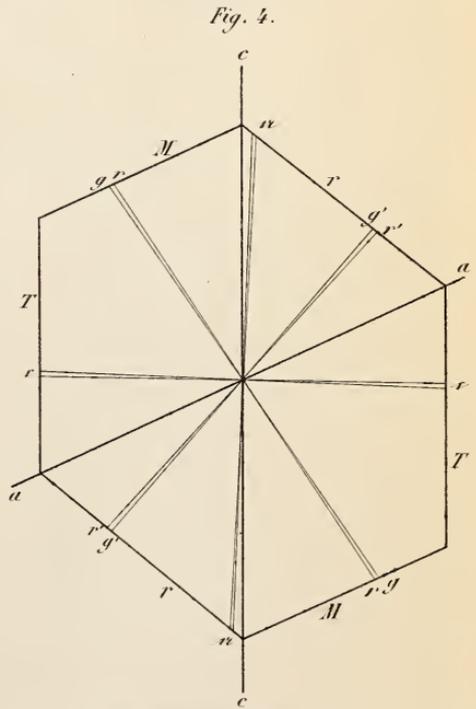
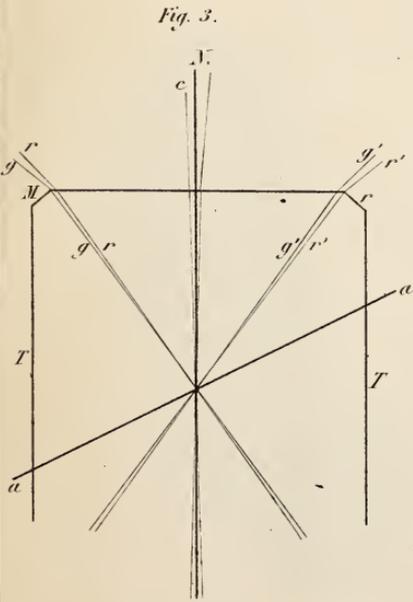
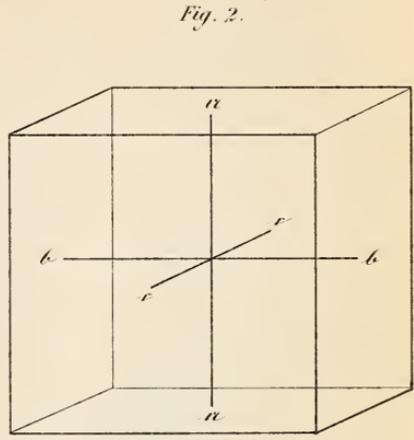
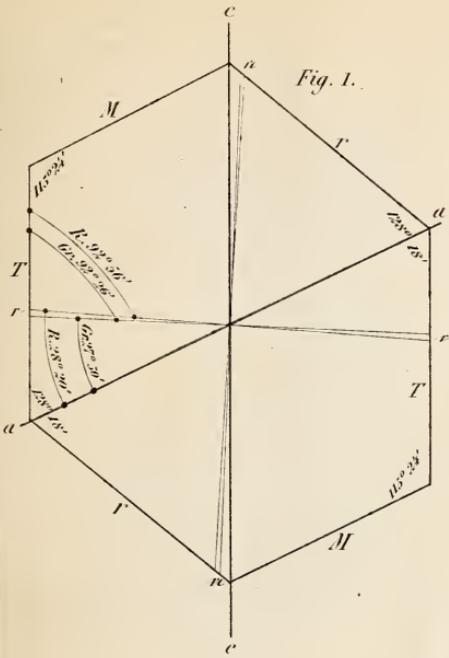
$$g' : N = 1^{\circ} 18', \text{ gemessen } 1^{\circ} 15'$$

$$r' : N = 2^{\circ} 31', \text{ gemessen } 2^{\circ} 20'.$$

Diese Messungen und Rechnungsergebnisse stimmen in Anbetracht des Umstandes, dass drei verschiedene Krystalle zur Verwendung kamen, recht annähernd und jedenfalls genügend, um zu erkennen, dass die Dispersion in Luft in demselben Sinne wie in Öl²² und wie im Innern des Krystalls erfolgt.

Aus den Beobachtungen in Öl und den daraus gezogenen Schlüssen auf's Krystallinnere stellt sich die Dispersion der Mittellinien als die stärkere heraus, die Dispersion der Axen überwiegend und die resultirende Dispersion in ihrem Sinne bestimmend. Die Färbungen der Hyperbeln des Axenbildes um die erste Mittellinie in Öl, bei diagonaler Stellung der Platte, können daher nicht zweifelhaft sein.

²² Hiervon kann man sich auch leicht direct überzeugen, indem man die Dispersion in den Axenbildern der eben erwähnten Platten einmal in Luft, dann in Öl untersucht.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1874

Band/Volume: [1874](#)

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

Artikel/Article: [Mineralogische Mittheilungen 1-21](#)