

Vergleichung von Augit und Amphibol nach den Hauptzügen ihrer krystallographischen und optischen Eigenschaften.

Von dem w. M. W. Haidinger.

I. Vorwort.

Jeder Schritt bereitet einen zweiten vor, das sieht man so oft in wissenschaftlichen Untersuchungen bestätigt. Eine Frage wurde an die Natur gestellt, die Natur beantwortet dieselbe, oft nicht direct, aber man erhält Auskünfte aus derselben Veranlassung über Punkte, die gar nicht im Kreise der zuerst geführten Forschungen lagen.

Wenn ich die heutige Mittheilung mit dieser allgemeinen Betrachtung beginne, so möge mir dies der Überraschung wegen zu Gute gehalten werden, die sich mir darbot, als ich unerwartet eine so grosse Verschiedenheit in einer der optischen Eigenschaften zwischen zwei Gruppen von Krystallen bemerkte, deren regelmässige Formen so sehr einander genähert sind, dass einer der ausgezeichnetsten Mineralogen und Krystallographen in der That seiner Zeit den Versuch durchgeführt hat, sie hinlänglich in vollständige Übereinstimmung zu bringen, um sie innerhalb einer einzigen Species zu begreifen.

Ich hatte mir zur Aufgabe gestellt, eine Anzahl von Beobachtungen pleochromatischer Erscheinungen, die ich im Laufe mehrerer Jahre gesammelt, einmal als Abschluss zu ferneren Forschungen zusammenzustellen. Unter diesen waren beide Species von Krystallen, Amphibol und Augit. Aber anstatt sie nur als besondere Artikel in dem Verzeichnisse aufzuführen, erforderten sie selbst eine etwas mehr in das Einzelne gehende Bearbeitung. Beides wurde im verflossenen Jahre in den Sitzungen der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften am 23. Mai und am 30. Juni 1854 vorgetragen ¹⁾. Eigentlich

¹⁾ Pleochroismus einiger Augite und Amphibole. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften 1854, Bd. 12, S. 1074. — Pleochroismus an einigen zweiachsigem Krystallen in neuerer Zeit beobachtet. Sitzungsberichte 1854, Bd. 13, S. 306.

bezogen sich die etwas ausführlicheren Untersuchungen zuerst vorzüglich auf den Diopsid. Ganz am Ende, als ich schon sämtliche Figuren für die Holzschnitte gezeichnet hatte und nur noch die letzte Redaction durch eine Vergleichung der möglichst dunkelfarbigsten Varietäten von Amphibol vervollständigen wollte, erhielt ich jene Platte von der bekannten basaltischen Hornblende, die ich aus einem Zwillingkrystall ganz dünn, etwa $\frac{1}{8}$ Linie dick, senkrecht auf die Zwillingfläche, parallel der Ebene der Axen hatte schleifen lassen, welche unzweifelhaft eine von der Orientirung am Diopsid so verschiedene optische Structur zeigte, dass ich damals noch auf die höchst merkwürdige Thatsache aufmerksam machen konnte, dass „bei möglichst paralleler Stellung der Individuen von Diopsid und von Amphibol die Elasticitätsaxen der einen ungefähr die Winkel halbiren, welche die Elasticitätsaxen der anderen einschliessen. Die gleiche Orientirung zeigte auch der Strahlstein vom Greiner. Nach der Axe und den Normalen gestellt hatten frühere Beobachtungen an anderen Augiten, Anthophylliten und am Hypersthen die Elasticitätsaxen gegeben, bevor ich die Lage im Diopsid verglich. Eine Revision aller hierher gehörigen Thatsachen bezeichnete ich daher auch als sehr wünschenswerth.

Einiges Nähere theilte ich kurze Zeit darauf Herrn Abbé Moigno mit, über das er in seinem *Cosmos* ¹⁾ Bericht erstattete. Nun bereitete ich einige weitere Untersuchungen vor, und hatte im November den Genuss, manche nicht unwichtige Thatsachen meinem hochverehrten Freunde Gustav Rose, als er einige mir unvergessliche Tage bei mir in Wien verweilte, zu zeigen, diesem gründlichen Forscher, dem wir so viele Kenntniss in Bezug auf die eine und die andere der beiden Mineralspecies verdanken. Er sandte mir freundlichst, bald nach seiner Rückkehr nach Berlin, einige Varietäten die ich noch zu untersuchen wünschte, darunter Stücke, die ihm selbst bei seinen früheren Arbeiten gedient. Längere Zeit ist seitdem verflossen. Hätte meine Kraft dem Wunsche entsprochen, so läge jetzt etwas Vollständiges vor. Aber der Tag gebietet, und die glänzende Veranlassung bei der bevorstehenden Versammlung im September so viele ausgezeichnete Forscher für den Gegenstand speciell zu interes-

1) Bd. V, S. 691. 3. Jahrg. 24. Hft. vom 22. December 1854.

siren, erweckte in mir den Wunsch, selbst die wenigen Fragmente darzubieten, unvollkommen wie sie sind, die dennoch als eine Grundlage für fernere Untersuchungen angesehen werden mögen, als Wegweiser in Richtungen, die manches wissenswerthe Ergebniss versprechen.

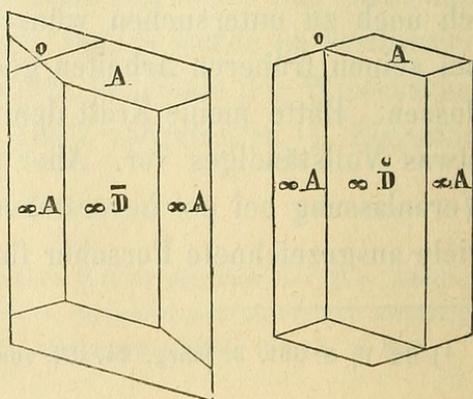
Aber die Versammlung musste verschoben werden, und ich benütze also heute den ersten Tag der diesjährigen Sitzungen der hochverehrten Classe, um das, was bis jetzt vorliegt, der Veröffentlichung entgegen zu führen.

II. Analogie der Formen.

Mein hochverehrter Freund Gustav Rose war es, der die so auffallenden Analogien der Formen bis in ihre letzten Beziehungen verfolgte, die sich insbesondere darin so deutlich aussprechen, dass obgleich die wirkliche Theilbarkeit in solcher Lage stattfindet, dass die zwei Flächen des Amphibols Winkel von $124^{\circ} 30'$ mit einander einschliessen, während die Spaltung der Krystalle am Augit unter einem Winkel von $87^{\circ} 5'$ erfolgt, doch die rhombischen Querschnitte dieser beiden Prismen in einer höchst einfachen Beziehung zu einander stehen. Setzt man nämlich die Brachydiagonale des Amphibols gleich der Makrodiagonale des Augits, so verhält sich die Makrodiagonale des Amphibols zur Brachydiagonale des Augits $= 2:1$, oder sie ist gerade noch einmal so gross als die letztere. Jedenfalls sind die Unterschiede von dem einen zu dem anderen lange nicht so gross als die Unterschiede, welche die Herren Brooke, v. Nordenskjöld, Breithaupt und andere an den Winkeln der Varietäten, jede der beiden Species einzeln genommen, gefunden haben. Die Ebene der Abweichung der Axen halbirt bekanntlich beim Amphibol den stumpferen, beim Augit den schärferen Winkel des oben erwähnten Prismas, die Abweichung der Axe beträgt beim Amphibol $14^{\circ} 58'$; beim Augit $16^{\circ} 1'$, also die Neigung der Basis gegen die Querfläche bei dem ersteren $104^{\circ} 58'$, bei dem zweiten $106^{\circ} 1'$. Die beiden Projectionen auf der Längsfläche Fig. 1 und 2 stellen ganz einfache Krystalle vor. Das

Fig. 1.

Fig. 2.



Prisma ∞A des Amphibols Fig. 2 wäre $= \infty \check{A} 2$ des Augits Fig. 1 und umgekehrt wäre ∞A des Augits $= \infty \check{A} 2$ des Amphibols. Aber die wahre Symmetrie streitet schon gegen diese Annahme; sie ist es, die sich vorzüglich in den Projectionen auf einer Ebene zeigt, die senkrecht auf die Kanten des Hauptprismas ∞A gelegt

Fig. 3.

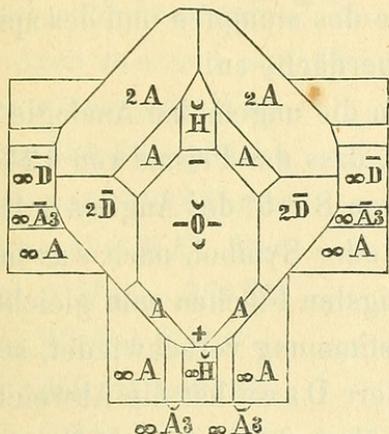
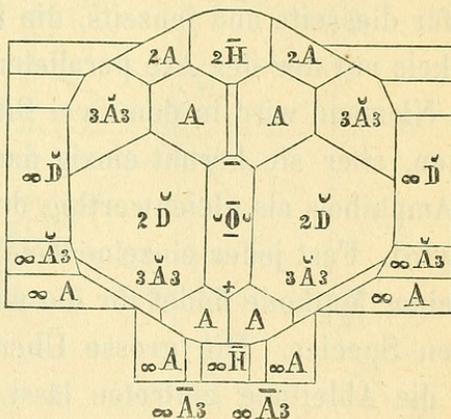


Fig. 4.



wird. Hier mögen zwei Entwürfe dieser Art, mit den wichtigsten bisher beobachteten Krystallflächen, das Bild derselben mit grösserer Übersichtlichkeit darstellen als viele Worte vermöchten. Es scheint mir, dass eine schematische Darstellung dieser Art selbst manche Vortheile darbietet, wenn man sie mit anderen Methoden vergleicht, welche seit langer Zeit in der Entwicklung mineralogischer und kristallographischer Studien für den gleichen Zweck erdacht worden sind, von den idealen Darstellungen Phillips' beginnend, die Methoden der Herren Weiss, Neumann, Miller und Quenstedt, bis zu den so einfach zum Auge sprechenden Schematen des Herrn Dana. Die letzteren waren es, welche mich anregten, doch noch einen Schritt von der Methode weiter zu der wirklichen Form zurück zu gehen und Skizzen wie die oben stehenden zu entwerfen, welche schon auf den ersten Anblick hindeuten, dass sie nicht Projectionen wirklich bestehender Krystalle, sondern dass sie nur Bilder der Verhältnisse darstellen sollen. Bekanntlich sind Projectionen auf der Horizontalebene vielfach von den Krystallographen zur Erläuterung einiger Krystallvarietäten angewendet worden, gewiss würde eine Durchführung von Skizzen, wie die hier gegebenen, durch das ganze Reich der Krystalle höchst vortheilhaft für die Orientirung sein und manche anziehende Übersicht gewähren. Bei den Augitkrystallen würde sie speciell manche Verwechslung am oberen End-

punkte der Axe diesseits und jenseits derselben gelegener Flächen verhindert haben, die man in mineralogischen Werken antrifft.

In den Fig. 3 und Fig. 4 gegebenen Projectionen ist das O der Basis mit dem Zeichen der Schärfe σ und der Breite — umgeben: — $\overset{\sigma}{O}$ — und $\sigma \bar{O} \sigma$, um die Lage der scharfen und stumpfen Kanten des Querschnittes anzudeuten, ferner zeigt Plus und Minus, + und —, für diesseits und jenseits, die Lage des stumpfen und des spitzen Winkels mit der der Axe parallelen Querfläche an.

Niemand wird in den zwei Bildern die ungemeine Analogie verkennen, aber sie beruht einzig darauf, dass das Prisma von $124^{\circ} 30'$ des Amphibols als gleichwerthig dem von $87^{\circ} 5'$ des Augites betrachtet wird. Fast jedes einzelne Zeichen oder Symbol, nach was immer für einer Methode findet für die wichtigsten Flächen sein gleiches in beiden Species. Die grosse Übereinstimmung verschwindet, sobald man die Ableitung eintreten lässt. Herr Dana hat die Abweichung durch eine eigens berechnete Verhältnistafel dargestellt. Auch G. Rose hatte schon den immer noch vorhandenen Unterschied in in den beiderseitigen Krystallreihen hervorgehoben.

III. Optische Eigenschaften.

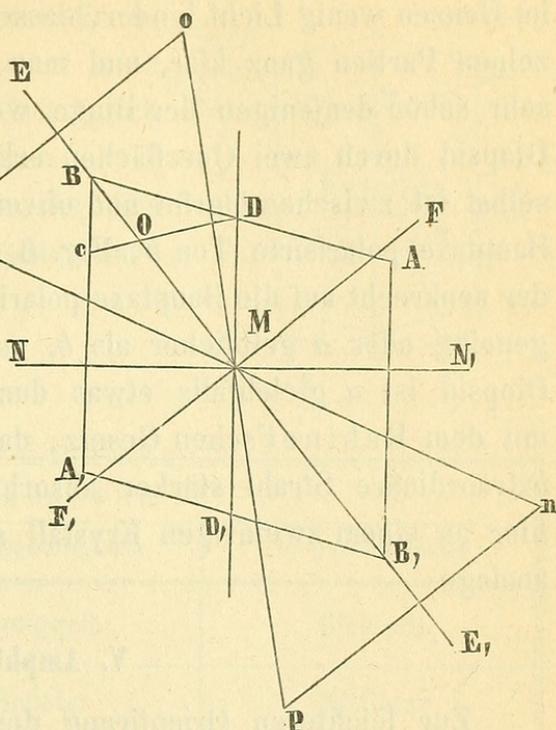
Bekanntlich zeigen Augit und Amphibol sehr nahe gleiche Reihen von Varietäten in Hinsicht der Farben, von weiss, durch mancherlei grüne Töne, bis zum Schwarzen, von vollkommener Klarheit bis zum gänzlichen Mangel derselben. Für den ersteren dürften der Diopsid aus dem Pfitschthale und die bekannten schwarzen eingewachsenen Krystalle von Borislau bei Teplitz als genügend betrachtet werden, um die ganze Reihe zu repräsentiren. Von dem zweiten gelten als feste Hauptpunkte der Tremolith von Gulsjö, der Strahlstein vom Greiner, der Pargasit und der schwarze Amphibol von Pargas in Finnland, endlich die basaltische Hornblende von Sulletitz bei Leitmeritz und vom Wolfsberg bei Czernussin. In der Farbe der letzteren ist keine Spur mehr von Grün.

IV. Augit.

Die Fig. 5 ist in der Stellung übereinstimmend mit Fig. 1 mit solchen Grössenverhältnissen der Flächen gezeichnet, dass eine der optischen Elasticitätsaxen gerade durch die beiden Combinationsecken B und B_1 geht, wo sich die Flächen der Augitoidhälfte — A

und des Prismas ∞A treffen, O deutet die Lage der eigentlichen Basis an. Es ist dies die optische Haupt-Axe oder Mittellinie, die resultirenden oder eigentlichen optischen Axen mn und op machen mit einander Winkel von $58^\circ 56'$, gleichgeneigt unter $29^\circ 28'$ gegen diese Axe EE' . Der Winkel $EMD = 38^\circ 54'$ und der Winkel $EMN = 51^\circ 6'$, oMD ist $= 9^\circ 26'$, $mMN = 21^\circ 38'$, alles nach den von Herrn Pro-

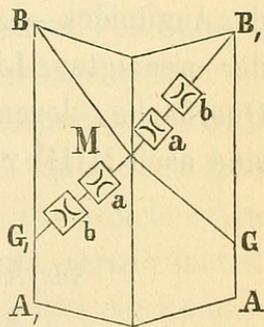
Fig. 5.



fessor Miller, und nach der von Herrn Dr. Ewald und von demselben nachgewiesenen Orientirung der Axen am Diopsid, wie ich dies in mehreren Mittheilungen, nämlich in den oben angeführten, und in einer später über die konische Refraction am Diopsid ¹⁾ ausführlicher besprach.

In den bekannten schwarzen in den Basalten eingewachsenen Krystallen (Fig. 6) findet man die Lagen der Axen genau der vorigen entsprechend, wenn man ganz dünne Platten, etwa $\frac{1}{8}$ Linie dick, aus denselben darstellt. Wie beim Turmalin muss man übrigens erst eine Fläche anschleifen, darauf eine Glasplatte aufkleben und sodann erst die Platte vom Krystall trennen, welche endlich dünn geschliffen und polirt wird. So erhielt Herr Steinschneider Klement gute Platten parallel der Querfläche und parallel der Längsfläche, also parallel und auch senkrecht auf die Zwillingsfläche. Senkrecht gegen die beiden vorhergehenden gelang es nicht, der grossen Zerbrechlichkeit der Krystalle wegen, hinlänglich dünne Platten zu gewinnen. Diese dünnen Platten zeigen

Fig. 6.

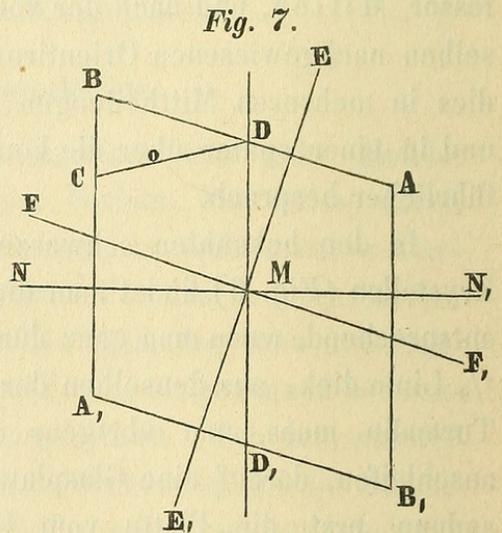


¹⁾ Sitzb. u. s. w. 1855. Bd. XVI, S. 113.

dann einen grünlichgrauen Ton. Wenn auch stark zerklüftet und im Ganzen wenig Licht hindurchlassend, sind sie doch in den einzelnen Partien ganz klar, und man sieht in einer Herapathitzange sehr schön denjenigen der Ringe, welchen man auch so leicht beim Diopsid durch zwei Querflächen erkennt. Die Farbe der Krystalle selbst ist zwischen ölgrün und olivengrün, der in der Richtung der Hauptaxe polarisirte Ton *b*, Fig. 6, ist etwas mehr in das letztere, der senkrecht auf die Hauptaxe polarisirte Ton *a* mehr in das erstere geneigt, oder *a* gelblicher als *b*, auch etwas mehr absorbirt, beim Diopsid ist *a* gleichfalls etwas dunkler als *b*, doch stimmen sie mit dem Babinet'schen Gesetz, dass bei positiven Krystallen der extraordinäre Strahl stärker absorbirt ist als der ordinäre, oder hier an einem zweiaxigen Krystall stärker als der dem ordinären analoge.

V. Amphibol.

Zur leichteren Orientirung der Formen beginne ich mit der dunkelsten Varietät, der basaltischen Hornblende, die so oft die schönsten Krystallformen zeigt. Die Lage der Krystalle, Fig. 7, ist krystallographisch genommen wie beim Augit, Fig. 5, genau dieselbe, *CD* oder *O* die Projection der Basis, *BA* die Projection der Axenkante, des Augitoides — *A*. Die Neigungen der geneigten Linien gegen die Querfläche, deren Projection *CA*₁ sind nach Miller:



$$DCA_1 \quad DAB_1$$

$$\text{für Augit} \dots = 106^\circ 1', 104^\circ 36',$$

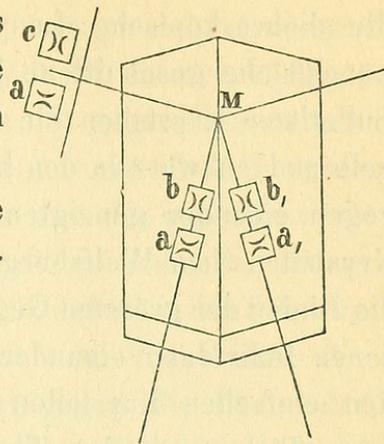
$$\text{„ Amphibol} = 104^\circ 58', 106^\circ 2'.$$

Aber die Lage der Elasticitätsaxen zeigte sich bei der ersten Platte, die ich aus einem Zwillingkrystalle schneiden liess, ganz verschieden von der Lage am Augit. Anstatt dass sie die Richtung von dem Mittelpunkte *M* aus gegen *B* genommen hätten, lagen diese Axen vielmehr in der Richtung nach *E*, oder, um sie in der Projection

des Zwillingkrystalles Fig. 8 mit dem Zwillinge Fig. 6 zu vergleichen, es hatten die zwei Elasticitätsaxen eine solche Lage, dass sie so weit als möglich von der Lage jener abweichen.

Dabei zeigten sich in den der Axe parallel geschliffenen Platten folgende Farbentöne:

Fig. 8.



A x e n f a r b e n		
a) Axe	b) Längs-Diagonale	c) Quer-Diagonale
Blutroth beinahe schwarz	Honiggelb	Blutroth
Dunkelster	Hellster	Mittlerer
T o n .		

Es gelang freilich überhaupt nicht, eine der Querfläche parallele Platte zu erhalten, aber doch liessen sich die Töne gut als die oben verzeichneten ableiten, wenn man die Krystalle in sehr schiefen Richtungen mit der dichroskopischen Loupe untersuchte.

Aber diese Krystalle von Sulletitz bei Leitmeritz waren sehr zerklüftet, so dass es schwer hielt, Platten zu gewinnen. Herr Dr. Hochstetter war eben für die k. k. geologische Reichsanstalt in der Nähe des Wolfsberges bei Czernussin in Böhmen beschäftigt, der so bekannt ist als Fundort zahlreicher und schöner schwarzer Amphibolkrystalle. Dieser Umstand wurde zu Aufsammlungen derselben benützt. In der That fanden sich nun auch unter denselben ziemlich homogene Individuen und Zwillinge vor, aus welchen ich Platten schneiden liess, welche genau die jenseits verzeichneten Farbentöne wahrnehmen liessen und zwar sowohl parallel der Längsfläche, als auch parallel der Querfläche, doch nicht senkrecht auf die Axe des Prismas. Doch welche neue Verwicklung! Die Lage der Elasticitätsaxen war nicht dieselbe wie bei den Krystallen aus der Gegend von Leitmeritz, sondern sie war dergestalt orientirt, dass eine derselben parallel der Hauptaxe war, die beiden andern senkrecht auf dieselbe lagen, die letzteren zugleich senkrecht auf die Längs-

fläche und senkrecht auf die Querfläche. Wenn man nämlich durch die dichroskopische Loupe eine aus einem Zwilling parallel der Längsfläche geschnittene Platte untersucht, so zeigen sich bei den Sulettitzer Krystallen die grössten Contraste von hell und dunkel, gelb und schwarz in den beiden Individuen in um etwa $12^\circ = E'ME$ gegen einander geneigten Lagen a, b und a', b' , Fig. 8. Bei den Krystallen vom Wolfsberg ist keine solche geneigte Lage zu finden, die Linien der grössten Gegensätze sind in beiden aneinander gewachsenen Individuen einander vollkommen parallel, eben so wie sie in den einfachen Krystallen der Axe, oder den Durchschnitten der Längsflächen mit den Theilungsflächen parallel sind. Es ist wahr, die wirkliche Lage lässt sich nicht allzugenau durch die Beobachtung des Minimums der Lichtintensität dem Winkel nach bestimmen, aber doch ist es unmöglich, die grosse Verschiedenheit zu verkennen, welche zwischen absolut erscheinender Übereinstimmung und dem sehr deutlich hervortretenden Unterschiede in der Lage stattfinden. Diese Thatsache ist wohl der grössten Aufmerksamkeit werth. Man hat bisher zwar in den Winkeln der Axen von einer Varietät zur anderen Unterschiede gekannt, wie dies bereits Brewster am Topas fand, oder bei den verschiedenen Glimmern, wo man die einzelnen Ausgangspunkte noch nicht festgestellt hat, oder bei den durch Zusammenkrystallisiren von Kalinatrontartarat mit Ammoniaknatrontartarat gewonnenen Krystallen, wie es de Sénarmont so schön nachgewiesen hat, ja selbst nach Mitscherlich bei einem und dem nämlichen Krystall durch Erwärmung wie beim Gyps, aber die Elasticitätsaxen blieben doch immer die nämlichen. Hier bleiben aber auch diese nicht in allen Varietäten dieselben. Es ist dies wohl ein Gegenstand, der weiter verfolgt zu werden verdient, als es mir bis jetzt möglich war, wo sich so viele neue Beziehungen darboten.

Um die optischen Axen aufzusuchen, schienen aber namentlich die Platten parallel der Querfläche geschnitten, sehr günstig. Einmal nach der Analogie mit Augit, bei dem die optischen Axen in der Längsfläche liegen, also in Platten parallel der Querfläche und in Platten parallel der Basis sichtbar sind, dann aber auch nach der Anleitung der Farbentöne selbst, wo der mittlere, das dunkle Roth der Axe der mittleren Absorption, also aller Wahrscheinlichkeit nach dem Babinet'schen Gesetze entsprechend der Axe der mittleren

Elasticität oder Brechbarkeit überhaupt angehört. In einem gewöhnlichen Polarisationsapparate, in einer Turmalinzange sieht man freilich nichts, wohl aber wenn man die Platte in Öl untersucht. Entsprechend der vom Herrn Professor Miller ¹⁾ gegebenen Anweisung wurde die Platte an dem unteren Ende der Axe eines Horizontal-Goniometers befestigt und in einem unter dasselbe gestellten mit Turmalinplatten beklebten Kästchen mit parallelen Glasseiten untersucht. Es kamen in der erwarteten Richtung in der That mit Schwarz in Roth gezeichnet die beiden Ringsysteme zum Vorscheine. Sie waren dem Anscheine nach gleich geneigt gegen die Ebene der Platte und machten mit einander einen Winkel von $93^{\circ} 30'$. Dies ist der Winkel der Axen in Oliven-Öl, dessen Brechkraft durch den Exponenten 1.500 ausgedrückt ist. Um den wahren Winkel der Axen im Krystall zu finden, muss man den Sinus des Einfallswinkels $46^{\circ} 45'$ mit $\frac{1.500}{1.710}$ multipliciren und erhält dann den Sinus von $39^{\circ} 42'$ und den Winkel der Axen $79^{\circ} 24'$. Die senkrecht auf der Querfläche stehende Linie, welche diesen Winkel halbirt, ist dann die erste Mittellinie oder optische Hauptaxe. Den Exponenten 1.710 fand ich als annähernden Werth für den in der Richtung der Axe polarisirten Strahl durch die directe Messung der Abweichung bei einem feinen Splitter derselben Varietät vom Wolfsberg. Der brechende Winkel war also $55^{\circ} 30'$, die Abweichung ψ durch Spiegelung gemessen betrug 25° . Man hat also $n = \frac{\sin(\frac{1}{2}\varphi + \psi)}{\sin \frac{1}{2}\varphi}$.

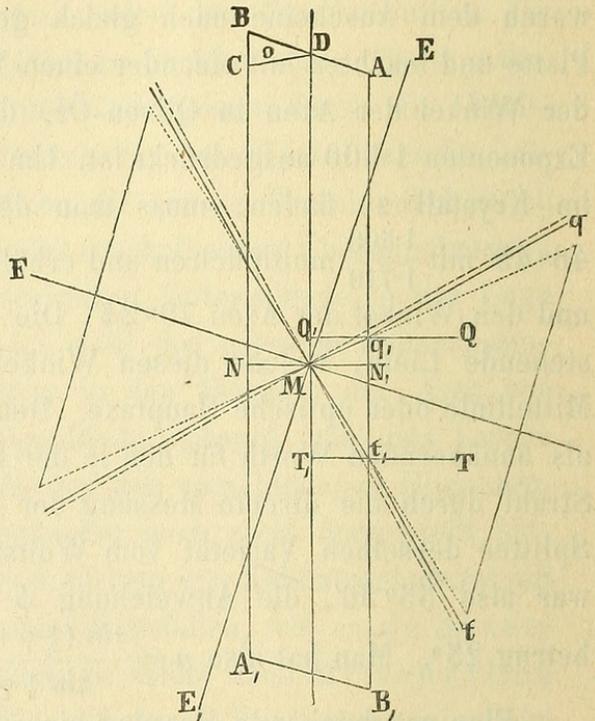
Eine vergleichende Messung eines durch zwei Theilungsflächen gebildeten Prismas von weissem Tremolith von Gulsjö, den ich Herrn Professor Gustav Rose verdanke, ebenfalls durch Spiegelung gemessen, gab die Abweichung der zwei Bilder $20^{\circ} 51'$ und $21^{\circ} 14'$, und zwar ersteres in der Richtung der Axe, letzteres senkrecht auf dieselbe polarisirt. Die entsprechenden Brechungs-Exponenten folgen daraus = 1.611 und 1.620. Da aber auch beim Tremolith die optischen Axen in der Ebene der Abweichung oder in der Längsfläche liegen, so ist ersterer der mittlere, letzterer der grösste der drei dem Tremolith angehörigen Exponenten, und letzterer stimmt, wenn auch nicht in der Intensität, doch in der Lage mit dem in den schwarzen Amphibolen nahezu oder vollständig absorbirten Strahle

¹⁾ Elementary Introduction to Mineralogy, pag. 63.

überein, was immerhin als gleichartige Erscheinung wichtig ist. Auch ist am Tremolith schon der weissen Farbe ungeachtet, das stärker gebrochene senkrecht auf die Axe polarisirte Bild bereits etwas mehr absorbirt, als das schwächer gebrochene in der Richtung der Axe polarisirte; das schwächer gebrochene Bild der Kerzenflamme ist nämlich heller als das stärker gebrochene.

Die beifolgende Fig. 9 gibt ein Bild der Lage der Elasticitätsaxen und der optischen Axen gegen die Krystall-Individuen und gegeneinander im Tremolith und im Strahlstein orientirt, wenigstens nach den Hauptmomenten, wenn ich auch für genauere numerische Daten gerne bessere Krystalle und Apparate anzuwenden gewünscht hätte. Ich fand in Öl den Winkel $tt_1 B_1 = 22^\circ$, den Winkel $q q_1 A = 63^\circ$. Daraus folgt der Einfallswinkel $T t_1 t = 68^\circ$, der Einfallswinkel $Q q_1 q = 27^\circ$. Mit dem mittleren Brechungs-Exponenten 1.611, wenn der von Öl = 1.500 ist, reducirt ist der Brechungswinkel $Mt T_1 = 59^\circ 41'$, der Brechungswinkel $Mq_1 Q_1 = 25^\circ 0'$. Der Winkel der Axen $q' Mt'$ ist aber $= N_1 Mq_1 + N_1 Mt_1 = Mq_1 Q_1 + Mt_1 T_1$, also $= 25^\circ + 59^\circ 41' = 84^\circ 41'$.

Fig. 9.



Wenn man die Winkel der optischen Axen

	Im Öl	Im Krystall
für Tremolith und Strahlstein	95°	84° 41'
„ basaltischen Amphibol. . .	93° 30'	79° 24'

vergleicht, so ist der Unterschied nicht grösser als man ihn wohl bei den übrigens bestehenden Abweichungen der Formen erwarten konnte, ja man wird fast überrascht durch die ungeachtet der letzteren gefundenen Übereinstimmung. Denn auch die Lage der Elasticitätsaxen stimmt in den beiden nicht überein. Wenn man den Winkel

der Axen $84^{\circ} 41'$ halbirt, so ist $42^{\circ} 20\frac{1}{2}'$ die Neigung jeder derselben gegen die Mittellinie, oder optische Hauptaxe $= q_1 MF_1$ und $N_1 MF_1 = EMD = q_1 MF_1 - q_1 MN_1 = 42^{\circ} 20\frac{1}{2}' - 25^{\circ} = 17^{\circ} 20\frac{1}{2}'$.

Dieser Winkel stimmt sehr gut mit Herrn von Kobell's Angabe „für den Strahlstein $17^{\circ} - 18^{\circ}$ “. Für den Tremolith fand er 15° ¹⁾. Er setzt hinzu: „Die Winkel waren zwar nur annähernd zu bestimmen, ich führe sie aber an, weil man bis jetzt von dem optischen Verhalten des Amphibols fast nichts kennt.“ Die allerersten Angaben, welche mir überhaupt in Bezug auf diese Eigenschaften ausser den Farben selbst, bekannt sind, beschränken sich nämlich auf jene meine eigene Mittheilung im 12. Bande unserer Sitzungsberichte.

Der Pargasit stimmt im Ganzen gut mit Tremolith und Strahlstein. Wie der letztere besitzt er drei wenig verschiedene Farbentöne.

Auf die obige Fig. 8 bezogen gilt folgendes Schema:

A x e n f a r b e n		
a) Axe	b) Längsaxe	c) Queraxe
Blaulich-lauchgrün	Gelblich-olivengrün	Blaulich-olivengrün
Dunkelster	Hellster	Mittlerer

T o n.

Etwas grösseren Gegensatz bilden die grünen Farbentöne einiger Strahlsteine vom Greiner im Zillerthal in Tirol. Einer der Varietäten entnahm ich folgendes Schema:

A x e n f a r b e n		
a) Axe	b) Längsaxe	c) Queraxe
Zwischen smaragd- und lauchgrün	Blass olivengrün	Zwischen olivengrün und ölgrün
Dunkelster	Hellster	Mittlerer

T o n.

¹⁾ Stauroskopische Beobachtungen. Gelehrte Anzeigen der k. bayerischen Akademie der Wissenschaften, Nr. 9, 20. Juli 1853, S. 76.

Die schwarze Hornblende von Pargas ist in dünnen Platten ebenfalls ganz durchsichtig, nur sind die einzelnen Töne dunkler als bei dem eigentlichen Pargasit, und eigentlich mehr Grau zu nennen.

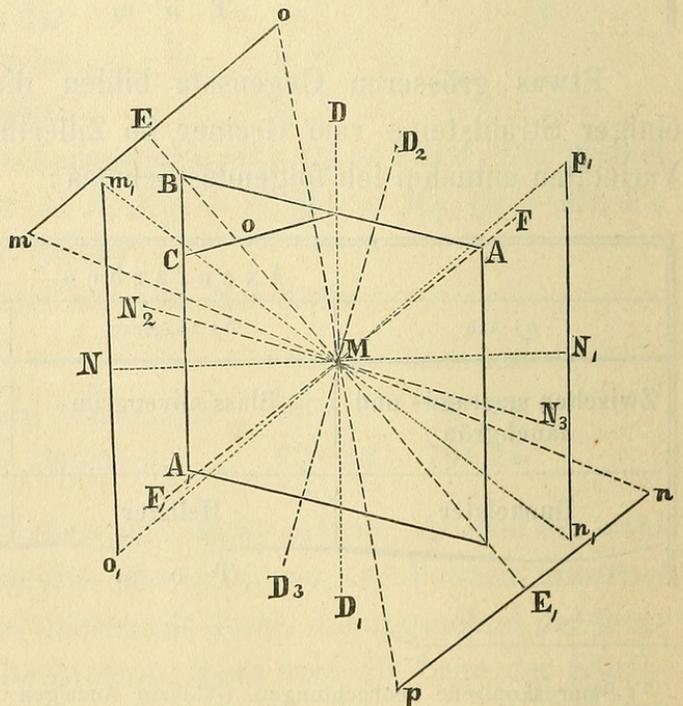
Ein schwarzer Amphibol, gemeine Hornblende von Arendal, parallel der Längsfläche geschliffen, scheint in der That tief schwarz; die dünnsten Stellen gegen das directe Sonnenlicht gehalten, liessen dennoch die helle Scheibe der Sonne dunkel spangrün durchblicken. Das feinste Pulver der Krystalle, mit einem Achatpistill auf einer matt geschliffenen Bergkrystallplatte zerdrückt, ist grünlichgrau ziemlich gesättigt, während das Pulver der basaltischen Hornblende vom Wolfsberge eine blass isabellgelbe Farbe besitzt.

VI. Augit verglichen mit Amphibol.

Stellt man die zwei Figuren 5 und 7 neben einander, so erhält man die Vergleichung der Lage der Elasticitäts-Axen und der eigentlichen optischen Axen in parallel gestellten Individuen, je von Augit und Amphibol. Die beiden Figuren 6 und 8 beziehen sich in ähnlicher Weise auf Zwillinge von Augit und von Amphibol, ebenfalls in paralleler Stellung der Krystalle.

In einer weiteren Skizze Fig. 10 vereinigte ich die Angabe der nach den Krystallflächen orientirten optischen Linien der beiden Krystallspecies, und unterschied sie durch die Ausführung der Linien, die gestrichelten gehören dem Augit, die punktirten dem Amphibol an, und zwar der schwarzen basaltischen Hornblende vom Wolfsberg, die gestrichelt - punktirten den heller farbigen Strahlstein- und Tremolithvarietäten.

Fig. 10.



Zwischen beiden liegen die entsprechenden Linien der basaltischen Hornblende von Sulletitz.

Der Winkel $m M N$ beträgt nach Herrn Prof. Miller $21^{\circ} 38'$ am Diopsid nach der oben erwähnten Neigung der optischen Axen, an dem schwarzen Amphibol von Wolfsberg beträgt der Winkel $m' M N = 39^{\circ} 42'$, der Winkel der beiden Axen $m n$ und $m_1 n_1$ daher $18^{\circ} 4'$. Für die Neigung der beiden andern optischen Axen von Augit und Amphibol gegen einander ist der Winkel $o M D$ nach Miller $= 9^{\circ} 26'$, der Winkel $D M p$, nach meiner obigen Schätzung $= 50^{\circ} 18'$ daher $o M p = 59^{\circ} 44'$. Für die um $17^{\circ} 20'$ verschiedene Lage der Elasticitätsaxen bei den durchsichtigen Varietäten wie $D_2 D_3$ und $N_2 N_3$ würden entsprechende Winkelunterschiede in den optischen Axen, wobei der Winkel derselben $= 84^{\circ} 40'$ genommen wird, von $38^{\circ} 2'$ und $74^{\circ} 26'$ hervortreten.

Zu andern Betrachtungen gibt die Lage der Elasticitätsaxen Anlass. Nach den vorläufigen Untersuchungen scheint diese innerhalb der Augite nicht zu variiren, während dies bei den Amphibolen allerdings der Fall ist. Aber das ist bemerkenswerth, dass bei den ersten von der Axe der Krystalsymmetrie ausgehend, die Abweichung der den kleinsten Winkel mit derselben einschliessenden Elasticitätsaxe gerade in entgegengesetzter Richtung stattfindet von derjenigen, welche man an den Amphibolvarietäten antrifft, wo überhaupt eine solche Abweichung vorkommt.

Man nehme die Lage der Elasticitätsaxen am Augit als gegeben, $E M F$ also $= 90^{\circ}$, und untersuche welchen Winkel die dazwischen liegende Elasticitätsaxe des Amphibols einnimmt. Für die basaltische Hornblende vom Wolfsberg ist diese $D D_1$, $E M D$ also $= 38^{\circ} 54'$ und folglich $D M F = 50^{\circ} 6'$, welches übrigens begreiflich auch gleich ist dem Winkel $E M N$, welchen die erste Elasticitätsaxe des Augits $E E_1$ mit der andern Elasticitätsaxe des Amphibols $N N_1$ einschliesst. Für die durchsichtigen hellfarbigen Amphibole ist $E M D_2 = 56^{\circ} 14'$ und $D_2 M F$ als Complement $= 33^{\circ} 46'$, also in einer entgegengesetzten Richtung der Winkelunterschiede zwischen den beiden. Die Lage einer zwischen D und D_2 hindurchgehenden Axe wäre beiderseits gleich geneigt, brächte Winkel von 45° hervor, wenn der Winkel der Abweichung für den Amphibol $5^{\circ} 36'$ betrüge, denn es ist $D M F - D M E = 50^{\circ} 6' - 38^{\circ} 54' = 11^{\circ} 12'$. Der bei den Zwillingen von Sulletitz annähernd gefundene Winkel von 12° stimmt mit diesem Mittel fast vollständig überein.

VII. Gruppierungen von Augit und Amphibol.

Bekanntlich finden solche in sehr ausgedehntem Maasse Statt. Die Gruppierungen mit parallelen Krystallaxen hat namentlich Gustav Rose entdeckt, und gründlich erforscht ¹⁾ und sie gaben zuerst Veranlassung zu den genaueren Untersuchungen, ob man nicht Augit und Amphibol in eine Species vereinigen sollte, endeten aber in der viel fruchtbareren und seitdem so erfolgreich angenommenen Ansicht, dass die Amphibolbildung ein pseudomorpher Fortschritt in dem Bestehenden der zuerst als Augit krystallisirten Massen ist. Meine eigenen ersten Versuche von Studien über den Smaragdit ²⁾ hatten sich zwar auf Gruppierungen von Amphibol und Augit bezogen, aber die Sache lange nicht in so helles Licht gestellt, namentlich wurde der eigentliche Smaragdit als wirklicher Amphibol nachgewiesen, während doch auch ganz grüner Augit sich unter den Varietäten findet. Später, in meinem Handbuche der bestimmenden Mineralogie ³⁾, erwähnte ich einer andern Gruppierung an dem grasgrünen Smaragdit von Bacher, aber nur summarisch, wie es der Kürze wegen nothwendig erschien. Es ist dort in der That mit einer Skizze Fig. 11 die Erklärung gegeben. Ich benütze nun die Veranlassung, um das eigentliche höchst merkwürdige Stück in der Sammlung der k. k. geologischen Reichsanstalt ebenfalls durch eine Skizze Fig. 12 zu versinnlichen.

Im Ganzen besteht dasselbe aus parallelen ungleichdicken Blättchen, welche durch die so auffallende glänzendste Folge paralleler Flächen von einander getrennt sind. Diese Blättchen bestehen abwechselnd aus Augit und Amphibol. Die Augitblättchen ihrerseits befinden sich von einem Blatt zum andern in vollkommen paralleler Stellung, die Theilungsrichtungen derselben spiegeln gleichzeitig,

Fig. 11.

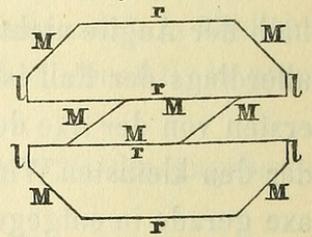
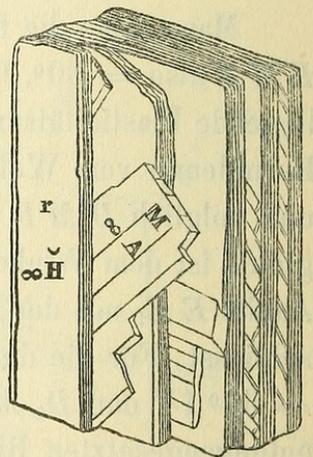


Fig. 12.



¹⁾ Poggendorff's Annalen. Bd. 22, S. 321; Bd. 27, S. 97; Bd. 31, S. 619. Reise nach dem Ural 2, 347.

²⁾ On Diallage. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, for the year 1824. Gilbert's Annalen, Bd. 75, S. 367.

³⁾ Seite 280.

doch sind sie überhaupt nicht sehr vollkommen. Die glänzendste Zusammensetzungsfläche ist ihre Querfläche $\infty \dot{H}$ oder r (Haüy). Die weit dünneren Amphibolblättchen sind nicht in einer solchen Stellung, dass ihre Krystallisationsaxe der Krystallisationsaxe des Augits entspräche. Selbst die Lage der Querfläche stimmt nicht einmal überein, sondern die Amphibolblättchen sind mit einer ihrer vollkommenen Theilungsflächen, einer Fläche des Prismas $\infty A = 124^{\circ} 31'$ oder M (Haüy) zwischen den Augitblättchen eingeschlossen; an den Rändern der Blättchen glänzen gleichzeitig, dem Bruche entlang, die kleinen Abschnitte der zweiten vollkommenen Theilungsfläche, und bringen dadurch den Eindruck fadenförmig, durch die Masse sich ziehender glänzender Linien hervor. Die Amphibolblätter sind aber auch nicht unter sich parallel, und diese fadenförmigen glänzenden Linien wechseln daher auch in ihrer Erscheinung, je nachdem man das Stück im Ganzen gegen eine helle Lichtquelle hält.

Wenn die hier beschriebene Gruppierung auch eigentlich sich auf ganz verschiedene Varietäten von denen bezieht, die im Vorhergehenden vorzugsweise betrachtet wurden, so erweitert sie doch überhaupt durch ein höchst merkwürdiges Beispiel das Bild des Zusammenvorkommens der beiden Species, welches immer mannigfaltiger sich darstellt.

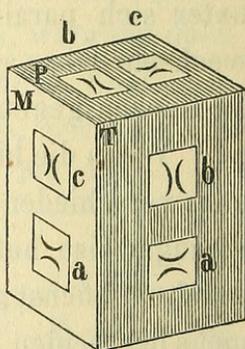
Dünne Platten des schwarzen basaltischen Augits von Borislau bei Teplitz in Böhmen, parallel der Längsfläche geschnitten, zeigen ein anderes, ebenfalls sehr auffallendes Beispiel eines Zusammenvorkommens dieser Art. Die Farbe der Platte ist ein Mittel zwischen ölgrün und olivengrün, und wie es oben bei Fig. 6 erwähnt wurde, ist der senkrecht auf die Hauptaxe polarisirte Ton a etwas mehr gelblich als b , auch um ein ganz Weniges stärker absorhirt. Die Platten sind wohl an sich schon sehr zerklüftet, aber sie enthalten auch zahlreiche eingewachsene gelbe Krystalltheilchen, die sich sogleich durch ihre Farbe und Begrenzung von dem gleichförmigen Grunde abheben. Sie erscheinen deutlich parallel der Krystallaxe des Augits gestreift. Durch die dichroskopische Loupe zeigt sich alles Gelb in der Richtung dieser Axe polarisirt, senkrecht auf dieselbe ist der erste Eindruck schwarz, es ist nämlich das fast gänzlich absorbirte Roth der basaltischen Hornblende. Basaltische Hornblende ist also in zahlreichen kleinen Theilchen in dem schwarzen basaltischen Augit eingewachsen, und zwar mit parallelen Krystallaxen. Es war mir nicht möglich zu unterscheiden, ob die optische Elasticitätsaxe des Amphibols, die

Linie des grössten Contrastes genau der Krystallaxe entspricht, wie bei den Krystallen vom Wolfsberge, oder ob sie mit derselben einen Winkel einschliesst, aber das liess sich sehr gut ausnehmen, dass sie alle vollkommen unter einander und mit dem einschliessenden Augitkrystalle eine parallele Stellung einnahmen, indem man ebenfalls senkrecht gegen die Längsfläche sah.

Ganz ähnliche gelbe Krystallpartien findet man zuweilen auch in dünnen Platten des Hypersthens von Labrador, wenn diese senkrecht auf die Fläche des kupferrothen Schillers parallel der Axe geschnitten sind. Auch sie sind der Krystallaxe des Augitprismas parallel, welches die Theilbarkeit des Hypersthens ist.

Meinem hochverehrten Freunde Gustav Rose verdanke ich ein treffliches Stück dieses Hypersthens, aus dem ich nun bessere Platten schleifen lassen konnte, als die kleinen Rudimente auf welche sich meine früheren Beobachtungen und Angaben bezogen ¹⁾. Wenn nämlich in Fig. 13 *M* die Fläche des kupferrothen Schillers; die Querfläche ist, so zeigten sich die drei Töne folgendermassen :

Fig. 13.



A x e n f a r b e n		
a) Axe	b) Längs-Diagonale	c) Quer-Diagonale
Grau, etwas grünlich	Gelblichgrau bis olivengrün	Hyazinthroth
Dunkelster	Hellster	Mittlerer
T o n.		

Die Orientirung stellte sich in der That nach den drei krystallographischen Axen des Prismas der Theilbarkeit, so wie es früher angegeben worden ist. Dennoch bleibt ein Weg übrig, um diese Verhältnisse mit der Axenlage in den Diopsiden in Zusammenhang zu bringen. Denn es besteht offenbar im Hypersthen eine mechanische Zusammensetzung von zahlreichen ungemein dünnen Blättchen, welche sich parallel der kupferrothen Fläche *M* berühren, so wie dies

¹⁾ Sitzungsberichte u. s. w. 1848, Bd. 1, S. 311 und 1854, Bd. 12, S. 1074.

in Fig. 13 angedeutet ist. Diese ist gewiss keine Theilungsfläche, sondern bloß Zusammensetzungsfläche, in welcher sich die Theilchen leicht trennen lassen. Wenn man eine dünne parallel der Längsfläche *T* geschliffene Platte unmittelbar vor das Auge hält, und einen hellen Lichtpunkt betrachtet, so ist dieser oder sein Bild auf den zahlreichen Zusammensetzungsflächen im Innern von einem langen Lichtstreifen begleitet, der senkrecht auf der Axe des Prismas steht. Betrachtet man die Platte in der deutlichsten Sehweite durch die Loupe, so ist nur eine Lage, in der sie am hellsten ist. Wendet man sie rechts oder links, so nimmt die Helligkeit sehr schnell ab, gerade so, wie wenn man durch die Zähne eines Kammes hindurchsieht, und auch aus einer analogen Ursache, weil nämlich hier die Zusammensetzungsfläche den freien Lichtdurchgang beeinträchtigen. Die gleiche Erscheinung zeigt sich an Platten, die parallel der Fläche *P* Fig. 12 senkrecht auf die Axe des Prismas geschnitten sind. Wenn nun aber die ganze Krystallmasse aus Platten zusammengesetzt ist, die feiner sind als dass jede für sich ihre individuelle optische Wirkung zeigt, so geben sie doch gemeinschaftlich eine Gesamtwirkung, und diese ist es, welche man wahrnimmt.

Herrn Prof. Gustav Rose verdanke ich auch die schönen Hypersthene von Buchau bei Neurode in Schlesien, so wie Herrn Dr. Hochstetter die denselben ungemein ähnlichen Varietäten von Wonischen bei Ronsberg in Böhmen. Sie sind etwas heller an Farbe und mehr durchscheinend als die von Labrador, dabei ist die Farbe der der Längsfläche parallel geschnittenen Platten bei den letzteren beinahe ein blasses Nelkenbraun zu nennen, während die von Neurode sich wieder mehr grau an die von Labrador anschliessen. Aber in beiden ist die mechanische Zusammensetzung von feinen Lagen parallel der Querfläche eben durch den beim Durchsehen erscheinenden Lichtstreifen ganz unzweifelhaft.

Es ist übrigens schwierig, von allen diesen Körpern Platten geschliffen zu erhalten, an welchen man entscheidende Wahrnehmungen machen kann. Viele davon sind nahe undurchsichtig, es ist eine wahre Eroberung, die optischen Forschungen auch nur auf sie ausdehnen zu können, wie bei der basaltischen Hornblende, aber eben darum schien es mir, dass ich nicht abwarten sollte, bis ich selbst die Untersuchungen nach allen Richtungen noch mehr ausgeführt hätte, um noch genauere Ergebnisse zu erhalten.

So wie ich vorläufig mit Gegenständen und Apparaten versehen bin, aber auch über Kraft und Zeit disponiren kann, muss ich sehen, dass es mir in längerer Zeit nicht gelingen würde, einen festeren Grund zu legen, daher will ich lieber jetzt Alles hingeben, um vielleicht besser vorbereitete oder unterstützte Forscher anzuregen, den Gegenstand aufzunehmen und weiter zu entwickeln. Herr Dr. O s c h a t z in Berlin erzielte durch sorgsame Arbeit sehr dünne Platten von Mineralkörpern zur mikroskopischen Untersuchung ¹⁾. Die von einer Gebirgsart von Neurode, die bisher Melaphyr genannt wurde, haben kürzlich Herrn Dr. Gustav J e n z s c h in den Stand gesetzt, als Grundlage bei der Berechnung seiner Analyse eine klare Übersicht der mineralogischen Zusammensetzung dieses fast homogen erscheinenden Gesteines zu geben ²⁾. Der Hypersthen verdiente wohl mit dem an denselben so innig anschliessenden Anhang, der Anthophyllite, Bronzite, Uralite bis zu den einfachen Krystallen der beiden Species Augit und Amphibol die grösste Aufmerksamkeit und würde einen würdigen Gegenstand von Bemühungen für die Darsteller jener dünnen Platten ausmachen.

Eine der wichtigeren theoretischen Betrachtungen, welche mit dem merkwürdigen Unterschiede in der Lage der Elasticitätsachsen am Augit und Amphibol zusammenhängen, sollte, glaube ich, dahin zielen, zu untersuchen, wie eine ganz geringe Änderung in der Lage der letzten Theilchen — Stoff-Atome wenn man will — ein anderes körperliches Netz hervorbringt. Ist die Stellung der Theilchen gedrängt an einander, so entsteht Augit, der bei gleichem Flächeninhalt des Querschnittes weniger Umfang hat, zugleich ein höheres specifisches Gewicht, grössere Dichte; ist die Stellung entfernter, so entsteht der weniger dichte Amphibol. Die Richtung der grösseren Entfernung wird man am ersten in der so sehr verlängerten Makrodiagonale des Amphibols zu suchen haben, aber während in dieser die neue Anordnung geschieht, schlagen, um mich so auszudrücken, auch die früher nach anderen Richtungen gespannten Theilchen in ihrer Lage um, neue Spannungsknoten entstehen und neue Elasticitätsachsen treten in den grössten Differenzrichtungen zwischen den Richtungen der früheren hervor. Wird es je gelingen, bei so compli-

¹⁾ Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, 1854, Seite 261.

²⁾ Poggendorff's Annalen 1855. Band 93, Seite 418.

cirten Verhältnissen der Formen einerseits und der chemischen Bestandtheile andererseits die geometrische Architektonik solcher Körpernetze nachzuweisen, wie man es wohl bei einfachen chemischen Stoffen und bei regelmässigeren Formen versucht hat? Der höchste Reiz liegt immer in den schwierigsten Aufgaben.

SITZUNG VOM 18. OCTOBER 1855.

Zwei Schreiben des Herrn Prof. Zejszner in Krakau an das w. M., Herrn Dr. Boué in Wien.

Herrengrund, 11. September 1855.

. . . . Den Lehm des Löss habe ich am ganzen nördlichen Abhange der Tatra beobachtet; angefangen vom Dorfe Zar (östlich) bis nach Zuberec (Arva), und weiter bis zum Chacz. Alle älteren Gebirgsarten sind damit bedeckt. Dasselbe wiederholt sich am südlichen Abhange der Tatra zwischen Pribilina und dem Fusse des Kriwan. Mitten in der Tatra findet sich Löss nur an wenigen Punkten, aber sehr deutlich ist dieses Sediment nachzuweisen. Gegenüber des Bergwerkes Magora von Zakopane am Abhange Dziuramego genannt, erhebt er sich bis über die Baumgrenze, und bedeckt den Liaskalk; höher verschwindet er, und die schwarze Erde vertritt denselben. Noch höher zeigt er sich am Berge Jaworawa im Thale Wiercicha (Tycha-Thal), wo auf Kalkstein der Gneissgranit ruht; im Thale von Koscielisko am Fusse des Berges Saturnus ist Löss am östlichen und westlichen Abhange des Berges Suwa, oberhalb Zuberec, der aus Liaskalk besteht. Von hier an wendet sich das Gebirge gegen Südwest, immer aber ruhen Nummuliten-Schichten auf Lias, und diese werden bis zu einer gewissen Höhe von mehr oder weniger mächtigen Löss-Schichten bedeckt. Durch diese Thatsachen ist ein neuer Beweis gefunden, dass die Tatra in neuester Zeit gehoben wurde. — Einen sehr interessanten Durchschnitt fand ich in Zuberec, Nummuliten-Dolomit ist da wie ein Keil im Granit eingeschlossen. In dem Berge, genannt Zuberec, bei dem Orte Zuberec, erhebt sich Liaskalk, der auf Granit ruht; fast an der Baumgrenze findet sich



BHL

Biodiversity Heritage Library

Haidinger, Wilhelm. 1855. "Vergleichung von Augit und Amphibol nach den hauptzügen ihrer krystallographischen und optischen Eigenschaften." *Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe* 17, 456–475.

View This Item Online: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/107747>

Permalink: <https://www.biodiversitylibrary.org/partpdf/234131>

Holding Institution

Smithsonian Libraries and Archives

Sponsored by

Biodiversity Heritage Library

Copyright & Reuse

Copyright Status: Public domain. The BHL considers that this work is no longer under copyright protection.

This document was created from content at the **Biodiversity Heritage Library**, the world's largest open access digital library for biodiversity literature and archives. Visit BHL at <https://www.biodiversitylibrary.org>.