

# Briefliche Mittheilungen an die Redaction.

## Die optischen Anomalien der Krystalle.

Von R. Brauns.

Marburg i. H., Mineralogisches Institut, December 1891.

Die in dies. Jahrb. 1887. II. 238 bekannt gemachte, von der Fürstlich JABLONOWSKI'schen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig für das Jahr 1890 gestellte Preisaufgabe habe ich zu bearbeiten versucht. Das Werk ist jetzt als Preisschrift der genannten Gesellschaft erschienen<sup>1</sup>, und ich erlaube mir, den wesentlichen Inhalt desselben hier kurz anzudeuten.

In dem ersten Theil ist die Entwicklung unseres Wissens von den optischen Anomalien von den Anfängen bis auf die neueste Zeit dargestellt; hierbei nimmt die Besprechung der MALLARD'schen Hypothese und der Ansichten ihrer Anhänger und Gegner einen hervorragenden Platz ein. Vorher werden die Arbeiten von BREWSTER, BIOT, FRANKENHEIM, MARBACH, REUSCH und Anderen besprochen und ihre Anschauungen über die Ursachen der optischen Anomalien dargelegt und kritisch beleuchtet. So liess sich z. B. aus den Angaben BIOT's in seinem Werke über die Lamellarpolarisation der Nachweis führen, dass die Alaunkrystalle, welche er zu seinen Untersuchungen benutzt und auf deren Verhalten er seine Hypothese von der Lamellarpolarisation gegründet hat, keine reinen Alaune, sondern Mischkrystalle von Kali- und Ammoniakalaun waren. Solche Mischkrystalle aber sind, wie ich gefunden habe (dies. Jahrb. 1883. II. 103), immer doppelbrechend, und zwar negativ wie die Krystalle von BIOT; sie wirken auf das polarisirte Licht, weil sie doppelbrechend sind und nicht durch Lamellarpolarisation. Der Hypothese BIOT's von der Lamellarpolarisation ist hiermit ihre Grundlage entzogen.

In dem zweiten Theil werden die optischen Anomalien der Krystalle beschrieben; als Eintheilungsprincip gilt die Ursache der Anomalien; hiernach werden die anomalen Krystalle in folgende Gruppen geordnet:

<sup>1</sup> Die optischen Anomalien der Krystalle von Dr. REINHARD BRAUNS. Mit sechs Tafeln. Gekrönte Preisschrift. Leipzig, bei S. HIRZEL, 1891.

- I. Optische Anomalien durch Kreuzung von verschieden orientirten Lamellen (p. 57—80).
- II. Optische Anomalien bei dimorphen enantiotropen Substanzen (p. 81—149).
- III. u. IV. Optische Anomalien durch innere Spannungen, und zwar:
  - III. Optische Anomalien durch mechanischen Druck oder Zug, schnelle Kühlung etc. (p. 150—203).
  - IV. Optische Anomalien durch isomorphe Beimischung (p. 204—312).
  - V. Optische Anomalien durch Wasserverlust (p. 313—321).
- Anhang. Optisch anomale Krystalle, von denen die Ursache der Anomalien noch unbekannt ist, oder die zu keiner der vorhergehenden Gruppen gehören (p. 322—355).

Neue Beobachtungen und mehr oder weniger neue Ansichten werden mitgetheilt über: Ferrocyankalium, Kalkuranglimmer (Autunit), Boracit, Leucit; Mikroklin. Steinsalz, Sylvin, Zinkblende, Bleinitrat, Diamant, Senarmontit, Beryll, Brucit, Quarz. Über die Mischkrystalle von Blei- und Baryumnitrat, Alaun, die unterschwefelsauren Salze, Chabasit, Jeremejewit und Eichwaldit, Vesuvian, Topas, Strychninsulfat, Eulytin, Pharmakosiderit u. a. — Auf Einzelheiten der Beschreibung einzugehen, verbietet der Raum; nur wenig sei genannt.

Die Structur der tetraëdrischen Boracitkrystalle, welche nach einigen Forschern anders sein soll, als die der würfeligen und granatoëdrischen Krystalle, stimmt mit der Structur dieser überein, insofern, als die Theilchen in derselben Weise wie da gegen die äussere Form orientirt sind; die tetraëdrischen Krystalle unterscheiden sich von den andern nur dadurch, dass die Abgrenzung der optisch differenten Theile in ihnen noch unregelmässiger ist, als in jenen.

Von Mikroklin wird auf Grund seines Vorkommens und seines Natrongehaltes nachzuweisen versucht, dass seine Structur secundär und durch den Gebirgsdruck entstanden ist; als Stütze für diese Ansicht werden die Versuche von FÖRSTNER herangezogen, wonach in monoklinem Kalinatronfeldspath durch Druck die für Mikroklin charakteristische Structur hervorgerufen werden kann. Im Anschluss hieran wird das Verhältniss der triklinen Feldspathe zu den monoklinen besprochen und folgende Sätze aufgestellt: „Der reine Kalifeldspath ist monoklin, der reine Natronfeldspath ist triklin, beide sind isomorph (d. h. sie haben nahezu congruente Structurformen [Punktsysteme]). Die Verschiedenheiten in der Symmetrie (bezw. in den Structurformen) beruhen auf der Wirkung des alkalischen Bestandtheils. In den isomorphen Mischungen können die geringen Verschiedenheiten der Structurformen verschwinden: das Rauggitter des Natronfeldspathes wird gleich dem des Kalifeldspathes im Orthoklas, das des Kalifeldspathes gleich dem des Natronfeldspathes im Mikroklin (Anorthoklas). Durch die isomorphe Beimischung wird die Stabilität (der Rauggitter) verringert, das Natron im Kalifeldspath nähert diesen dem Natronfeldspath, das Kali im Natronfeldspath nähert diesen dem Kali-

feldspath, gewisse Mischungen befinden sich in einem labilen Gleichgewichtszustand: durch Änderung von Druck oder Temperatur können monokline Mischungen triklin, triklone monoklin werden. Der Mikroklin war ursprünglich ein natronhaltiger monokliner Kalifeldspath und ist erst durch den lang andauernden Druck des Gebirges triklin geworden.“

Bei Zinkblende wird gezeigt, dass die doppelbrechenden nach O (111) und 202 (211) orientirten Streifen durch Druck entstanden sind und ihr Auftreten mit der Gleitflächennatur dieser Flächen zusammenhängt; durch gelinden, senkrecht gegen die Oberfläche eines Spaltblättchens ausgeübten Druck können sehr leicht doppelbrechende, nach Oktaëderflächen orientirte Streifen hervorgerufen werden. Alle an der Zinkblende beobachteten optischen Anomalien sind als solche Druckwirkungen zu erklären.

Von reinem Bleinitrat wurden Krystalle beobachtet, die dadurch doppelbrechend waren, dass sie während des Wachsens von andern gleichzeitig wachsenden Krystallen gepresst worden waren. Um Mutterlaugeneinschlüsse in Krystallen von Bleinitrat entstehen doppelbrechende Streifen (vier- oder sechsstrahlige Sterne, deren Arme wieder die Richtungen von Gleitflächen andeuten), wenn die Krystalle vorsichtig stark erwärmt werden. Die Doppelbrechung entsteht durch den Druck, welchen der Einschluss auf die Krystallmasse ausübt. Analog ist die anomale Doppelbrechung um Einschlüsse in natürlichen Krystallen zu erklären.

Von Diamant wurden viele Krystalle untersucht und die charakteristische Doppelbrechung einiger wird beschrieben; sie hat am meisten Ähnlichkeit mit der gekühlter Gläser.

Bei Senarmontit wird gezeigt, dass man aus Senarmontit und Valentinit durch Sublimation reguläre Oktaëder (neben rhombischen Tafeln) darstellen kann, die keine Spur von Doppelbrechung zeigen. Die Existenz von regulärem Antimonoxyd ist damit bewiesen und es wird angenommen, dass auch Senarmontit regulär und nur durch Spannung anomal doppelbrechend ist.

Besonders eingehend wurden die regulären Mischkrystalle von Blei- und Baryumnitrat untersucht; über ihr Verhalten siehe unten. Dasselbe gilt von Alaun.

Die bis jetzt vorliegenden, an regulären, durch isomorphe Beimischung optisch anomalen Krystallen angestellten Beobachtungen zeigen, dass die optische Structur dieser Krystalle von der äusseren Begrenzung, d. h. von der Zahl und geometrischen Symmetrie der am Krystall vorhandenen Flächen abhängt. Die Krystalle sind nämlich: 1. einfach brechend nach den Würfelflächen; 2. doppelbrechend, optisch einaxig nach den Oktaëderflächen, die optische Axe ist zur Oktaëderfläche senkrecht; 3. doppelbrechend, optisch zweiaxig nach den Rhombendodekaëderflächen, die Ebene der optischen Axe fällt in die Richtung einer Diagonale, die (erste) Mittellinie ist senkrecht zur Fläche; 4. doppelbrechend, optisch zweiaxig nach den Ikositetraëderflächen, die Ebene der optischen Axen ist normal zur symmetrischen Diagonale, die erste Mittellinie normal zur Fläche; 5. doppelbrechend, optisch zwei-

axig nach den Pyritoöderflächen, die Ebene der optischen Axen fällt in die Richtung der symmetrischen Höhenlinie, die erste Mittellinie ist schief zur Fläche, die einzige austretende optische Axe ist ebenfalls schief zur Pyritoöderfläche (aber normal zur anliegenden Würfelfläche); 6. doppelbrechend, optisch zweiachsig nach den Flächen eines Achtundvierzigflächners, die Ebene der optischen Axen ist schief zu den Begrenzungselementen, die erste Mittellinie schief zur Fläche. Ähnliches ist bei den nicht regulären, durch isomorphe Beimischung anomalen Krystallen zu beobachten; darüber weiter unten. Zur Erklärung dieser Erscheinungen wird darauf hingewiesen, dass, wenn in der Richtung der Symmetrielinien und Flächennormalen Druck- oder Zugkräfte zur Geltung kämen, diese in einer comprimibaren und dehnbaren Substanz dieselben mit der Form wechselnden optischen Erscheinungen hervorrufen würden, wie wir sie an den Krystallen kennen gelernt haben, und es wird aus diesem und andern Gründen angenommen, dass innere Spannungen jene Anomalien erzeugen.

Für Jeremejewit und Eichwaldit wird die Ansicht vertreten, dass die Verbindung nicht normale borsaure Thonerde und nicht dimorph sei, wie man angenommen hat, sondern dass eine isomorphe Mischung von  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  und  $\text{B}_2\text{O}_3$  vorliege und dass die Zweiachsigkeit in den Eichwaldit genannten Partien durch die isomorphe Beimischung hervorgerufen werde. Verdoppelt man nämlich im Axenverhältniss des Jeremejewit die Länge der Verticalaxe, so ist  $a : c = 1 : 1,367162$ ; für Korund aber ist  $a : c = 1 : 1,364$ . (Erst vor wenigen Tagen habe ich gefunden, dass auch RAMMELSBURG [Handbuch der Mineralchemie, Ergänzungsheft S. 140. 1886] den J. zu Korund stellt und ihn mit diesem als isomorph betrachtet.)

Bei Vesuvian wird an Schliften des V. vom Wilui und von Ala gezeigt, dass die optische Structur, die Feldertheilung, mit der äusseren Form in engem Zusammenhang steht und mit dieser wechselt. Dasselbe wird an Topas von Brasilien nachgewiesen.

Das Verhalten des Pharmakosiderit bei Temperaturwechsel (die optischen Eigenschaften werden bei steigender Temperatur allmählich geändert und kehren mit fallender Temperatur wieder zurück) deutet darauf hin, dass er nicht regulär ist, sondern einem andern System angehört, das noch nicht bestimmt werden konnte.

In einer Schlussbetrachtung wird kurz das zusammengefasst, was wir jetzt über die Ursachen der optischen Anomalien wissen; wir geben diese nur wenig geändert hier wieder:

Soviel scheint uns ausser allem Zweifel, dass die Anomalien auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden müssen. Wir theilen hiernach die anomalen Krystalle in drei Gruppen und unterscheiden:

1. Anomalien durch Überlagerung von verschiedenen orientirten Lamellen.
2. Anomalien bei Dimorphie der Substanz.
3. Anomalien durch innere Spannungen.

Die Krystalle, welche wir zur ersten Gruppe rechnen, gehören

den weniger symmetrischen Systemen an, nähern sich aber in ihren Dimensionen höher symmetrischen; sie können in eigener Weise so mit einander lamellar verwachsen, dass in den aufeinander folgenden Krystalllamellen nahezu gleiche Richtungen vertauscht und gleichnamige optische Elasticitätsaxen gekreuzt werden. Durch diese Überlagerung tritt Compensation ungleichnamiger optischer Elasticitätsaxen ein, und die Krystalle nähern sich auch in dem optischen Verhalten dem höher symmetrischer Krystalle. Die hierher gehörigen Krystalle verbinden die typisch anomalen mit den mimetischen. Auf sie findet die MALLARD'sche Erklärungsweise Anwendung. Das beste Beispiel ist Ferrocyankalium; die Krystalle sind monoklin, zweiachsig mit grossem Axenwinkel, die Form sehr nahe quadratisch. Das Klinopinakoid würde der quadratischen Basis entsprechen, die erste Mittellinie ist zu dieser Fläche senkrecht. Die Individuen verwachsen so mit einander, dass bei gemeinschaftlichem Klinopinakoid das eine gegen das andere fast genau um  $90^\circ$  gedreht ist, so dass die nahezu gleichen Axen  $a$  und  $c$  in den benachbarten Individuen vertauscht, und die Ebenen der optischen Axen senkrecht zu einander sind. Hierdurch nähert sich die Form noch mehr quadratischer Symmetrie, und indem die Individuen sich vielfach überlagern, wird der Axenwinkel kleiner, und stellenweis werden die Krystalle optisch einachsig. Namentlich die dicken, durch Grossbetrieb dargestellten Krystalle verhalten sich optisch ähnlich wie quadratische Krystalle und da früher nur diese untersucht wurden, wurde das Ferrocyankalium lange Zeit für quadratisch gehalten. Ausser Ferrocyankalium rechnen wir zu dieser Gruppe: Kalkuranglimmer, Ekdemit, Prehnit, die Mineralien der Penningruppe und vielleicht Natrolith.

Die Krystalle der zweiten Abtheilung sind von einer Masse ausgefüllt, die zur Form nicht passt. Ihre Substanz ist dimorph; die eine Modification hat die Form geliefert, die andere füllt diese jetzt aus. Durch Änderung der Temperatur kann aber die zweite Modification in die erste übergeführt werden, und Form und optisches Verhalten stehen nun in Einklang. Im allgemeinen ist die neue, jetzt vorliegende Modification gegen die Form der alten gesetzmässig orientirt, und in den bekannten Fällen ist die jetzige Modification weniger symmetrisch als die erste, deren Form erhalten ist, wenn auch bisweilen deformirt, wie bei Leucit. Das beste Beispiel ist Boracit; seine Form ist regulär, die Masse rhombisch, aber gesetzmässig gegen die Form orientirt; die (erste) Mittellinie ist immer senkrecht zur Richtung von Granatoëderflächen, so dass in jedem Boracitkrystall die Masse, unabhängig von der äusseren Begrenzung, nach sechs, unter sich gleichen Richtungen orientirt ist. Durch Erwärmen auf  $265^\circ$  wird Boracit einfachbrechend, also auch nach seinen optischen Eigenschaften regulär; bei dem Abkühlen geht die Substanz wieder in die rhombische Modification über. Die zu dieser Abtheilung gehörigen Krystalle sind erst in den letzten Jahren als dimorph erkannt worden; sie verbinden die anomalen Krystalle mit den Pseudomorphosen, speciell mit den seit längerer Zeit bekannten eigentlichen Paramorphosen. Hierher

gehören ausser Boracit: Leucit, die zweifachen Uranyl-Doppelacetate, Tridymit, Cristobalit und Katapleit.

Sehr zahlreich sind diejenigen Krystalle, welche durch innere Spannungen optisch anomal sind; wir unterscheiden zwei Abtheilungen: die, welche durch mechanischen Druck, schnelle Kühlung etc., und die, welche durch isomorphe Beimischung anomal sind.

Die zur ersten Abtheilung gehörigen Krystalle besitzen im allgemeinen unregelmässige Doppelbrechung; Feldertheilung ist im ganzen selten (Diamant). Die anomalen Partien sind häufig auf gerade, Spalt- oder Gleitflächen parallel gehende Streifen beschränkt (Steinsalz, Sylvin, Zinkblende), oder sie finden sich in der Umgebung von Einschlüssen (Bleinitrat, Diamant und viele andere), oder solchen Stellen, welche besonders der Einwirkung von mechanischen Kräften ausgesetzt waren (Brucit), bisweilen sind sie unregelmässig in dem ganzen Krystall vertheilt (Diamant); dann zeigen sie im polarisirten Licht dunkle, unregelmässig gekrümmte Banden, welche beim Drehen des Präparates über dasselbe sich hinwinden. Diese Anomalien sind wahrscheinlich meist nach der Entstehung der Krystalle in denselben entstanden. Sie können auch während der Entstehung auftreten, wenn die wachsenden Krystalle Druckwirkungen ausgesetzt waren (Bleinitrat), oder etwa die Substanz zu Trichitenbildung neigt. Ein gutes Beispiel ist Zinkblende. In einfachbrechender Zinkblende sind häufig doppelbrechende, nach den Flächen des Oktaeders und Ikositetraeders 202 (211) verlaufende Streifen zu beobachten; dieselben Flächen haben den Charakter von Gleitflächen und wiederholte Zwillingsbildung nach ihnen ist häufig; sie kann nach unseren Erfahrungen durch den Gebirgsdruck entstanden sein. Ehe die Theilchen in Zwillingsstellung sich umlagern, tritt eine Spannung ein, welche durch Doppelbrechung sich kund gibt; jene doppelbrechenden Streifen sind der Vorbote von Zwillingsbildung. In einfachbrechender Zinkblende kann man durch gelinden Druck sehr leicht doppelbrechende, nach den Oktaederflächen verlaufende Streifen hervorrufen. Zu dieser Gruppe stellen wir: Steinsalz, Sylvin, Salmiak etc., Zinkblende, Bleinitrat z. Th., Diamant, Senarmonit (?), arsenige Säure, Beryll, Brucit, Eis, Quarz, überjodsaures Natron; Zirkon, Quecksilberjodid und Leukophan.

Die durch isomorphe Beimischung anomalen Krystalle sind neben den durch Dimorphie anomalen die interessantesten. Die Spannungen in ihnen werden durch Kräfte hervorgerufen, für deren Auftreten wir noch keinen sicheren Grund angeben können. Charakteristisch für sie ist die Abhängigkeit der optischen Structur von der äusseren Begrenzung. Am besten tritt dies in regulären Krystallen hervor, weil diese von Natur im normalen Zustand einfachbrechend sind. In den durch isomorphe Beimischung anomalen regulären Krystallen geht von jeder am Krystall vorhandenen Fläche eine Pyramide in das Innere, deren optisches Verhalten von der geometrischen Symmetrie dieser Fläche in auffallender Weise abhängt. Das beste Beispiel hierfür ist Bleinitrat. Während die Krystalle des reinen Salzes einfachbrechend sind, sind die

Mischkrystalle von Blei- und Baryumnitrat im allgemeinen doppelbrechend. Sie sind einfachbrechend nach den Würfelflächen<sup>1</sup>, doppelbrechend optisch einaxig, positiv nach den Oktaëderflächen, doppelbrechend optisch zweiaxig, negativ nach den Pyritoëderflächen. Wenn die Doppelbrechung in ihnen der Ausdruck von inneren Spannungen ist, so müssen die Krystalle gegen Druck in denselben krystallographisch verschiedenen Richtungen sich verschieden verhalten. Der Versuch bestätigt dies; die Krystalle werden durch einseitigen Druck nach den Oktaëderflächen negativ, nach den Pyritoëderflächen positiv doppelbrechend. Dies neben anderem gilt uns als Beweis für die Annahme, dass innere Spannungen die Doppelbrechung hervorrufen und diese ihrerseits durch den Eintritt der isomorphen, aber chemisch und physikalisch etwas verschiedenen Substanz entstehen, vielleicht weil das Ausdehnungsvermögen der isomorphen Körper verschieden ist.

Die Alaune gestatten uns besonders einen Einblick in das Zustandekommen des schalenförmigen Baues, der gerade bei anomalen Krystallen sehr häufig ist. Wir sehen, dass dieser durch einen mehr oder weniger starken Wechsel in der Zusammensetzung der Lösung entsteht. Mit der Zusammensetzung der Krystalle ändert sich häufig ihre Form, mit dieser die optische Structur und bisweilen der Charakter der Doppelbrechung. Man kann einfachbrechende, doppelbrechende positive und negative Schichten, Schichten, welche optisch sich wie regulär, rhombisch oder triklin verhalten, beliebig über einander fortwachsen lassen. Man bekommt schalenförmig gebaute Krystalle, welche an Mannigfaltigkeit den natürlichen, schalenförmig gebauten Krystallen, von Granat z. B., nicht nachstehen.

Quadratische und hexagonale Krystalle werden durch isomorphe Beimischung anomal zweiaxig; die optische Axe wird zur ersten Mittellinie. Die Abhängigkeit der optischen Structur von der äusseren Begrenzung gibt sich dadurch zu erkennen, dass in Platten parallel der Basis die Zahl der zweiaxigen Felder im allgemeinen der Zahl der prismatischen Flächen entspricht. In rhombischen, durch isomorphe Beimischung anomalen Krystallen tritt in den auf einem Pinakoid von den Prismenflächen ausgehenden Feldern gekreuzte Dispersion auf, während die von einem Pinakoid ausgehenden Felder gerade Auslöschung besitzen.

Durch diese Beobachtungen sind wir zu der Ansicht gekommen:

Dass in den durch isomorphe Beimischung anomalen Krystallen durch die Beimischung gewisse Druck- oder Zugkräfte auftreten, welche in den zu vorhandenen Krystallflächen gehörenden Anwachskegeln wirksam sind und nach der geometrischen Symmetrie dieser Flächen das optische Verhalten in dem Bezirk der zugehörigen Anwachskegel ändern.

<sup>1</sup> Die tetartoëdrische Natur dieser Krystalle kommt im optischen Verhalten nicht zum Ausdruck.

Durch isomorphe Beimischung anomal sind nach unserer Ansicht: Die Nitrates von Blei, Baryum und auch Strontium, die Alaune, Granat, vielleicht Faujasit, Häüyn, Nosean, Sodalith und Ralstonit; ferner die unterschwefelsauren Salze von Blei, Strontium und Calcium, von Kalium und Rubidium, Chabasit, Turmalin, Apatit, Diadelphit, Jeremejewit (?), Korund z. Th., Pyromorphit und Mimetesit; Vesuvian, Apophyllit, Scheelit (?), schwefelsaures und chromsaures Natrium-Ammonium, die Seignettesalze und Topas.

Schliesslich kann das optische Verhalten von wasserhaltigen Krystallen gestört erscheinen, wenn diese Wasserverlust erlitten haben. Es wird aber betont, dass solche Krystalle nicht zu den eigentlich optisch anomalen zu rechnen sind, dass sie vielmehr je nach der Menge des Wasserverlustes als beginnende oder vollständige Pseudomorphosen der wasserärmeren nach der wasserreicheren Verbindung aufzufassen seien. Wäre man aber auch geneigt, durch Wasserverlust anomale Krystalle aufzunehmen, so würde man zur Zeit kein krystallisiertes Mineral (amorphe Substanzen wie Hyalith sind häufig durch Wasserverlust anomal doppelbrechend) finden, das mit Sicherheit hierher gestellt werden könnte. Es wird daher in diese Abtheilung nur das schwefelsaure Strychnin aufgenommen und nachgewiesen, dass die zuletzt von MARTIN (dies. Jahrb. 1890, Beil.-Bd. VII. 41—54) beschriebenen Anomalien nur durch Wasserverlust entstanden sein können, dadurch dass ein Theil der Verbindung aus dem quadratischen Salz mit 6 Molekülen Wasser in das monokline Salz mit 5 Molekülen Wasser übergegangen ist; durch längeres Erwärmen entstehen schliesslich Pseudomorphosen des Salzes mit  $5H_2O$  nach dem mit  $6H_2O$ .

Im Anhang werden endlich besprochen: Analcim, Anatas, chlor-saures und bromsaures Natron, Eulytin, Flussspath, Heulandit, Mellit, Milarit, Perowskit, Pharmakosiderit, Rhodizit und Rutil; somit findet jede Substanz, von der optisch anomale Krystalle bekannt sind, Erwähnung oder Besprechung.

Von dem durch die vorliegenden Untersuchungen gewonnenen Standpunkt wollen wir nun noch einen Blick auf die MALLARD'sche Hypothese werfen und sehen, in wie weit sie zur Erklärung der optischen Anomalien der Krystalle herangezogen werden kann.

Ganz in dem Sinne MALLARD's findet seine Hypothese nur auf die Krystalle unserer ersten Abtheilung Anwendung, deren Zahl verhältnissmässig gering ist, da nur diejenigen Krystalle hierher zu rechnen sind, deren optische Eigenschaften durch Überlagerung von dünnen Lamellen so schwankend sind, dass man über die wahre Symmetrie derselben in Zweifel sein kann.

Für die durch Dimorphie anomalen Krystalle weicht unsere Anschauung schon von der MALLARD's ab.

MALLARD meint, die Anordnung der Moleküle im Krystall entspreche der Symmetrie der äusseren Form, die Moleküle selbst aber besässen die Symmetrie, auf welche die optischen Eigenschaften hinweisen; und die bei

einer bestimmten, für jede dimorphe Substanz charakteristischen Temperatur eintretende Änderung der optischen Eigenschaften sei eine Folge von Zwillingbildung. Wir dagegen meinen, bei Bildung der Krystalle habe die Anordnung und Symmetrie der Moleküle, wenn wir diesen Ausdruck einmal beibehalten, in Einklang gestanden und habe der äusseren Form der Krystalle entsprochen, erst mit der Temperatur etc. habe sich dies geändert. Bezüglich des Boracit z. B. ist MALLARD der Ansicht, dass die Anordnung der Moleküle im Krystall der regulären Symmetrie entspreche, weil die Form regulär ist, die Moleküle selbst aber rhombische Symmetrie besässen, weil die Krystalle wie rhombische doppelbrechend sind. Die Krystalle seien schon im Moment der Entstehung rhombisch, besässen aber eine Grenzform von regulärer Symmetrie und darum sei die Form regulär. Durch Erwärmen entstünden in den Krystallen Zwillinglamellen, welche um so zahlreicher werden, je höher die Temperatur steigt. Bei  $265^{\circ}$  würde die Zwillingverwachsung eine so innige, dass die Krystalle einfachbrechend werden. Wir dagegen sind der Ansicht, die Krystalle seien bei ihrer Bildung nach Form und optischen Eigenschaften regulär gewesen, später aber sei die Substanz innerhalb der regulären Form in die rhombische Modification übergegangen. Bei  $265^{\circ}$  geht die Substanz wieder in die reguläre Modification über und sei darum einfachbrechend, nicht aber, weil durch innige Zwillinglamellirung Compensation eingetreten ist. Die Auffassung MALLARD's wurzelt in seinen Ansichten über die Dimorphie der Substanzen, die wir nicht als allgemein gültig ansehen können.

Auf die grosse Zahl der durch innere Spannungen anomalen Krystalle findet die MALLARD'sche Hypothese keine Anwendung. Wenn ich durch Druck in Steinsalz oder Zinkblende dauernde Doppelbrechung hervorrufe, so kann ich mich nicht zu der Ansicht bekennen, ich habe die Substanz an dieser Stelle in die weniger symmetrische Modification, welche sie nach MALLARD's Ansicht aufbauen soll, verwandelt, sondern ich kann nur sagen, dass durch den Druck Spannungen entstanden sind, welche Doppelbrechung im Gefolge haben. So wie diese sind alle Fälle, in denen die Anomalien durch mechanischen Druck etc. entstanden sind, Beweise gegen die allgemeine Gültigkeit der MALLARD'schen Hypothese.

Für die durch isomorphe Beimischung anomalen Krystalle hat MALLARD bis in die neueste Zeit an seiner Ansicht festgehalten, dass Dimorphie vorläge, dass die nach ihrem optischen Verhalten höher symmetrischen Krystalle aus gekreuzten Lamellen der am wenigsten symmetrischen Krystalle aufgebaut seien. Wir haben diese Anschauung niemals getheilt und die Gründe an verschiedenen Stellen der Abhandlung ausführlich auseinandergesetzt. Abgesehen von vielen andern ist es durch die MALLARD'sche Hypothese in keiner Weise zu erklären, dass derselbe Krystall (von Blei- und Baryumnitrat) in gewissen Richtungen einfachbrechend, in andern einaxig positiv, in wieder andern zweiaxig negativ ist. Wenn wir in Gegensatz zu MALLARD dies durch Annahme von inneren Spannungen erklären, so finden wir eine Stütze im Experiment, welches zeigt, dass die optischen Eigenschaften der reinen Krystalle (von Blei-

nitrat) durch Druck in analoger Weise geändert werden, und die Erscheinungen allgemein durch gespannte Gelatine nachgeahmt werden können.

Auf die optisch anomalen Krystalle findet somit die MALLARD'sche Hypothese nur eine sehr beschränkte Anwendung; seine Erklärung über das Zustandekommen der Circularpolarisation, welche namentlich in WYROUBOFF einen eifrigen Verfechter gefunden hat, konnten wir in keinem einzigen praktischen Falle als zutreffend anerkennen. In dem Vorkommen von zweiaxigen Stellen in circularpolarisirenden Krystallen können wir nach unseren Erfahrungen an hexagonalen und quadratischen, nicht circularpolarisirenden Krystallen keinen Beweis dafür erblicken, dass die Krystalle aus zweiaxigen Lamellen aufgebaut seien und die Circularpolarisation durch Kreuzung solcher Lamellen entstanden sei. Wir haben in den besprochenen Fällen — bei Quarz, dem unterschwefelsauren Blei, dem Strychninsulfat etc. — die vorkommende Zweiaxigkeit als Anomalie erkannt, die Krystalle sind in ihrem normalen Zustand — klarer Bergkrystall, reines unterschwefelsaures Blei, Strychninsulfat mit sechs Molekülen Wasser — optisch einaxig und circularpolarisirend. Hiermit soll nicht gesagt sein, dass in Krystallen Circularpolarisation überhaupt nicht durch Kreuzung von zweiaxigen Lamellen zu Stande kommen könne; ebenso gut, wie in Krystallen durch Kreuzung von zweiaxigen Lamellen Einaxigkeit ohne Circularpolarisation entstehen kann, kann gewiss auch Einaxigkeit mit Circularpolarisation zu Stande kommen, nur ist ein überzeugender Fall aus der Praxis bisher nicht bekannt<sup>1</sup>. Es wird sich wohl noch einmal herausstellen, dass die circularpolarisirenden Krystalle nicht nothwendig aus optisch zweiaxigen Lamellen aufgebaut sein müssen. Wenn wir erst wissen, warum die hexagonalen und quadratischen Krystalle optisch einaxig sind und die optische Axe mit der krystallographischen Hauptaxe zusammenfällt, werden wir auch erfahren, weshalb nur enantiomorphe Krystalle circularpolarisirend sind, die holoëdrischen nicht. Vielleicht gelingt es einst, die BREWSTER'schen Ideen über die mechanische Entstehung der Doppelbrechung in den Krystallen als Ausgangspunkt einer Theorie über das Zustandekommen der Doppelbrechung zu nehmen und zu zeigen, dass dieselben Kräfte, welche die Theilchen zu einem regelmässigen Gebilde ordnen, auch die Fortpflanzung des Lichtes direct oder indirect regeln, oder, um mit den Worten BREWSTER's zu reden, dass die Kräfte der Doppelbrechung aus den mechanischen Kräften entspringen, durch welche die Moleküle zu starren Körpern vereinigt werden.

Die optischen Anomalien und die Circularpolarisation sind nur zwei Specialfälle, welche durch die MALLARD'sche Hypothese ihre Erklärung finden sollen. Das Wesen der MALLARD'schen Hypothese liegt in der Erklärung der Dimorphie: die höher symmetrischen Modificationen einer Substanz sollen aus gekreuzten Lamellen von niederer Symmetrie bestehen, welche eine Grenzform besitzen und so innig und regelmässig sich durch-

<sup>1</sup> Vielleicht ist das in jüngster Zeit von WYROUBOFF (Bull. min. XIII. p. 217. 1890) beschriebene schwefelsaure Ammoniak-Lithium ein Beispiel hierfür.

dringen, dass durch völlige Compensation der ungleichnamigen optischen Elasticitätsaxen das optische Verhalten der höheren Symmetrie entspricht, ebenso wie hierdurch die Form höher symmetrisch wird. In einem Specialfall besitzen die höher symmetrischen Krystalle Circularpolarisation und bei ungleichmässiger Durchdringung der Lamellen sind sie optisch anomal. Wie wenig die Hypothese zur Erklärung der Circularpolarisation und der optischen Anomalien herangezogen werden kann, haben wir gesehen; in wie weit sie zur Erklärung der Dimorphie zu verwenden ist, haben wir hier nicht zu erörtern; nach unseren Erfahrungen kann sie bis jetzt nur auf wenig Substanzen (z. B. in der Chloritgruppe — Klinochlor, Pennin) Anwendung finden. Ein Fall, in dem die anscheinend höher symmetrische Form optisch sich vollkommen so, wie die höhere Symmetrie verlangen würde, verhält, ist kaum bekannt. Beispiele, welche von manchen hierher gerechnet werden, können auch in anderer Weise erklärt werden. Wenn z. B. Kupferuranglimmer optisch einaxig, quadratisch ist, der ganz analog zusammengesetzte Kalkuranglimmer aber optisch zweiaxig, monoklin mit sehr nahe quadratischen Dimensionen ist und auch durch Zwillingsbildung quadratische Symmetrie noch mehr nachahmen kann, so ist noch nicht bewiesen, dass die normal optisch einaxigen Krystalle des Kupferuranglimmer aus alternirenden gekreuzten Lamellen von optisch zweiaxigem Charakter aufgebaut sind, sondern man kann mit ebenso viel Recht in den Verschiedenheiten eine Art von morphotropischer Wirkungen erkennen und annehmen, der Kupferuranglimmer sei quadratisch, der Kalkuranglimmer durch die Wirkung des Calciums monoklin. Die Versuche, die Dimorphie allgemein im Sinne der MALLARD'schen Hypothese zu erklären, sind bis jetzt nicht geglückt<sup>1</sup>.

Wenn wir nun auf die optischen Anomalien der Krystalle zurückkommen, so müssen wir zugeben, dass auch jetzt in vielen Fällen die Ursache derselben noch nicht bekannt ist, und auch da, wo wir die nächstliegende Ursache mit grösserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit angeben können, der letzte Grund uns vielfach noch verborgen ist. Bis wir die letzte Ursache klar erkennen, wird noch geraume Zeit vergehen; es ist besser, dies zuzugeben, als dass man den Schein zu erwecken sucht, es wäre Alles entschieden. Jedenfalls aber können wir soviel mit Bestimmtheit sagen, dass kein Grund vorliegt, in jeder Anomalie das Zeichen niederer Symmetrie zu erblicken. Die Hypothese MALLARD's findet auf einige Krystalle Anwendung, ist aber nicht allgemein gültig. In den allermeisten Fällen sind die Erscheinungen, welche man als optisch anomal bezeichnet, für die Krystalle einer Substanz nicht charakteristisch, ihr Auftreten ist von Bedingungen abhängig, die ausserhalb der Substanz liegen; die Anomalien sind der Ausfluss von Störungen des normalen Baues — weiter nichts.

Wer diese Anschauungen theilt, für den ist die Form der anomalen

<sup>1</sup> Vergl. G. WULFF, Optische Studien an pseudosymmetrischen Krystallen. Z. Kr. XVII. p. 600—603. 1890.

Krystalle keine Maske, unter der niedere Symmetrie sich versteckt, sondern ihr natürliches Gewand. Die Krystalle der höher symmetrischen Systeme stehen denen der weniger symmetrischen ebenbürtig an der Seite und verdanken nicht erst der Existenz dieser ihr Dasein.

### Krystallrefractometer vereinfachter Form.

Von S. Czapski.

Jena, Optische Werkstätte von CARL ZEISS, Januar 1892.

Dieses Modell des früher in dies. Jahrb. Beil.-Bd. VII. 175 beschriebenen Instrumentes unterscheidet sich von jenem grossen Modell im wesentlichen nur durch die Dimensionen aller Theile und die dadurch gebotenen Vereinfachungen seiner Einrichtung, während das Princip der Construction und die Art des Gebrauches dieselben geblieben sind.

Die Halbkugel, aus Flintglas vom Brechungsexponenten 1,89 für Gelb, hat einen Radius von 20 mm (gegen 25 bei jenem Instrumente). Die Centrirvorrichtung für die Halbkugel hat bei diesem und nachträglich auch bei dem grösseren Modell eine Abänderung erfahren, welche dieselbe unempfindlicher gegen kleine Bewegungen der Centrirschrauben macht, somit das Centriren selbst erleichtert, nämlich dadurch, dass der Drehpunkt der Centrirbewegung der Halbkugel näher an diese herangerückt ist.

Zur Drehung der Halbkugel um ihre verticale Axe bedient man sich einer unterhalb der Centrirvorrichtung angebrachten ränderirten Scheibe, welche sich gleich oberhalb der das Fernrohr tragenden Säule befindet. Dieselbe hat keinerlei Theilung erhalten; statt derselben trägt die Platte nur eine kurze Bezeichnung der vier Quadranten; doch kann eine Theilung natürlich ohne weiteres angebracht werden.

Der Verticalkreis hat einen Durchmesser von 80 mm (gegen 120 mm bei dem grossen Modell). Derselbe ist in ganze Grade getheilt; ein Nonius gestattet Ableseung der 3' Intervalle, wodurch eine Genauigkeit in der Bestimmung des Brechungsexponenten von ca. 2 Einheiten der 3. Decimale gegeben ist. Diese Genauigkeit ist für die grosse Mehrzahl der krystallographischen Bestimmungen hinreichend, so dass dieses Instrument überall da, wo es sich nicht um Messungen von der erreichbar grössten Genauigkeit handelt, genügen dürfte.

Das mit dem Verticalkreis drehbare Fernrohr hat im wesentlichen dieselbe Einrichtung wie das des grossen Instrumentes, also namentlich das durch eine planconcave Zusatzlinse für die Halbkugel corrigirte Objectiv. Die etwas complicirte, wenn auch für den Gebrauch bequemere Einrichtung des grösseren Instrumentes, dass das Fernrohr dreifach gebrochen ist, so dass seine Ocularaxe mit der des Verticalkreises zusammenfällt und das Auge unverändert dieselbe Stellung behält, ist hier vertauscht gegen die eines einfach gebrochenen Fernrohres, da bei den hier vorliegenden Dimensionen das Auge auch dann nur eine relativ geringe Ortsveränderung vorzunehmen hat.

Dieses Fernrohr ist wie bei dem grösseren Instrumente conaxial mit dem Verticalkreise um die gleiche Horizontalaxe drehbar. Es kann in jeder Stellung festgeklemmt und in der üblichen Weise durch eine Schraube, die auf einen Stift mit Federgegendruck wirkt, fein bewegt werden.

Die Beleuchtung der auf die Halbkugel gesetzten Krystallfläche erfolgt ganz ebenso wie beim grossen Instrumente durch einen Spiegel, welcher sich wie dort um die Axe des Verticalkreises und Fernrohres unabhängig von diesen drehen lässt.

Das Ganze steht mit einer einfachen, schwach conischen Säule auf einem scheibenförmigen gusseisernen Fuss. Die Höhe des ganzen Instrumentes bis zu dem vertical oben befindlichen Nonius beträgt 25 cm. Der Gebrauch des Instrumentes ist durchaus derselbe, welchen ich an der angeführten Stelle eingehend beschrieben habe.

### Zur Isomorphiefrage in der Dolomitreihe.

Von **J. W. Retgers** im Haag und **R. Brauns** in Marburg.

Die Folgerungen, welche RETGERS aus seinen Untersuchungen über Isomorphismus, speciell in der Dolomitreihe, gezogen hat, veranlassten mich, ihn über einige Punkte um Aufklärung zu bitten; die bereitwilligst ertheilte Antwort ist vielleicht geeignet, ähnliche Bedenken Anderer zu zerstreuen. Wir theilen daher unseren Meinungs austausch, wenn er auch nicht in dieser Absicht eingeleitet war, hier mit.

Marburg, den 27. Januar 1892.

Kürzlich schrieb ich Ihnen, dass mir einiges in Ihren Abhandlungen noch nicht recht verständlich sei; nachdem ich seitdem noch einmal die ganze Reihe durchgegangen habe, finde ich, dass doch alles folgerichtig zu sein scheint und dass nur das Ungewohnte das Begreifen erschwerte. Wenn man Ihre Versuche und die daraus gezogenen Schlüsse vergleicht, so muss man zugeben, dass nur Thatsachen zu diesen geführt haben, und man muss sie daher für richtig halten; wenn man aber die so gewonnenen Ansichten mit unseren bisherigen Anschauungen vergleicht, so erscheinen sie so ungewohnt, dass man wieder an ihrer Richtigkeit zweifeln muss. Solche Zweifel sind mir namentlich bei Ihrer Auseinandersetzung über die Glieder der Dolomitreihe aufgestiegen. Dass das im Kalkspath vorhandene  $MgCO_3$  eine labile Modification des im Magnesit vorhandenen stabilen  $MgCO_3$ , und das  $CaCO_3$  in diesem eine labile Modification der in Kalkspath auftretenden stabilen Modification sein soll, ist eine gegen unsere bisherigen so ungewohnte Anschauung, dass man unzweideutige Beweise haben muss, um sie zu glauben. Nach solchen Beweisen habe ich gesucht und gefunden, dass manches für Ihre Anschauung spricht; sollte sie richtig sein, so würde es sich vielleicht empfehlen, eine Dimorphie, wie man sie dann für viele Substanzen, z. B.  $MgCO_3$ , annehmen müsste, durch einen andern Namen zu bezeichnen.

Die Gründe, welche für Isomorphie von Kalkspath und Magnesit sprechen, sind ja bekannt; es ist namentlich die Ähnlichkeit der Form und der physikalischen Eigenschaften. Welche Gründe aber sprechen gegen Isomorphie?

1. Der Umstand, dass  $\text{CaCO}_3$  und  $\text{MgCO}_3$  sich nur in ganz engen Grenzen mischen. — Dies könnte man aber dadurch erklären, dass aus einer  $\text{MgCO}_3$ -reicheren Lösung von  $\text{CaCO}_3$  oder einer  $\text{CaCO}_3$ -reicheren Lösung von  $\text{MgCO}_3$ , neben einem der fast reinen Endglieder, das Doppelsalz Dolomit sich bildet, das ja viel schwerer löslich ist, als eins der beiden Glieder.

2. Das spezifische Gewicht des Mg-haltigen Kalkspaths und das des Ca-haltigen Magnesits spricht weder für noch gegen Isomorphismus beider, weil die Beimischungen zu gering sind.

3. Die unbezweifelte Existenz des Doppelsalzes — des Dolomit — spricht gegen Isomorphie von Kalkspath und Magnesit, wenn der aus dem Verhalten von  $\text{K}_2\text{SO}_4$  und  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  gezogene Analogieschluss richtig ist; kann aber dieser Schluss nicht auch falsch sein? Schliesst die Existenz eines Doppelsalzes die Isomorphie der Componenten immer aus? Ist diese Frage zu bejahen, so ist Kalkspath und Magnesit nicht isomorph. Für Isomorphie eines Doppelsalzes mit einem seiner Componenten haben wir erst recht kein Beispiel; Dolomit kann daher weder mit Magnesit noch mit Kalkspath isomorph sein.

4. Als gegen Isomorphie sprechend könnte man das Verhältniss von Moleculargewicht zu spezifischem Gewicht bei beiden Salzen anführen. Das Moleculargewicht von Kalkspath ist grösser als das von Magnesit, das spezifische Gewicht dagegen kleiner; es müssen also in einem gewissen Volumen von  $\text{MgCO}_3$  mehr Molecüle sein wie in demselben Volumen von  $\text{CaCO}_3$ , oder, setzen wir statt Volumen Krystallmolecül, so muss ein Krystallmolecül von Magnesit mehr Molecüle von  $\text{MgCO}_3$  enthalten als ein solches von Kalkspath  $\text{CaCO}_3$ ; wir hätten also einen Fall von Polymerisation. Die Molecularvolumina beider verhalten sich wie 3 : 4.

Dasselbe Verhältniss treffen wir wieder bei solchen Verbindungen, welche man bisher als isomorph betrachtet hat, wie Steinsalz und Sylvin,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  und  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , die aber nach Ihren Untersuchungen nicht isomorph sind; wir treffen es ebenfalls bei Endgliedern isodimorpher Reihen, wie Natronsalpeter und Kalisalpeter, dagegen, soweit mir bekannt, niemals bei unbezweifelt isomorphen Körpern; bei diesen entspricht dem höheren Moleculargewicht immer das höhere spezifische Gewicht.

Zur besseren Übersicht habe ich von den genannten Körpern das spezifische Gewicht (S. G.), Moleculargewicht (M.-G.) und Molecularvolumen (M.-V.) zusammengestellt:

	S. G.	M.-G.	M.-V.
$\text{CaCO}_3$ . . . . .	2.712	99.76	36.8
$\text{MgCO}_3$ . . . . .	3.017	83.79	27.7
$\text{NaCl}$ . . . . .	2.148	58.4	27.1
$\text{KCl}$ . . . . .	1.998	74.5	37.3

	S. G.	M.-G.	M.-V.
$\text{Na}_2\text{SO}_4$ . . . . .	2.673	142.—	53.12
$\text{K}_2\text{SO}_4$ . . . . .	2.666	174.—	65.27
$\text{NaN}_3$ (hexag.) . . .	2.265	85.—	37.5
$\text{KNO}_3$ (rhomb.) . . .	2.109	101.—	47.9

In allen diesen Salzpaaren hat das Salz mit dem geringeren Moleculargewicht das höhere specifische Gewicht, ein Umstand, der nach unserer Erfahrung gegen Isomorphie spricht; wenn sich daher diese Anschauung nicht als falsch erweist, kann man Kalkspath und Magnesit nicht als isomorph betrachten.

Durch diese Überlegung sind die Bedenken, die ich gegen Nicht-Isomorphie von Kalkspath und Magnesit hatte, wesentlich herabgedrückt.

5) Wenn man also glaubt, die Ansicht, dass Kalkspath und Magnesit nicht isomorph seien, theilen zu können, muss man dann die in geringer Menge vorhandenen Beimischungen von  $\text{MgCO}_3$  in Kalkspath und  $\text{CaCO}_3$  in Magnesit für labile Modificationen halten? Wenn das Krystallmolecül von Magnesit sich wesentlich durch Grösse von dem des Kalkspath unterscheidet, kann es nicht in den Bau dieses eintreten; aber vielleicht vertreten sich Mg und Ca nur innerhalb des Krystallmolecüls und die Verschiedenheiten der Elemente sind ein weiterer Grund, dass beide Verbindungen nur in geringer Menge sich mischen? So überlegt man die Möglichkeiten, um die Annahme der labilen Modificationen zu umgehen. Ob dies auf die Dauer möglich ist?

Wenn man schliesslich in dieser Weise labile Modificationen anzunehmen genöthigt ist, so glaube ich, sollte man doch solche Substanzen, z. B.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgCO}_3$  etc., nicht als dimorph kurzweg bezeichnen, so lange die eine Modification für sich allein nicht beobachtet ist, sondern nur dann auftritt, wenn kleine Mengen ihrer Substanz in den ganzen Bau des Krystalls eintreten. Die von uns angenommene Dimorphie ist nur latent, sie ist erzwungen durch die überwiegende Masse des Krystalls, in welchen die geringen Mengen fremder Substanz eingetreten sind; ich meine, man sollte solche erzwungene Dimorphie etwa als „latente Dimorphie“ von der gewöhnlichen trennen.

R. Brauns.

Haag, 1. Februar 1892.

Was die Dolomitreihe betrifft, so freue ich mich, dass Sie hierin in zwei wichtigen Punkten mit mir einverstanden sind: Erstens, dass niemals die Rede sein kann von einer Isomorphie, resp. isomorpher Mischung zwischen dem Doppelsalz  $\text{CaMgC}_2\text{O}_6$  und einem der einfachen Carbonate, und zweitens, dass die beiden grossen Lücken in der Mischungsreihe links und rechts des Doppelsalzes niemals ausgefüllt werden können durch später aufzufindende homogene Ca-Mg-Carbonate von zwischenliegender Zusammensetzung.

Es freut mich dies besonders, weil noch viele Forscher an der vermittelnden Ansicht einer Isomorphie, resp. directen Mischung zwischen

Doppelsalz und einfachen Salzen festhalten, ein nach meiner Ansicht chemisch vollkommen unrichtiger Begriff.

Möchte es mir gelungen sein, die oben genannten beiden Punkte in dem Problem der Dolomitreihe (zugleich mit der völligen Abtrennung sowohl des Kalkpaths als des Dolomits von den übrigen rhomboëdrischen Carbonaten der Mg-Reihe) festzustellen und das mineralogische Publikum von ihrer Richtigkeit zu überzeugen, so wäre meine Mühe reichlich belohnt.

Ihre Bedenken gründen also, wie gesagt, nicht in diesen beiden Punkten, sondern in der viel richtigeren und schwerer zu widerlegenden Bemerkung, ob es nicht besser wäre, die paar Procente  $MgCO_3$ , welche dem Kalkpath und die paar Procente  $CaCO_3$ , welche dem Magnesit innig beigemischt sind, durch einfache (oder wie ich mich ausdrücke, „directe“) isomorphe Mischung der beiden stabilen Carbonate zu erklären, anstatt, wie ich thue, die complicirtere Erklärung einer isodimorphen Mischung anzunehmen (wobei also die Mischung „indirect“ oder längs einem Umweg stattfindet).

Wenn man sich also nach meiner Art und Weise der graphischen Darstellung der Mischungsreihen in specifischen Volumen (d. h.  $\frac{1}{\text{spec. Gew.}}$ )

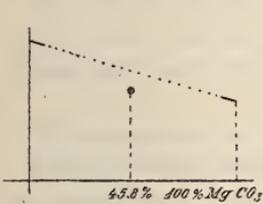


Fig. 1.

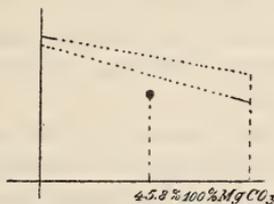


Fig. 2.

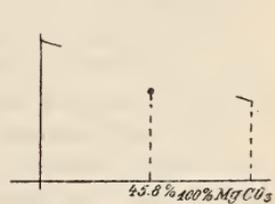


Fig. 3.

und Gewichtsprocenten bedient, wäre nach Ihrer Meinung Fig. 1 die richtige Darstellung, nach meiner Ansicht dagegen, Fig. 2.

Den exacten empirischen Nachweis zu liefern, dass Fig. 2 richtiger ist als Fig. 1 oder umgekehrt, ist unmöglich. Die Versuche lehren uns nichts anderes, als dass in der Mitte der Reihe ein physikalisch nicht-additives Doppelsalz auftritt (welches also z. B., was das spec. Volumen betrifft, nicht in die Verbindungslinie der beiden reinen Endglieder fällt) und dass an den beiden Extremen isomorphe Mischungen in geringem Maassstabe (höchstens 2—3% des fremden Körpers) vorkommen, also nichts weiter, als was Fig. 3 angibt. Die Richtungen der beiden kurzen Geraden (welche die Mischungen von 0 bis 2 oder 3% darstellen) festzustellen, ist unmöglich, weil hierzu der beigemischte Körper in viel zu geringer Menge vorkommt.

Wir können also nur fragen: Was ist wahrscheinlicher, die isomorphe Mischung der Fig. 1 (Verbindung der Endglieder durch eine Gerade) oder die isodimorphe Mischung der Fig. 2 (Verbindung durch zwei Gerade?).

Für eine direct isomorphe Mischung ist, wie wir erfahrungsgemäss

wissen, bei solchen einfachen binären Verbindungen, wie neutrale Carbonate, eine grosse chemische Analogie nothwendig. Eine solche direct isomorphe Mischung anzunehmen, wäre also erlaubt, wenn es sich um ein Ca- und Sr-Salz oder um ein Mg- und Fe-Salz handelte. — Zwischen Calcium- und Magnesiumsalzen besteht jedoch immer ein derartig starker chemischer Contrast, dass dies die Annahme einer directen Isomorphie zwischen beiden verbietet.

Ich habe weiter denselben Mischungstypus (also isolirtes Doppelsalz in der Mitte und Anfänge von Mischungen an den beiden Extremen der Mischungsreihe) auch bei anderen Salzpaaren, wie  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{AgNO}_3$  und  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  nachgewiesen. Hier besteht der Zweifel, ob Darstellung Fig. 1 oder Fig. 2 richtig ist, nicht, sondern man muss Fig. 2, also die isodimorphe Mischung annehmen, weil die beiden reinen Endglieder einem verschiedenen Krystallsystem angehören oder wenigstens krystallographisch vollkommen unähnlich sind.

Ich finde es schon aus Analogie mit diesen Beispielen natürlicher, auch bei  $\text{CaCO}_3$  und  $\text{MgCO}_3$  die isodimorphe Mischung anzunehmen, weil ein ähnlicher chemischer Contrast wie zwischen Kalium- und Silbersalzen, oder zwischen Kalium- und Natriumsalzen auch bei Calcium- und Magnesiumsalzen besteht, ja vielleicht in letzterem Falle noch grösser ist<sup>1</sup>.

Was bleibt uns also übrig als einziger Grund, der noch für die Annahme der directen isomorphen Mischung spricht? Nur die Formanalogie zwischen Calcit und Magnesit.

Ich kann dennoch diese Formanalogie für nicht so entscheidend halten. Nimmt man sich die Mühe, alle krystallographisch untersuchten Calciumsalze mit den übereinstimmenden Magnesiumsalzen zu vergleichen, so trifft man nirgends eine derartige Formanalogie, was doch der Fall sein müsste, wenn Isomorphismus die Ursache der Analogie bei den Carbonaten wäre. Betrachten Sie die Chloride, Nitrate, Sulfate, Chlorate u. s. w. beider Metalle, so finden Sie immer vollkommen abweichende Formen; ja, was noch stärker ist: Man kennt kein einziges Beispiel von Formanalogie zwischen einem Salz der vier isomorphen Metalle Ca, Sr, Ba und Pb und einem solchen der Metalle Mg, Zn, Fe, Co, Ni, Mn, Cu, während die Salze jeder dieser beiden grossen Metallgruppen unter sich zahlreiche Beispiele von Formanalogie zeigen.

Zieht man also in Betracht, wie enorm gross die gebotene Möglichkeit ist, dass Formanalogie zwischen einem Salze der vier Ca-Metalle und einem solchen der sieben Mg-Metalle vorkommen kann, wenn hierzu auch nur einigermaassen Neigung wäre, so kann der Schluss wohl nicht anders lauten, als: Das Auftreten sowohl des Kalkspaths als des Magnesits in

<sup>1</sup> Überhaupt glaube ich, dass Fig. 1 als Darstellung eines Mischungstypus mit sich selbst im Streit ist. Die einzige gerade Linie drückt directen Isomorphismus, also grosse chemische Analogie aus. Der isolirte und ausserhalb der Linie liegende Punkt jedoch das Gegentheil: einen grossen oder wenigstens deutlichen chemischen Contrast. Beides lässt sich nicht vereinigen.

Rhomboëdern ist ein Zufall<sup>1</sup>, der leider bis jetzt die richtige Erkennung des Mischungsproblems des Ca- und Mg-Carbonates verhindert hat.

Weiter sehen die Rhomboëder des Kalkspaths zwar äusserlich denen des Magnesits ähnlich, die Winkel desselben weichen jedoch ziemlich beträchtlich ab, während die anderen Carbonate des Fe, Mn und Zn (wie überhaupt alle isomorphen Salze der Mg-Reihe) sehr grosse Übereinstimmung zeigen, wie die bekannte Tabelle:

Kalkspath . . .	CaCO <sub>3</sub> . . .	74° 55'
Magnesit . . .	MgCO <sub>3</sub> . . .	72 40
Eisenspath . . .	FeCO <sub>3</sub> . . .	73 0
Zinkspath . . .	ZnCO <sub>3</sub> . . .	72 20
Manganspath . .	MnCO <sub>3</sub> . . .	73 9

lehrt.

Auch ist die immer angeführte grosse Analogie im äusseren Habitus zwischen den Krystallen des Kalkspaths und denen der vier übrigen Carbonate doch nur eine ziemlich problematische. Vergleicht man den enormen Formenreichtum des Kalkspaths mit den fast nur in den Grundrhomboëdern auftretenden Carbonaten des Mg, Fe, Zn und Mn (während gerade das Grundrhomboëder als selbständige Form äusserst selten ist bei Calcit), so wird auch die Habitusanalogie eine verhältnissmässig geringe und muss man sich hauptsächlich auf die Spaltungsrhomboëder beschränken.

Die etwas grössere Complication der Erklärung mittelst isodimorpher Mischung (was doch angesichts des so häufigen Auftretens derartiger Mischungen unter den Mineralien und künstlichen Verbindungen nicht so sehr verwickelt erscheint), also die Annahme einer stabilen und labilen Modification sowohl des CaCO<sub>3</sub> als des MgCO<sub>3</sub> ist wegen des nach den Untersuchungen der letzten Zeiten so überaus häufigen Vorkommens von zahlreichen Modificationen chemischer Verbindungen (z. B. die vier Modificationen des Ammoniumnitrats, welche LEHMANN entdeckte) für den Geist kaum ein Hinderniss mehr. — Zwei derartige Modificationen aus derselben Substanz können einander bald sehr ähnlich, bald sehr unähnlich sehen.

Weiter hat, wie ich schon in meiner Dolomitarbeit (dies. Jahrb. 1891. I. 145) erwähnte, TSCHERMAK gefunden, dass sehr oft die Magnesit-rhomboëder aus Partien zusammengesetzt sind, die sich, was die Ätzfiguren betrifft, sehr abweichend verhalten, so dass hier vielleicht beide Modificationen des MgCO<sub>3</sub> verwachsen sind, wie z. B. auch Mikroklin und Ortho-

<sup>1</sup> Was das Wort „Zufall“ betrifft, woran vielleicht mancher sich stossen wird, so schliesst dies durchaus nicht aus, dass eine tief versteckte, uns noch vollkommen unbekanntere Ursache vorhanden ist, welche die Formanalogie bedingt, wie denn überhaupt jede Naturerscheinung, sie mag noch so zufällig aussehen, wie sie will, eine Ursache haben muss. Wir können aber den Ausdruck „Zufall“ mit vollem Rechte benützen, wenn eine Erscheinung ohne jede Analogie mit anderen vollkommen unseren Erwartungen widerspricht, wie z. B. in unserem Falle die Formanalogie der Carbonate unter den zahlreichen Salzen des Magnesiums und Calciums ganz vereinzelt dasteht.

klas, die zwei Modificationen des Kalifeldspaths, verwachsen sein können (dies ist natürlich bei dem  $MgCO_3$  nur eine Vermuthung und nicht bewiesen).

Ein ähnliches Isolirtstehen des Kalkspaths in der Gruppe der rhomboëdrischen Carbonate zeigt auch die Tabelle des Molecularvolums:

Kalkspath	36,9
Magnesit	28,0
Eisenspath	30,0
Zinkspath	28,0
Manganspath	31,9.

Wie Sie selbst schon sehr richtig bemerkten, ist die Aufnahme von Magnesit-Krystallmoleculen zwischen den Krystallmoleculen des Kalkspaths wegen der sehr stark abweichenden Molecularvolumen der beiden Carbonate schwer zu begreifen und würde eine derartige Aufnahme — wenn überhaupt möglich — eine gewaltige Spannung in das Krystallgebäude und also wahrscheinlich starke optische Anomalien hervorrufen. So weit mir bekannt, fehlen diese im magnesiahaltigen Kalkspathe (sogar in diesem mit dem überhaupt möglichen Maximum von 2—3%  $MgCO_3$ ). Ist es also nicht viel naturgemässer, eine labile Modification des Magnesiumcarbonats anzunehmen, welche sich im Molecularvolumen dem Kalkspath mehr nähert und deren Aufnahme im Krystallgebäude ohne Spannungen erfolgen könnte?

Wenn wir also alles betrachten, was für und was gegen die isodimorphe Mischung bei den schwach Mg-haltigen Kalkspathen und den schwach Ca-haltigen Magnesiten spricht, so glaube ich, dass, wenn man die Sache vorurtheilsfrei betrachtet, die Waage nach der Seite des „Für“ neigt. — Mangel an chemischer Analogie, Übereinstimmung mit ähnlichen Mischungsfällen bei anderen Salzen, Abweichung in den Krystallwinkeln und im Molecularvolumen, all' dies spricht für isodimorphe Mischung. — Für die direct isomorphe Mischung nur die, wie ich erwähnte, ziemlich bedenkliche Formanalogie.

Was diesen letzten und einzigen Grund betrifft, so ist — angenommen, diese Formanalogie (z. B. indem man nur die Grund- oder Spaltungsrhomböeder betrachtet) wäre wirklich vorhanden —, doch niemals die Thatsache ausser Augen zu lassen, dass ähnliche Formanalogien sehr oft bei chemisch vollkommen unähnlichen Körpern auftreten, wobei also jeder Gedanke an Isomorphismus ausgeschlossen ist. Im regulären System kommen sie natürlich äusserst häufig vor und keinem Menschen wird es einfallen, hieraus besondere Schlüsse zu ziehen. In anderen Krystallsystemen können derartige Formähnlichkeiten natürlich nicht so häufig vorkommen wegen der abweichenden Krystallwinkel (resp. Axenverhältnissen), welche in demselben Krystallsystem auftreten können; dass sie jedoch von Zeit zu Zeit vorkommen müssen, ist wohl eine nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung unvermeidliche Schlussfolgerung, wozu jeder kommt, der nur die geringe Zahl der möglichen Formen eines Krystallsystems mit den äusserst grossen der in demselben System krystallisirenden Körper betrachtet.

Ich hoffe, dass es mir gelungen sein möge, Sie einigermaassen zu überzeugen. Wie gesagt, den Beweis, dass keine direct isomorphe Mischung möglich ist, kann ich Ihnen nicht liefern. Man soll nur unparteiisch abwägen, welche von den beiden Möglichkeiten, die isomorphe oder die isodimorphe Mischung, die wahrscheinlichere ist. J. W. Retgers.

Eine Bemerkung zur Abhandlung von E. Mallard:  
Sur le grenat Pyrénéite<sup>1</sup>.

Von R. Brauns.

Marburg, Mineralogisches Institut, Februar 1892.

Bei Besprechung<sup>2</sup> meines Werkes<sup>3</sup> über die optischen Anomalien der Krystalle unterlässt MALLARD nicht, ausdrücklich zu betonen, dass er sich meinen Ansichten in keinem Punkte anschliessen könne. Die über Steinsalz und Sylvin mitgetheilten Beobachtungen forderten zwar zu erneuten Studien auf, er müsse aber doch bei seiner Ansicht verharren und könne nicht glauben, dass optische Anomalien in Krystallen je durch innere Spannungen hervorgerufen werden könnten. Auf die gegen seine Hypothese geltend gemachten Bedenken geht er mit keinem Worte ein.

Dagegen behauptet MALLARD, ich habe für meine Annahme, dass die durch isomorphe Beimischung hervorgerufenen Anomalien auf innere Spannungen zurückzuführen seien, nicht den geringsten Beweis beigebracht. Ich muss hieraus schliessen, dass MALLARD die betreffenden Stellen in meinem Werk entgangen sind; ich bitte ihn daher, den Seiten 224, 225, 255, 256 und 357 einige Beachtung zu schenken.

Die Ansicht, dass die Anomalien im Granat durch isomorphe Beimischung hervorgerufen werden, hält MALLARD für falsch. An einem Beispiel will er jetzt beweisen, „que certaines variétés de grenat ont bien, essentiellement, une symétrie inférieure à la symétrie cubique.“ Er wählt hierzu den sogen. Pyrenäit.

Dieser Granat ist in Dodekaëdern krystallisirt und findet sich in einem Kalk am Pic d'Eres-Lids in den Pyrenäen. Nach seiner chemischen Zusammensetzung ist er ein Kalkthongranat, der nach einer alten Analyse von VAUQUELIN 16 %  $Al_2O_3$  neben 16 %  $Fe_2O_3$  enthalten soll; nach Ansicht von MALLARD ist diese Analyse falsch, der Eisengehalt soll, wie aus dem Verhalten vor dem Löthrohr zu schliessen, gering sein. Die Substanz des Granat ist fast farblos, durch viele Einschlüsse sind aber die Krystalle schwarz. Das specifische Gewicht bestimmte MALLARD zu 3,54.

Die Krystalle sind alle in gleicher Weise doppelbrechend. Ein Schliiff parallel einer Fläche des Rhombendodekaëders zeigt ein Mittelfeld, umgeben von 6 Randfeldern (zu vergl. etwa dies. Jahrb. 1883. I. Fig. 12 auf Tafel VII), die in scharfen, geradlinigen Grenzen, längs deren haupt-

<sup>1</sup> Bulletin de la société française de minéralogie. XIV. p. 293—302, December 1891.

<sup>2</sup> Ebenda p. 304. <sup>3</sup> Vergl. dies. Heft p. 198.

sächlich die fremden Einschlüsse liegen, zusammenstossen. Im Mittelfeld und den beiden links und rechts anstossenden Feldern ist Austritt der Axen zu beobachten, die Ebene der optischen Axen fällt in die Richtung der langen Diagonale; im Mittelfeld treten die beiden Axen um die stumpfe, zur Fläche normale Bisectrix aus, der Axenwinkel ist gross; in den beiden Randfeldern treten die Axen um die spitze, positive Mittellinie aus, der Axenwinkel ist ungefähr  $60^\circ$ . Die Krystalle verhalten sich hiernach so, als seien sie aus sechs rhombischen Individuen aufgebaut, deren Basis eine Dodekaëderfläche ist und deren Spitze nach der Mitte des Krystalls zu liegt. Die in dem beschriebenen Schliff am Rand liegenden Felder gehören zu den Pyramiden, welche von den der Schlieffläche benachbarten Dodekaëderflächen ausgehen, speciell die beiden links und rechts liegenden Felder, welche Axenaustritt zeigen, zu den beiden Pyramiden, welche von den beiden zur Schlieffläche normalen Dodekaëderflächen ausgehen. Das Verhalten der Schriffe nach anderen Richtungen kann man sich hieraus ableiten, sie zerfallen in Felder, deren Zahl mit der Zahl der durchschnittenen Dodekaëderflächen übereinstimmt.

Den mittleren Brechungsexponenten bestimmte MALLARD an einem Prisma annähernd zu 1,74; die Differenzen der Brechungsexponenten bestimmte er am Dodekaëder- und Würfelschliff und fand:

$$\alpha - \gamma = 0,00271$$

$$\alpha - \beta = 0,00210$$

$$\beta - \gamma = 0,00061 \text{ (0,000615 gemessen);}$$

$$\text{hieraus: } V = 28,8^\circ \text{ (28,2^\circ gemessen).}$$

Dispersion  $\rho < \nu$  um die positive Bisectrix.

Aus dem Verhalten dieses Granat schliesst MALLARD, dass die Krystalle rhombisch und aus sechs Individuen aufgebaut seien: „La Pyrénéite est un cristal de symétrie rhombique dont les groupements figurent un cristal cubique à forme dodécaédrique . . . En disant que la Pyrénéite est un cristal rhombique, on n'énonce donc pas une hypothèse, on ne fait que traduire rigoureusement, sans y rien ajouter, les faits expérimentaux.“ In diesem Satz gebe ich ihm das eine zu, qu'il n'y a rien ajouté, dass er zu seiner Beobachtung keine Kritik gefügt hat.

Wenn aber MALLARD nun fortfährt: „L'hypothèse de MM. KLEIN et BRAUNS qui voient dans ces grenats, ou dans des grenats analogues, des cristaux cubiques déformés soit par des tensions mécaniques soit par des mélanges isomorphes, est donc sans fondement,“ und an einer anderen Stelle (S. 306) sagt: „Il est donc ainsi démontré que, pour le grenat Pyrénéite tout au moins, les conclusions de M. BRAUNS sont certainement inexactes,“ so lässt sich leicht zeigen, dass diese Behauptung nicht begründet und der Vorwurf nicht berechtigt ist, denn das von MALLARD mitgetheilte Verhalten des Pyrenäit passt ganz in den Rahmen unserer Anschauung und ist von dem längst bekannten Verhalten anderer Granaten nicht wesentlich verschieden.

Der von MALLARD beschriebene Granat zeigt die normale Dodekaëderstructur, und jeder Granat, der durch isomorphe Bei-

mischung doppelbrechend und dessen Krystallform das Dodekaëder ist<sup>1</sup>, verhält sich so, wie MALLARD es beschreibt und muss sich nach unserer Auffassung so verhalten, wenn die Doppelbrechung durch innere Spannungen hervorgerufen wird.

So beweist das von MALLARD angeführte Beispiel gerade das Gegentheil von dem, was es soll; es ist nicht geeignet, unsere Anschauung zu widerlegen, sondern sie zu bestärken, indem es die bis jetzt bekannten Fälle von normaler Dodekaëderstructur um einen typischen Fall vermehrt. Hätte MALLARD dasselbe Verhalten an einem Oktaëder oder Achtundvierzigflächner von Granat beobachtet, so könnte er es gegen unsere Anschauung anführen, so aber stimmt das Verhalten mit dem, was wir erwarten, genau überein.

In einem Punkte kann ich MALLARD Recht geben: dass unsere Anschauungen durch eine tiefe Kluft getrennt sind; die Trennung kann aufgehoben werden, wenn die Kluft in gemeinschaftlicher Arbeit ausgefüllt wird, nicht aber, wenn der eine über alle Hindernisse in hohem Fluge hinwegsetzt, bei dem ihm der andere nicht zu folgen vermag.

### Gleitflächen am Doppelspath.

Von A. Kenngott.

Zürich, 3. Februar 1892.

An einem rhomboëdrischen Spaltungsstücke des Calcit aus Island (nach R), welches ich vor 30 Jahren in der mineralogischen Schausammlung wegen der Doppelbrechung aufgestellt hatte, weil es gross und gut war, hatten die zwei grössten parallelen Rhombenflächen nahezu die Diagonalenlänge 10 und 7 cm und die Dicke betrug nahezu 4 cm, so dass die untergelegte Signatur „Po V. 57 Island“ auf weissem Papier sich sehr zweckmässig erwies, um auf diesen Calcit durch die doppelt erscheinende Schrift als Doppelspath aufmerksam zu machen.

Vor Kurzem war dieses Stück auf den Fussboden herunter gefallen und es zeigte sich an der einen stumpfen Rhomboëderkante, deren Kantenlinie von der kurzen Diagonale des grössten Rhombus abwärts geht, durch den Fall ein Stück abgesprungen und die Trennungsfläche war der Rhomboëderfläche  $-\frac{1}{2}R$  parallel, als wenn man absichtlich die stumpfe Kante durch einen Spaltversuch gerade abgestumpft hätte. Diese Fläche bildete bei vollkommener Ausbildung ein Oblongum, dessen Breite (die Länge der entstandenen horizontalen Combinationskante der Spaltfläche  $-\frac{1}{2}R$  mit

<sup>1</sup> Vergl. C. KLEIN: Optische Studien am Granat. Dies. Jahrb. 1883, I. 110, weisser Granat von Auerbach, Granat von Jordansmühl z. Th. u. a.; ferner S. 152: „In den reinen Rhombendodekaëdern, z. B. von Auerbach, tritt die Rhombendodekaëderstructur zu Tage. Erste Mittellinie der optischen Axen meist negativ, senkrecht zur Dodekaëderfläche, Axenebene parallel der langen Rhombendiagonale.“

der grossen Spaltfläche R) 4,5 cm maass, während die Höhe 3,8 cm betrug. Das durch den Fall abgesprungene Stück war in mehrere kleinere zerfallen. Die Spaltfläche  $-\frac{1}{2}R$  selbst ist eben und glatt zu etwa  $\frac{2}{3}$  der Grösse von oben herab gerechnet, wenn man das Stück auf die grosse Spaltungsfläche R so legt, dass die Combinationskante von 4,5 cm Länge horizontal quer vor dem Beobachter liegt. Der so nach abwärts liegende Theil der Spaltfläche  $-\frac{1}{2}R$  zeigt eine Reihe mehr oder weniger hervorragender stumpfer Rhomboëderkanten, weil wahrscheinlich das Stück auf die eine stumpfe dreikantige Ecke aufgefallen war, welche einer Seitenecke von R entspricht. So vermute ich.

Der ganze Vorgang und die so entstandene Spaltungsfläche  $-\frac{1}{2}R$  war mir interessant und ich stellte das Stück wieder auf mit der Bemerkung, dass an diesem rhomboëdrischen Spaltungsstück nach R noch eine Spaltungsfläche parallel  $-\frac{1}{2}R$  sichtbar ist und stellte das Stück so, dass man diese in ihrer ganzen Grösse und Beschaffenheit deutlich sehen kann.

Es überraschte mich in der That das Sichtbarwerden einer deutlichen Spaltungsfläche nach  $-\frac{1}{2}R$ , da diese Spaltungsrichtung in der Literatur nicht unerwähnt ist und Gleitflächen nach  $-\frac{1}{2}R$  erzeugt werden können und ich sah mich aus Interesse an der Sache veranlasst, ein anderes eben so schönes Spaltungsstück nach R aus Island, welches ich früher neben dem obigen aufgestellt hatte, wenn nöthig zu opfern, da noch mehrere aufgestellt sind, um zu versuchen, ob mit Absicht eine solche Spaltungsfläche erhalten werden könne, da die obige einem Zufall das Sichtbarwerden verdankte.

Da nun die Handstücke des Doppelspathes, wenn man sie schön als rhomboëdrische Spaltungsstücke nach R herstellen will, bei der gewöhnlichen Art zu spalten sehr leicht Sprünge erhalten und Fehlstücke entstehen, das Material bisweilen dadurch etwas vergeudet wird, so musste ich das Spalten nach  $-\frac{1}{2}R$  als Abstumpfungsfäche einer stumpfen Kante von R mit einer gewissen Vorsicht unternehmen, zumal das bezügliche Stück mit der Nummer Po V. 59 aufgestellt fast tadellos war, kaum bemerkenswerthe Sprünge nach R hatte, wie sie beim Herstellen rhomboëdrischer Spaltungsstücke, wenn diese schön sein sollen, schwer zu vermeiden sind.

Das zu behandelnde Spaltungsstück, welches etwas kleiner als das obige war, zeigte als Stück eines Krystalles an einer Seite noch eine wenig gewölbte ursprüngliche raue Krystallfläche, auf welcher reichliche blassgelblichweise Desminkristalle, wie noch an zwei anderen Stücken aufgewachsen sind, von etwa 3—4 mm Länge und 2 mm Dicke.

Mit einem Messer oder Meissel wollte ich nicht operiren. Ich legte daher das Stück auf meinen linken Oberschenkel, bedeckte die Rhombenfläche, auf welche ich schlagen wollte, mit einem weichen, vierfach gefalteten Baumwolltuch, das ich, das Stück mit der linken Hand haltend, so andrücken konnte, dass ich genau die Umrisse der gleichkantigen dreikantigen Ecke und der Fläche sehen konnte, gegen welche ich den Schlag mit einem Hammer ausführen wollte. Der Hammer hatte an der einen Seite eine quadratische Endfläche. Ich schlug nun so auf die Rhomboëder-

fläche, dass die Kante des Hammers die Richtung der längeren Diagonale hatte und führte einen ziemlich kräftigen Schlag aus, dabei in Besorgniss, dass das ganze Stück zertrümmert werden könnte. Zu meiner eigenen Überraschung war dies nicht der Fall, sondern das Resultat war eine noch schönere, glänzende spiegelnde Spaltungsfläche nach  $-\frac{1}{2}R$ , als die durch Zufall an dem obigen Stücke entstandene und ich sende Ihnen mit Vergnügen das Stück zur gefälligen Ansicht, weil ich weiss, dass es Sie interessiren wird.

Der die stumpfe Kante von R abstumpfende Theil zerfiel freilich in zwei kleine Stücke, die noch recht lehrreich und interessant sind, und einige kleinere.

Das Oblongum misst quer (die entstandene horizontale Combinationskante der beiderlei Spaltungsflächen) 3,3 cm, in der Höhe 4,8 cm. An ein paar Stellen zeigt die glänzende glatte Fläche sehr feine kurze vertical herablaufende Streifen, oscillirende stumpfe Kanten, abhängig von der Spaltbarkeit nach R und in dem unteren Theile sieht man noch eine grössere und eine kleinere kurze stark hervorspringende stumpfe Kante von R, eine mit der Art der Ausführung zusammenhängende Erscheinung, da ja doch das Spalten in nicht gewöhnlicher fachmännischer Weise bewerkstelligt werden konnte. Überhaupt möchte ich mein Verfahren, die Spaltungsfläche nach  $\frac{1}{2}R$  als Abstumpfung der stumpfen Kante von R hervorzubringen, nur als einen Versuch angesehen wissen wollen, nicht zur Wiederholung empfehlen, weil das Stück auch ganz zertrümmert werden konnte und so interessant der Erfolg war, so werde ich selbst sehr bedenken, wenn ich einen neuen Versuch machen wollte, wie ich dabei verfahren sollte.

### Ein Nocerin-ähnliches Mineral von Arendal in Norwegen.

Von F. v. Sandberger.

Würzburg, 13. Februar 1892.

In der Würzburger Sammlung befindet sich seit 32 Jahren ein von dem verstorbenen Berginspector TASCHÉ aus Salzhausen zu Arendal gesammeltes Stück mit ausgezeichneten Krystallen von Babingtonit, welches auch durch die übrigen an ihm zu beobachtenden Mineralien Interesse erregt. Die Grundlage aller bildet derbe dunkle Hornblende (*Amphibolus ferrosus* BREITH.), dann folgt 1. Pistacit (*Epidotus acanthiconus* BREITH.), 2. Babingtonit und endlich ein weisses Mineral in kleinen rauhfächigen Krystallen, welche der Combination  $P. 2\checkmark\infty$  des Alstonits gleichen, aber leider nicht näher bestimmbar sind. Dagegen fehlen andere von BREITHAUP<sup>1</sup> als Begleiter des Babingtonits angeführten Mineralien, namentlich Feldspathe, ganz. Die Härte der Substanz ist 4,5, das Strichpulver weiss.

Vor dem Löthrohr erwies sie sich ziemlich schwer schmelzbar zu farblosem blasigem Email, wobei die Flamme die rothgelbe Kalk-Natron-

<sup>1</sup> Paragenesis S. 87.

Färbung annahm. Im Glührohr wird kein Wasser abgegeben. Die qualitative Analyse ergab als Bestandtheile Fluor, Calcium und jedenfalls ebenso viel Magnesium, dann Natrium und sehr wenig Aluminium. Hiernach ist das Mineral wohl neben Nocerin zu stellen, dessen Zusammensetzung von E. FISCHER<sup>1</sup> ermittelt wurde. Allein dieser ist viel leichter schmelzbar und nach BERTRAND hexagonal. Leider habe ich über zu wenig Material zu verfügen, um auch eine quantitative Analyse veranlassen zu können, wollte aber doch nicht unterlassen, auf das merkwürdige Mineral, welches einstweilen Metanocerin heissen mag, aufmerksam zu machen, da es wohl auch in anderen Sammlungen vorhanden sein wird.

### Ueber ein Mineral der Nosean-Hauyn-Gruppe im Eläolithsyenit von Montreal.

Von A. Osann.

Heidelberg, 17. Febr. 1892.

Der kürzlich von LACROIX (Bull. d. l. soc. géol. de France. Bd. 18. 1890) ausführlich beschriebene Eläolithsyenit von Montreal bildet westlich dieser Stadt eine kleine stockförmige Masse im Trentonkalk und wird, wie der ihn umgebende Kalk, von zahlreichen Gängen durchsetzt, welche zum grössten Theil ihrer Zusammensetzung und Structur nach der Gangformation der Eläolithsyenite angehörige Glieder der Tinguait-, Monchiquit- und Bostonreihe repräsentiren. Mir standen zur Untersuchung zwei Handstücke des Eläolithsyenits zur Verfügung, welche Herr ANDREAE unter Führung des Herrn ADAMS im Corporation Quarry am Mount Royal sammelte. Beide Handstücke sind von hellgrauer Farbe, mittel- bis feinkörnig und zeigen eine ausgesprochen trachytoide Structur dadurch, dass der herrschende Gemengtheil, der Feldspath, nach  $\infty P \infty$  tafelförmig ausgebildet und zugleich mit dieser Fläche im Gestein parallel angeordnet ist, so dass auf dem Querbruch alle Durchschnitte leistenförmig erscheinen. Es ist dies die Structur, welche BRÖGGER (Zeitschr. für Krystall. 16. Bd. p. 39) bei der Beschreibung der Eläolithsyenite Südnorwegens als für seinen Foyaittypus charakteristisch bezeichnet. Ausser dem Feldspath treten makroskopisch hervor: schwarze Hornblendenadeln, ein schwarzes Mineral in Form rundlicher Körner, von muschligem Bruch, das sich mikroskopisch als ein braun durchsichtiger Granat (Melanit?) zu erkennen gibt, sowie kleine weingelbe Titanitkryställchen. Eläolith ist makroskopisch nur sehr spärlich wahrzunehmen, er unterscheidet sich von dem grauen Feldspath durch einen grüngelben Ton in der Färbung und seinen Fettglanz.

Unter dem Mikroskop erkennt man, dass neben Orthoklas reichlich Plagioklas vorhanden ist; derselbe ergab nach der Isolation ein spec. Gew. von 2,64—2,65 und gehört demnach dem Oligoklas an. Der Orthoklas selbst ist sehr vielfach von einem triklinen Feldspath durchwachsen, so dass sein spec. Gew. auf 2,59—2,61 steigt. Spaltblättchen des Orthoklases

<sup>1</sup> E. FISCHER, Zeitschr. f. Krystallogr. u. Mineralogie. X. S. 270.

nach OP ergaben für diesen Plagioklas Auslöschungsschiefen von  $2-3^{\circ}$ , so dass auch er z. Th. wenigstens Oligoklas zu sein scheint. Die Hornblende wird mit dunkelgrüner Farbe durchsichtig und zeigt häufig zonaren Bau, die centralen Parteen sind dann bräunlich gefärbt. Die schwache Doppelbrechung dieser Hornblende, sowie ihr hohes spec. Gew. — sie sinkt in Cadmiumlösung, in welcher basaltischer Augit noch schwimmt — lassen auf einen hohen Gehalt an Alkalien schliessen. Ein grüner Pyroxen ist nur spärlich vorhanden; an Schnitten aus der Prismenzone wurden Auslöschungsschiefen von  $34-36^{\circ}$  gemessen, so dass er jedenfalls dem Ägirin nicht angehört. Noch spärlicher als dieser Pyroxen kommt im Gestein ein brauner Glimmer vor; er wurde nur in wenigen Blättchen mit der Hornblende verwachsen beobachtet. Der braun durchsichtige Granat verhält sich vollständig isotrop und zeigt nur selten regelmässige Umgrenzung. Stets ist er reich an Einschlüssen anderer Gemengtheile, unter ihnen tritt besonders reichlich der später zu beschreibende Nosean und Orthoklas auf, beide mit wohl begrenzter Krystallform; es spricht dies für ein auffallend junges Alter des Granates, der sonst in verwandten Gesteinen eine der ältesten Ausscheidungen aus dem Eruptivmagma zu sein pflegt. Eläolith ist mikroskopisch reichlich vorhanden, er füllt die eckigen Räume zwischen den übrigen Gemengtheilen aus.

Sehr verbreitet und stets mit idiomorpher Begrenzung, in einem der beiden Handstücke auch vollkommen frisch, findet sich ein isotropes Mineral, welches bisher für Sodalith gehalten worden zu sein scheint. Seine Durchschnitte sind quadratisch und sechseitig und lassen auf die Form des Rhombendodekaäders schliessen. Die centralen Theile sind stets erfüllt mit opaken Erzpartikelchen, die sich zu dunklen Strichsystemen aneinanderreihen, während die randlichen Parteen einschlussfrei und wasserhell sind. Den Reichthum und die Vertheilung dieses isotropen Mineralen im Gestein kann man sehr gut nach dem Glühen des letzteren überblicken, jenes nimmt bei diesem Process eine rothbraune Färbung an; es rührt dies daher, dass um jeden dieser Erzeinschlüsse sich eine rothbraune Zone von Eisenoxyd bildet. Die opaken Körnchen zeigen nicht selten bei starker Vergrösserung quadratische und sechseitige Durchschnitte und bestehen der grössten Wahrscheinlichkeit nach aus Magneteisen; behandelt man ein isolirtes Noseankorn auf einem Objectträger mit verdünnter Salzsäure, so löst sich zunächst der Nosean und es bleibt ein zusammenhängendes Skelett von Magneteisen zurück; bei weiterer Einwirkung dieser Säure, besonders in der Wärme, löst sich dann auch dieses leicht auf. Einschlussreiche Noseankörner sind stark magnetisch und werden schon von einem gewöhnlichen Magnetstabe angezogen. Die Constanz und Regelmässigkeit dieser Einlagerungen, wie sie nur bei Nosean und Hauyn vorzukommen pflegt, sowie die relativ frühe Ausscheidung des isotropen Mineralen aus dem Magma — dasselbe wird häufig von Hornblende umschlossen — liessen vermuthen, dass letzteres nicht Sodalith, sondern Hauyn oder Nosean sei. Aus dem gepulverten Gestein wurde zu näherer Untersuchung derjenige Theil abgetrennt, dessen spec. Gew. unter 2,48 lag. Das spec. Gew. des reinen

Minerales liegt jedenfalls bedeutend tiefer, wird aber durch die Einschlüsse stark erhöht. Letztere bedingen auch, dass reines Material überhaupt nicht zu gewinnen war. Aus diesem Grund wurde von einer vollständigen Bauschanalyse des gewonnenen Pulvers abgesehen und nur der Gehalt an  $\text{SO}_4$  bestimmt. 0,47 g Substanz wurden in Salzsäure gelöst, die  $\text{SiO}_2$  durch Abdampfen unlöslich gemacht und mit unangegriffenen Verunreinigungen abfiltrirt; aus der Lösung wurde die  $\text{SO}_4$  gefällt, sie ergab 4,74%. Eine zweite Portion auf dieselbe Weise isolirten Pulvers wurde durch Eindampfen mit HFl zersetzt, die gebildeten Kieselfluoride durch conc. HCl zerstört und die  $\text{SO}_4$  bestimmt, es resultirten 4,37%  $\text{SO}_4$ . Zieht man in Betracht, dass die angewandte Substanz durch Magnetit, Nephelin und etwas Feldspath verunreinigt war, so ergibt sich für das isotrope Mineral ein Gehalt von 5–6% Schwefelsäure. Es ist dadurch seine Zugehörigkeit zur Nosean-Hauyn-Gruppe erwiesen. Lässt man ein Körnchen desselben mit HCl eintrocknen, so erhält man nur sehr spärlich Gypskryställchen, dagegen treten dieselben reichlich auf, wenn man vor dem Verdunsten ein Kalksalz zusetzt. Diese von SAUER angegebene Reaction bestätigt, dass das Mineral kalkarm ist und dem Nosean zugestellt werden muss.

Wie eine Reihe von Versuchen an Sodalith und Nosean enthaltenden Schliffen ergab, kann man diese beiden Mineralien in Präparaten auf folgende Weise leicht unterscheiden: Man bedeckt den Schliff mit einigen Tropfen verdünnter Essigsäure (3–4 Theile  $\text{H}_2\text{O}$  auf 1 Theil concentrirte Essigsäure), der man etwas Chlorbaryumlösung zugesetzt hat. Das Präparat lässt man zusammen mit einem Uhrglas, das dieselbe Flüssigkeit enthält, mehrere Stunden unter einer Glasglocke stehen, so dass kein vollständiges Eintrocknen stattfinden kann. Der Sodalith wird von Ätzzfiguren bedeckt, bleibt aber vollständig durchsichtig, der Nosean dagegen überzieht sich auf seiner Oberfläche mit einem sehr feinen Niederschlag von  $\text{BaSO}_4$  und wird ganz undurchsichtig. Auf diese Weise lässt sich auch in den Präparaten des Eläolithsyenits von Montreal leicht die Nosean-Natur des isotropen Mineralen nachweisen.

## Flugsand auf Rheinalluvium und zur Jetztzeit.

Von C. Chelius.

Darmstadt, März 1892.

Der Nachweis der Entstehung der Flugsandmassen im Rheinthal zur Diluvialzeit, der Nachweis von mindestens zwei grösseren Flugsandperioden, die durch diluviale Fluss-Schotter- und Sandablagerungen getrennt sind, der Nachweis, dass Rhein und Neckar in den Flugsand der Rheinebene zwei breite Thäler eingeschnitten haben, deren Ablagerungen dem Flugsand aufliegen, hat von verschiedenen Seiten Einspruch veranlasst. Der Flugsand anderer Gegenden sei ohne Zweifel eines der jüngsten Gebilde und werde noch jetzt bewegt und so würde wohl es auch mit dem Flugsand des Rhein-

thals sich verhalten. Letzteres zu leugnen, wird wohl jedem Beobachter fern gelegen haben; es handelte sich bei jenen Nachweisen um die erste ursprüngliche Entstehung der Flugsandmassen und um ihre Anwehung in der Diluvialzeit. Auf die heutige Fortbewegung des Flugsandes hatte ich schon in den Erläuterungen zu Blatt Messel und Rossdorf p. 55 und 87 (Darmstadt 1886) hingewiesen, die Verstäubung des Löss über älteres Alluvium erwähnte ich in dies. Jahrb. 1891, I. 105, heute kann ich ein Profil mittheilen, in dem selbst hohe Flugsanddünen über einen Theil eines alten Rheinarms in jüngster Zeit aufgeweht sind.

Während zwischen Rhein- und altem Neckarthal von Viernheim an der badischen Grenze bis Gernsheim ein continuirlicher breiter Flugsandrücken die Scheide der beiden Thäler bildet und auf der Ostseite des alten Neckarthals überall noch grosse Flugsandmassen erhalten geblieben sind, kennen wir auf dem hessischen Theil des linken Rheinufer nur geringe Flugsandmassen zwischen Rhein-Dürkheim und Alsheim, die östlich Mettenheim eine charakteristische Dünenlandschaft bilden. Diese diluvialen Dünenlande hatte in einer früheren Alluvialzeit ein Rheinarm oder ein stärkerer seitlicher Nebenfluss angeschnitten, wie die Namen „Lache“ und „im Woog“ daselbst noch andeuten. Die häufigen Nordweststürme dort wehten bald, nachdem der Flussarm abgeschnürt, verschlickt und vertorft war, den nahen Flugsand über die alluviale Flussablagerung und thürmten ihn bis zu 6 m hoher Düne darüber auf, wie das zwischen Eich und Mettenheim im Rheinthal sichtbare Profil in einer der nordwestlichen Mergelgruben zeigt:

Oben: Jüngster Flugsand in Dünen angehäuft  $\frac{1}{2}$ —6 m.

Humoser, kalkiger Sand und Lehm oder Moorerde 1—2 m.

Kalkreicher, weisser und gelber Flussschlick mit „Rheinweiss“ an der Oberfläche und einer dünnen Lage Flussskies an der Sohle 1—2 m.

Unten: Diluvialer, mittlerer Flugsand.

Nach Angaben über Brunnenbohrungen folgt darunter diluvialer Flussschotter und dann wiederum geröllfreier Sand mit Kalkconcretionen (= älterer diluvialer Flugsand).

Die Bewegung des Flugsandes sehen wir auch heute noch an jedem stürmischen Tag bei trockenem Wetter. Die Sandgruben in den Dünen werden nach und nach eingeebnet, der Sand wird von vegetationsfreien Stellen über das benachbarte Terrain geweht; hinter jedem hervorragenden Gegenstand, selbst hinter jedem Grasbüschel wird dabei ein kleiner Sandrücken in der Richtung des Windstroms abgelagert.

Ein besonders charakteristisches Phänomen solcher Abwehung und Anwehung war aber am 18. Februar d. J. an den Höhen<sup>1</sup> zwischen Darmstadt und Eberstadt sichtbar. Es hatte drei Tage geschneit, eine gleichmässige Schneedecke bedeckte mehrere Decimeter hoch den Boden. Nach dem Aufhören des Schneefalls trat starker Nordweststurm ein, der den Schnee

<sup>1</sup> Die Höhen erreichen 241 m und ragen gegen 100 m über die dort 130—140 m über NN. liegende Ebene.

hinter Terrainerhebungen, an Steilwänden und anderen Stellen zusammenwehte. Die auffallenden Schneetheilchen und der Wind formten an den Schneedünen dieselben Oberflächenformen und Kanten, wie an Kanten geschoben. Bei Beginn des Thauwetters am nächsten Tag hörte der Sturm auf; ich konnte mit Herrn SCHOPP dahier beobachten, dass von der Marienhöhe bei Darmstadt an bis zum Frankenstein bei Eberstadt eine dichte, graubraune Staubdecke den Schnee fast überall einhüllte, soweit die Gegend waldfrei war. Der Staub lag stärker an Steilgehängen, an Mulden, an Bergsätteln, schwächer auf runden Kuppen, in den Thal-sohlen und hinter SW.—NO. streichenden Waldgrenzen. Der staubbedeckte Schnee stach scharf ab gegen den sonst im Wald, in der Ebene und rings um Darmstadt liegenden blendendweissen Schnee. Die trübe Schneedecke hatte 1, auch 2—3 cm Stärke, darunter war bis zum Boden der Schnee vollkommen rein. Proben von ca. 60 ccm festem Schnee lieferten 25—30 g Wasser und dieses enthielt 0,2—0,3 g trockenen Sand und Staub. Unter dem Mikroskop zeigte der Staub und Sand genau dieselbe Zusammensetzung, Farben und Eigenschaften des feinkörnigsten Flugsandes unserer Gegend gegen die Lössgrenze hin.

Diese Beobachtung zeigt, dass wir Abwehung und Anwehung von Flugsand und Löss nicht nur im Sommer bei grosser Trockenheit, sondern auch im Winter bei Frost noch heute erhalten können, sei es nun, dass das Material der nächsten Umgebung an freigewehten Stellen entnommen wurde, oder dass dasselbe, wofür seine Menge und verhältnissmässig gleiche weite Vertheilung spricht, aus grösserer Entfernung herrührt, etwa aus Hessen-Nassau und Oberhessen, wo an jenen Tagen, wie Reisende bezeugten, die Schneedecke sehr dünn lag oder fehlte.

Die Berge, an denen jene Erscheinung beobachtet wurde, bestehen aus Grundgebirgsgesteinen, deren losgebrochene Spaltstücke von rhomboëdrischer scharfkantiger Form die Oberfläche bedecken, soweit nicht Flugsand dieselben verhüllt. An allen den Stellen, wo wir die stärkste Anwehung beobachten konnten, liegt auch der Flugsand am mächtigsten, in Mulden und an den Einsattelungen der Berge oft meterhoch. Die Gesteinsstücke zeigen an solchen Stellen fast alle mehr oder minder deutliche glatte und gerundete oder mit scharfen Kanten versehene Oberflächen, rauhe Unterseiten. Das unbefangene Auge meines Collegen KLEMM erkannte an sehr vielen dieser Stücke die charakteristischen Merkmale des Windschliffs, wenn auch ausgesprochene Dreikanter selten entwickelt sind, da die harten und von Natur scharfkantigen, rhomboëdrischen Spaltstücke dieser Gesteine dazu nicht geeignet sind. Ich hatte mit Anderen diese glatte Oberfläche jener Gesteine, besonders der porphyrischen Granitapophysen, der Adinole, Hornfelse, Quarzite und Diabasmandelsteine daselbst für eine eigenthümliche Verwitterungserscheinung früher zu Unrecht angesehen und beschrieben.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: [1892](#)

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: [Briefliche Mittheilungen an die Redaction 198-226](#)