Beiträge zur Mineralogie.

VI. Reihe[1].

Von

Max Bauer in Marburg.

Mit 26 Holzschnitten.

---

11. Ueber einen Turmalinzwilling.

Trotzdem, dass von Turmalin schon so viele Krystalle untersucht worden sind, hat man doch noch niemals einen deutlichen Zwilling desselben kennen gelernt. Der vorliegende, in Fig. 1 dargestellte Krystall stellt einen solchen dar, einen

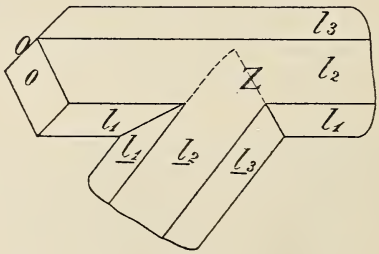


Fig. 1.

Durchkreuzungszwilling zweier Individuen, bei welchem eine Fläche des gewöhnlich als Grundform angenommenen Rhomboëders: R $(10\bar{1}1)$ (R/R = 133° 10′ in der Endkante) Zwillingsfläche ist.

Es ist ein schwarzer Turmalin unbekannten Fundorts (die Etiquette ist unleserlich). Das eine Hauptindividuum ist

---

[1] Vergl. dies. Jahrb. 1887. I. 1.

circa 2 cm. lang und etwas weniger als halb so dick. Das zweite kleinere, 1 cm. lange und etwas dickere Individuum ist seitlich angewachsen, so dass es ein Stück weit in das erstere hinein ragt. Offenbar hat es sich früher auf der anderen Seite über dasselbe hinaus erstreckt den erwähnten Durchkreuzungszwilling bildend; das über das Hauptindividuum hinausgewachsene Stück des zweiten kleineren ist aber jetzt abgebrochen.

Das Hauptindividuum ist begrenzt von dem zweiten hexagonalen Prisma $l = \infty P2$ $(11\bar{2}0)$, auf dessen Kanten die Flächen eines Rhomboëders o gerade aufgesetzt sind. Die Prismenflächen sind ziemlich glänzend und eben, die Rhomboëderflächen sind ziemlich matt und rauh. Am entgegengesetzten Ende ist das grosse Individuum abgebrochen. Zur Bestimmung des Symbols des Rhomboëders o wurde der Winkel einer seiner Flächen zu einer anliegenden Prismenfläche l gemessen, der sich mit genügender Sicherheit, wenn auch nicht sehr genau bestimmen liess. Es ergab sich als Mittel aus 5 Ablesungen, die im Maximum um 23′ differirten:

$$o/l = 128^0\ 45'$$

was für o das Symbol des nächsten spitzeren Rhomboëders: $-2R$ $(02\bar{2}1)$ ergibt, woraus sich in Verbindung mit dem oben erwähnten Hauptrhomboëderwinkel: $o/l = 128^0\ 30'$ berechnet, eine Übereinstimmung, welche in Anbetracht der ungünstigen Beschaffenheit der Rhomboëderflächen o noch als hinreichend angesehen werden muss.

Das zweite kleinere Turmalinindividuum zeigt nur in der Prismenzone regelmässige Begrenzung; das hier befindliche sechsseitige Prisma ist, wie die nachfolgende Betrachtung zeigt, ebenfalls als das der zweiten Stellung $\underline{l}$ anzusehen, wenn dafür auch, da die Endbegrenzung abgebrochen ist, kein directer Beweis vorliegt. Eine Fläche l_2 des grossen Hauptindividuum und eine solche $\underline{l_2}$ des zweiten kleineren liegen genau in einem Niveau, wie man an dem übereinstimmenden Glanz beider Flächen unzweideutig sieht. Die Prismenflächen $l_1/\underline{l_3}$ bilden rechts einen stumpfen einspringenden Winkel. Die beiden Individuen stossen hier nach der geraden Kante $l_1/\underline{l_3}$ zusammen und von dem Ende derselben zieht sich die Zwillings-

grenze Z deutlich erkennbar und geradlinig beinahe über die ganze Fläche l_2 (resp. $\underline{l_2}$) weg. Die Flächen l_1 und $\underline{l_1}$ bilden links nach dem Rhomboëder o hin eine spitze einspringende Kante, die sich über $\underline{l_2}$ weg etwas krummlinig, aber annähernd in der Richtung der Kante $\underline{l_1/l_2}$ hinzieht bis zum Schnitt mit der von dem stumpfen einspringenden Winkel $l_1/\underline{l_3}$ ausgehenden Grenze.

Hieraus geht hervor, dass die Zwillingsfläche nothwendig die Fläche eines Rhomboëders sein muss, das die entgegengesetzte Stellung von o, also die positive des Hauptrhomboëders R hat, zu welchem o das nächste spitzere Rhomboëder ist. Zur genaueren Bestimmung der Zwillingsfläche Z wurde der Winkel $l_1/\underline{l_3}$ gemessen. Derselbe ergab sich als Mittel aus 6 zwischen 132° 15′ und 132° 28′ schwankenden Ablesungen:

$$l_1/\underline{l_3} = 132^0\ 42'$$

Hieraus folgt der Winkel, den die Zwillingsfläche Z mit den Prismenflächen l_1 (resp. $\underline{l_3}$) macht:

$$l_1/Z = 113^0\ 39'$$

was für Z den Ausdruck des Hauptrhomboëders: R (= $10\bar{1}1$) ergibt, für welches man aus dem obengenannten Winkel R/R = 130° 10′ berechnet:

$$l_1/Z = l_1/R = 113^0\ 26'.$$

Es liegt also ein Zwilling vor, bei welchem eine Fläche des Hauptrhomboëders Zwillingsfläche ist, wie letzteres auch schon von vornherein aus der parallelen Lage der Zwillingsfläche zu einer der Endkanten von o nach dem blossen Augenmaass zu vermuthen war.

12. Ueber eine Pseudomorphose von Aragonit nach Kalkspath.

Während Pseudomorphosen von Kalkspath nach Aragonit zu den verhältnissmässig häufig vorkommenden Erscheinungen gehören, sind umgekehrt solche von Aragonit nach Kalkspath bisher nur sehr selten gefunden worden, sie gehören mit zu den am seltensten auftretenden Pseudomorphosen überhaupt. G. Rose[1] ist der erste, der eine wenigstens mit Wahrschein-

[1] Abhandlungen Berlin. Akad. 1856. p. 66. (1. Abhandlung über die heteromorphen Zustände der kohlensauren Kalkerde.)

lichkeit hierher gehörende Erscheinung beschrieben hat: im Anfang der Umwandlung in Aragonit sich befindende Kalkspathkrystalle von unbekannter Herkunft. Später hat nur noch Fr. Sandberger[1] einschlägige Beobachtungen gemacht: ganz oder theilweise in Aragonit umgewandelte Kalkspathkrystalle, die alle aus dem Basalte stammten und zwar aus dem Basalte der Braunkohlengrube Alexandria bei Hohe im Westerwalde, im porphyrartigen Basalte von Härtlingen, gleichfalls im Westerwalde, und im Anamesit von Steinheim bei Hanau. Das Vorkommen der in Rede stehenden Art von Pseudomorphosen schien also bisher ein vorwiegend, wenn nicht ausschliesslich basaltisches zu sein.

Von den erwähnten gänzlich verschieden im Vorkommen sind die hier zu beschreibenden Pseudomorphosen von Aragonit nach Kalkspath. Sie sollen nach der Etiquette (der Krantz'schen Handlung) von Müsen im Siegen'schen stammen, es ist mir aber noch nie ein ähnliches Stück (auch abgesehen von der Pseudomorphosenbildung) von dort vorgekommen. Dagegen besitzt die Marburger Sammlung eine kleine Kalkspathstufe nach der Etiquette von Pajsberg in Wermland, die paragenetisch der vorliegenden zum Verwechseln gleicht, nur sind an ihr die Kalkspathkrystalle noch völlig unverändert. Dass jene Stufe wirklich aus den Wermländer Manganerzlagern stammt, kann füglich nicht bezweifelt werden, die Pseudomorphosen stammen also mit grösserer Wahrscheinlichkeit ebenfalls von dort; sicher aber ist das Vorkommen kein basaltisches.

Die Grundlage, auf der die in Aragonit verwandelten Kalkspathkrystalle aufgewachsen sind, bildet eine offenbar stalaktitische, circa $1\frac{1}{2}$ cm. dicke Platte von isabellgelbem Braunspath, im Innern krystallinisch-körnig, aussen von einer Schicht dicht gedrängter sattelförmiger Rhomboëderchen desselben Minerals bedeckt. Nur an einer schmalen Stelle ist ein Querbruch und auf diesem das krystallinisch-körnige Gefüge des Innern zu sehen. Die Rhomboëderchen der Oberfläche sind ihrerseits von einer wenige Millimeter dicken Lage

[1] Pogg. Ann. Bd. 129. 1866. p. 472 ff. Vergl. auch wegen beiden Vorkommnissen, Blum, Pseudomorphosen III. Nachtrag. p. 263 (G. Rose) und IV. Nachtrag. p. 166 (Sandberger).

kleintraubigen Psilomelans bedeckt, die aber Lücken zeigt, in welchen die Braunspathrhomboëderchen frei liegen.

Auf dieser Psilomelanschicht endlich, oder wo diese fehlt, direct auf den Braunspathrhomboëderchen sind die umgewandelten Kalkspathkrystalle aufgewachsen und zwar auf der glatten Oberfläche des Psilomelans ziemlich lose, so dass sie leicht und zum Theil kaum eine Spur hinterlassend, abbrechen. In der That sind auch die meisten Krystalle von ihrer Unterlage abgebrochen, man kann aber für mehrere an der Übereinstimmung der Bruchflächen ihren früheren Platz mit Sicherheit nachweisen.

Der Kalkspath bildet bis 4 cm. lange und $1\frac{1}{2}$ cm. dicke Skalenoëder R3 $(21\bar{3}1)$, deren Seitenecken durch die Flächen des ersten Prismas ∞R $(10\bar{1}0)$ etwas abgestumpft sind. Die Flächen sind ziemlich glänzend, aber nicht sehr eben, da die Krystalle aus zahlreichen kleineren Subindividuen verwachsen sind; es lässt sich aber mit Sicherheit nachweisen, dass es in der That das genannte Skalenoëder ist, welches die Krystalle begrenzt. Über die Flächen weg ziehen sich nach allen Richtungen, die den Flächen des Hauptrhomboëders R $(10\bar{1}1)$ entsprechen, zahlreiche geradlinige Spaltungsrisse.

Beim Anblick der glänzenden Oberfläche dieser Kalkspathkrystalle würde man ihre pseudomorphe Natur nicht vermuthen. Diese tritt dagegen um so deutlicher hervor an der Unterseite der abgebrochenen Krystalle, sowie an den auf der Unterlage sitzen gebliebenen Resten dieser letzteren und zwar daran, dass die Krystalle im Innern mehr oder weniger ausgeprägt hohl sind.

Man bemerkt auf den Bruchflächen eine äussere Hülle an den Krystallen, circa 1—2 mm. dick, welche innen und aussen die erwähnte skalenoëdrische Gestalt besitzt und welche aus reinem, frischem und unverändertem, farblosem und sehr stark durchsichtigem Kalkspath besteht, dessen Blätterbrüche einheitlich und ununterbrochen in der Richtung der drei Hauptrhomboëderflächen durch die Masse dieser äusseren Schale hindurchgehen. Diese ist stets am dicksten an den Skalenoëderspitzen und nimmt dann im Allgemeinen in der Richtung nach der Ansatzstelle der Krystalle auf der Unterlage an Dicke ab. Am unteren Rande, wo der Krystall die Unterlage berührte,

ist die Hülle mehr oder weniger stark durchlöchert oder fehlt auch wohl ganz, so dass hier statt der Kalkspathsubstanz die schneeweisse, trübe, feinkörnige, marmorähnliche, z. Th. lockere und poröse Ausfüllungsmasse des inneren Hohlraums der skalenoëdrischen Kalkspathschalen mehr oder weniger deutlich an die Oberfläche tritt. Diese Ausfüllungsmasse kann aber in vollkommener Deutlichkeit nur auf den Bruchflächen der Krystalle erkannt werden, wo man namentlich sieht, dass die Kalkspathschale und die feinkörnige Ausfüllungsmasse des inneren Hohlraums meist ziemlich scharf gegen einander abgegrenzt sind.

Betrachtet man den Querbruch eines Krystalls genauer entweder an dem Krystall selbst, oder an dem auf der Unterlage sitzen gebliebenen Rest desselben, so bemerkt man, dass die Ausfüllungsmasse den Innenraum nur zu $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ des Ganzen erfüllt, der Rest wird von Hohlräumen gebildet, welche meist ziemlich gleich gross und gleichmässig durch die ganze innere Masse vertheilt sind, so dass selten grössere Höhlungen in derselben auftreten. Es ist meist ein lockeres, kleinmaschiges Gewebe, das sich zum Theil ohne Mühe zwischen den Fingern zerbröckeln lässt. In verschiedenen umgewandelten Krystallen erfüllen die einzelnen Körnchen der Masse den Innenraum völlig regellos, wenigstens ist eine Regelmässigkeit in der Anordnung derselben nicht zu erkennen. Andere solche Krystalle dagegen zeigen ein deutlich schaliges Gefüge, indem einzelne dünne Lamellen mit zwischenliegenden dünnen, fast hohlen lamellaren Zonen abwechseln, welche alle parallel unter einander und mit den äusseren Begrenzungsflächen dicht gedrängt über einander liegen, jede Lamelle einen dünnwandigen skalenoëdrischen Hohlkörper bildend. In zwei sich berührenden Lamellen sind sie stets ziemlich scharf gegen einander abgegrenzt. Von der scharf ausgeprägten Schalenbildung in einzelnen Krystallen bis zum vollkommenen Fehlen derselben, in anderen sind alle möglichen Übergänge in dieser Beziehung vorhanden.

Was die materielle Beschaffenheit dieser schneeweissen Ausfüllungsmasse anbelangt, so erkennt man bald, dass man es mit drei verschiedenen Bestandtheilen derselben zu thun hat. Einmal sind es kleinkörnige bis kleinstenglige Parthien

ganz von dem Aussehen und der Beschaffenheit der äusseren Begrenzungsschale, mit deutlichen Blätterbrüchen; sodann trübe, weisse, ebenfalls feinkörnige und z. Th. feinstenglige Parthien ohne deutliche Blätterbrüche und endlich kleine, scharf ausgebildete, glänzende, durchsichtige Kryställchen. Diese drei Bestandtheile, neben denen etwas anderes nicht weiter zu bemerken war, geben sich bei der genaueren Untersuchung als drei wesentlich von einander verschiedene Substanzen zu erkennen, die aber in verschiedenen Mengenverhältnissen vorhanden sind.

Dass der erstgenannte Bestandtheil der Ausfüllungsmasse der Skalenoëder Kalkspath ist, sieht man sofort und zwar ist es derselbe Kalkspath, der die äussere Hülle bildet. Das Aussehen, der Glanz, die Farbe etc., alles ist dasselbe, und die Blätterbrüche im Innern gehen mit denen in der äusseren Hülle beziehungsweise parallel. Es sind entweder unregelmässige Körnchen, oder meist lange, dünne, unregelmässig umgrenzte Stengelchen, welche mehr einzeln oder dichter gedrängt, sich in der Richtung der Skalenoëderhauptaxe erstrecken. Zuweilen sind sie aber auch zonenförmig in der Richtung der Skalenoëderflächen angeordnet, in der Art, dass der oben geschilderte zonare Aufbau des ganzen Gebildes hervortritt. Eine mikrochemische Untersuchung hat, was für das Folgende von Wichtigkeit ist, keine Spur von Baryum in dem Kalkspath ergeben.

Der zweite Bestandtheil der Ausfüllungsmasse gibt sich durch seine trübere Beschaffenheit zu erkennen. Es sind meist feinkörnige Parthien seltener dünne Stengelchen, welche vielfach zwischen den geschilderten dickeren Kalkspathstengeln angeordnet sind, derart, dass sie auf deren Oberfläche aufsitzen und dieselben ringsum umhüllen, so dass sie senkrecht zu den Stengeln in die vorhandenen Hohlräume hineinragen. Deutliche Krystallflächen sind auch u. d. M. nie zu sehen, sondern höchstens unregelmässige und unbestimmte Andeutungen von solchen. Man sieht an ihnen auch niemals deutliche Blätterbrüche, was besonders an den dünnen Stengelchen hervortritt, die, wenn sie aus Kalkspath bestehen, stets beim Abbrechen am Ende die dreifache Spaltbarkeit leicht erkennen lassen. Dies ist bei den hierher gehörigen Gebilden nie der

Fall. Zerdrückt man eines jener Kalkspathkörnchen zwischen zwei Objectträgern, so sieht man es u. d. M. in lauter rhomboëdrisch begrenzte Stückchen zerspringen, wogegen die hier beschriebene Substanz bei gleicher Behandlung unregelmässig begrenzte Bruchstückchen liefert. Bringt man diese unregelmässigen Bruchstücke in Salzsäure, so lösen sie sich, wie die Kalkspathstückchen, unter starkem Brausen sofort in der Kälte vollständig auf und die Lösung enthält viel Kalk. Es liegt also hier zweifellos Aragonit vor. Ob das specifische Gewicht dasjenige des Aragonits ist, lässt sich bei der Beschaffenheit der Substanz nicht genau ermitteln; die Stengelchen sind dazu zu dünn und die feinkörnigen Parthien auch in ganz kleinen Stückchen noch zu porös, als dass hier genaue Bestimmungen möglich wären. Indessen habe ich in einer Methylenjodidmischung, in welcher Kalkspathkörnchen eben schwammen, kleine hierhergehörige Körnchen langsam zu Boden sinken sehen. Die genannte Beschaffenheit der Substanz verhindert auch das Zerfallen in der Wärme, wie es Aragonitkrystalle zeigen, aber das Verhalten gegen H Cl und die Verhältnisse der Spaltbarkeit und auch der Dichte lassen an der Aragonitnatur dieses zweiten Bestandtheiles keinen Zweifel, mit der auch die optische Untersuchung, so weit sie überhaupt möglich ist, wenigstens insofern übereinstimmt, als die kleinen Stengelchen in ihrer Längsrichtung auslöschen. Eine weitere entscheidende Untersuchung lässt die Beschaffenheit des Materials nicht zu, auch wären von einer solchen weitere Beweise für die nach dem obigen ohnehin feststehende Aragonitnatur der betreffenden Substanz kaum zu erwarten. In der salzsauren Lösung wurde eine zwar ganz geringe, aber unzweifelhaft deutliche Menge von Baryum auf mikrochemischem Weg nachgewiesen. Dieser zweite aus Aragonit bestehende Bestandtheil überwiegt an Menge bedeutend die beiden anderen und setzt die innere Ausfüllungsmasse der Krystalle bei weitem der Hauptsache nach zusammen; der erstgenannte Bestandtheil, der Kalkspath, noch mehr aber der noch zu besprechende dritte Bestandtheil treten hinter dem Aragonit weit zurück, ja vielfach völlig in den Hintergrund.

Der dritte Bestandtheil der Ausfüllungsmasse sind wenig zahlreiche, wohlumgrenzte, kleine, sehr glatte und glänzende

farblose und durchsichtige, wasserhelle Kryställchen, einige Millimeter lang und von der Dicke einer feinen Nähnadel. Dieselben liegen einzeln zwischen dem Aragonit regellos zerstreut und sitzen wie dieser auf dem Kalkspath auf, so dass man beim ersten Anblick geneigt ist, dieselben für regelmässig ausgebildete Aragonitkryställchen zu halten, umsomehr, als sie unverkennbar rhombische Formenentwicklung und sehr deutlich gerade Auslöschung in der Richtung ihrer Längserstreckung haben. Die genauere Untersuchung zeigt aber, dass diese Kryställchen in Salzsäure völlig unlöslich sind, sowie dass sie die Krystallform des Schwerspaths haben, und zwar die in meinem Lehrbuch der Mineralogie in Fig. 563 abgebildete Combination, begrenzt von:

$M = \infty P$ (110); $d = \frac{1}{2}P\bar{\infty}$ (102); $l = \frac{1}{4}P\bar{\infty}$ (104);
$P = 0P$ (001); $k = \infty P\breve{\infty}$ (010).

l fehlt zuweilen, in einzelnen Fällen tritt noch $z = P$ (111) hinzu, die Flächen der letzteren Form sind aber stets sehr klein. Die Längenerstreckung geht bei allen Kryställchen der Axe b parallel. Die Schwerspathnatur derselben wird erhärtet durch die Winkel:

$M/M = 101^0\ 37'$ ($101^0\ 40'$ ger.); $d/P = 140^0\ 53'$ ($141^0\ 8'$ ger.)

Beim Cölestin wären dieselben Winkel resp. $= 104^0\ 0'$ und $140^0\ 35'$, so dass schon dadurch der Gedanken an letzteres Mineral und weiterhin auch an Anglesit ausgeschlossen ist, für welchen die Werthe: $103^0\ 43'$ und $140^0\ 36'$ gelten. Die Blätterbrüche des Schwerspaths waren in einzelnen Fällen deutlich zu erkennen und eine mikrochemische Untersuchung ergab deutliche Reactionen auf Baryum und Schwefelsäure.

An Menge tritt dieser Schwerspath sehr zurück; es sind eben nur einzelne sparsame Kryställchen, deren Quantität noch um das Vielfache kleiner ist, als diejenige des in der Ausfüllungsmasse befindlichen Kalkspaths, der seinerseits ja, wie erwähnt, hinter dem Aragonit sehr zurücktritt. Die Art und Weise des ganzen Vorkommens zeigt, dass der Schwerspath und der Aragonit im Wesentlichen gleichaltrig sind; beide sind sicher gleichzeitig gebildet worden.

Diese ganze Schilderung zeigt, dass hier in der That ein Vorkommen von Aragonit in der Form von Kalkspath, eine Pseudomorphose des erstgenannten Minerals nach dem letz-

teren vorliegt. Gleichzeitig sieht man aber auch klar, dass man es nicht mit einer durch moleculare Umlagerung der Kalkspathsubstanz in Aragonit entstandenen Paramorphose zu thun hat, wie es SANDBERGER (a. a. O.) an den von ihm in Basalten beobachteten Bildungen dieser Art beschreibt. Die unvollkommene Ausfüllung des Raumes in den Skalenoëdern durch den neugebildeten Aragonit würde allerdings auch mit dem Verhalten einer solchen Paramorphose übereinstimmen. Wenn aus dem specifisch leichteren Kalkspath der schwerere Aragonit ohne Substanzverlust durch blosse moleculare Umlagerung hervorgeht, so kann der ursprünglich vom Kalkspath eingenommene Raum nicht mehr vollkommen erfüllt bleiben. Aber die Volumina gleicher Gewichtstheile Kalkspath und Aragonit verhalten sich nach SANDBERGER (a. a. O.) wie 36.9 : 34.6, also ist der Unterschied in der Raumerfüllung bei beiden doch nur ein geringer. In den vorliegenden Krystallen ist aber die Summe der Hohlräume jedenfalls erheblich grösser, als es nach diesem Verhältniss sein müsste und dazu kommt noch, dass das Innere der Skalenoëder gar nicht ausschliesslich mit Aragonit, sondern auch zu einem nicht ganz unerheblichen Theile mit noch nicht umgewandeltem Kalkspath, in einem geringen Maasse auch mit den kleinen Schwerspathkryställchen erfüllt ist. Es müsste also ausser der Umlagerung jedenfalls auch noch eine theilweise Auflösung und Fortführung der ursprünglichen Substanz stattgefunden haben. Aber die Anordnung des Ba-haltigen Aragonits, der an zahlreichen Stellen deutlich auf der Innenwand der Skalenoëderhüllen und auf den übrig gebliebenen Ba-freien Kalkspathresten aufsitzt, lässt erkennen, dass man es mit einer Neubildung von Aragonit durch Absatz aus wässeriger Lösung und nicht mit einer molecularen Umlagerung, also gar nicht mit einer Paramorphose, zu thun hat. Übrigens zeigen die übriggebliebenen Reste von Kalkspath, dass der Process der Umwandlung des Kalkspaths in Aragonit noch nicht völlig zum Abschluss gekommen ist.

Den Process, welcher hiebei stattgefunden hat, kann man sich etwa in folgender Weise vorstellen. Das Wasser, welches die Umwandlung vermittelte, konnte die geschlossene Oberfläche der fertig gebildeten Kalkspathkrystalle wenig an-

greifen; man bemerkt auch keine Spur von lösender Einwirkung auf dieselbe; dagegen war das Innere der Krystalle in Folge des schaligen Aufbaues derselben und der dadurch bedingten lockeren und porösen Beschaffenheit dem Angriff des Wassers zugänglicher, so dass die Auflösung und Umwandlung von innen aus begann, wie ja wohl überhaupt immer, auch bei anderen Mineralien, die von innen ausgehende Umwandlung durch eine lockerere Beschaffenheit der Krystalle innen als aussen bedingt ist. Das Wasser, welches bei dem wenig festen Aufsitzen der Krystalle auf ihrer Unterlage einen leichten Zugang zu dem Innern derselben hatte, löste dabei diejenigen einzelnen Schalen im Innern der Kalkspathkrystalle auf, die sich durch etwas lockerere Beschaffenheit auszeichneten und liess die benachbarten etwas festeren und compacteren wenigstens zum Theil stehen, so dass dünne Hohlschalen entstanden, durch welche der schalige Bau der Krystalle erst deutlich zur Erscheinung kam. Oder das Wasser löste, wenn die Krystalle nicht aus ziemlich verschieden beschaffenen Schalen aufgebaut, sondern durch die ganze Masse hindurch mehr gleichartig waren, ohne diese Bevorzugung einzelner regelmässig begrenzter Parthien, so dass dann einzelne Körner oder Stengel von Kalkspath in regelloser Anordnung übrig blieben. Es mussten so im Innern der Krystalle mit gesättigter Lösung von Calciumcarbonat erfüllte zahlreiche, mehr oder weniger grosse Hohlräume entstehen und aus dieser gesättigten Lösung musste unter veränderten Umständen das Calciumcarbonat auch wieder auskrystallisiren. Die so neu gebildeten Krystalle konnten je nach den speciellen Umständen entweder Kalkspath oder Aragonit werden. Im vorliegenden Falle haben sich Aragonitkrystalle gebildet und es fragt sich nun, warum dies geschehen ist und warum sich nicht Kalkspathkrystalle ausgeschieden haben. Von höherer Temperatur, oder von besonders verdünnten Lösungen, welche sonst die Ausbildung des Calciumcarbonats als Aragonit veranlassen, kann hier nicht die Rede sein; nichts deutet auf gesteigerte Temperatur und die Lösung, welche die neugebildeten Krystalle lieferte, war nach dem obigen wahrscheinlich mit $CaCO_3$ gesättigt. Dagegen bietet die Anwesenheit der kleinen Schwerspathkryställchen neben dem Aragonit

die Möglichkeit der Beantwortung dieser Frage. — Es ist durch Herm. Credner[1] nachgewiesen worden, dass sich Calciumcarbonat in der Gestalt des Aragonits aus Lösungen ausscheidet, wenn in diesen gleichzeitig Strontian enthalten ist. Denselben Einfluss, wie die Gegenwart des Strontians, hat auch die des Baryts, dessen Wirkung Credner allerdings nicht untersucht hat, die aber durch die unten zu beschreibenden Versuche nachgewiesen wurde.

Dass in der Flüssigkeit, aus welcher sich die Aragonitkrystalle bildeten, ein Barytsalz aufgelöst gewesen sein muss, zeigen aber die mit dem Aragonit gleichalterigen Schwerspathkryställchen und der kleine Ba-Gehalt des Aragonits deutlich und gleichzeitig sieht man, dass die Lösung auch geringe Mengen eines Sulphats enthalten haben muss. Dass manche lösliche Sulphate, wie z. B. Gyps, ebenfalls die Ausscheidung des $CaCO_3$ aus Lösungen in der Form des Aragonits veranlassen, hat Credner in denselben Abhandlungen gezeigt, so dass im vorliegenden Falle vielleicht sogar ein doppelter Anlass vorhanden war für die Ausbildung der neu entstandenen Krystalle in der Form des Aragonits. Beides, das Barytsalz sowohl als die Schwefelsäure, muss von aussen zugeführt worden sein.

Es ist nunmehr zu untersuchen, ob kleine Mengen beigemengter löslicher Baryumsalze in der That den vorausgesetzten Einfluss auf die Art der Ausbildung der Calciumcarbonatkrystalle aus einer gesättigten Lösung dieses letzteren Salzes besitzen. Zu diesem Zwecke wurde eine Reihe von Versuchen angestellt, bei welchen Hermann Credner's oben angeführte Arbeit als Vorbild diente.

Zunächst wurde aus reinen Lösungen von Chlorcalcium und Chlorbaryum mittelst Sodalösung Calcium- resp. das Baryumcarbonat ausgefällt, der Niederschlag vollständig ausgewaschen, in destillirtem Wasser suspendirt, durch dieses Wasser lange Zeit hindurch ein continuirlicher Strom von Kohlensäure geleitet und die Flüssigkeiten schliesslich von den ungelöst gebliebenen Carbonaten abfiltrirt. Man erhielt so in der Kälte gesättigte Lösungen von doppeltkohlensaurem Kalk resp. Baryt. Diese Lösungen wurden nun in einer An-

[1] Journal für praktische Chemie 1870 und Sitzungsber. der Kgl. Sächs. Akademie vom 2. Juni 1870.

zahl von Bechergläsern derart vertheilt, dass in dem ersten reine Kalklösung sich befand, in einem zweiten Kalklösung mit einem sehr geringen Zusatz von Barytlösung, in einem dritten beide Lösungen zu ungefähr gleichen Volumentheilen, in einem vierten Baryumlösung mit wenig Calciumlösung und endlich in einem fünften reine Baryumlösung. Alle diese Gläser wurden anfänglich in einem kalten und sehr feuchten Kellerraum, später in einem mässig geheizten Zimmer der langsamen Verdunstung überlassen und zwar alle Lösungen stets in ganz übereinstimmender Weise. Dabei hatten sie sich nach 5—6 Tagen (im Keller) mit einer dünnen Haut von ausgeschiedenen Carbonaten bedeckt; zu Boden war nichts gesunken, erst nach sehr langer Zeit, nach ca. 6 Wochen, fielen die gebildeten Krystalle nieder und zwar erst im Zimmer.

Diese Häute zeigten nun, wie die Beobachtung unter dem Mikroskop lehrte, bei den verschiedenen Lösungen wesentliche Unterschiede.

In der reinen Kalklösung hatten sich nur, z. Th. mit blossem Auge schon erkennbare, Krystalle gebildet, die von deutlichen scharf ausgebildeten Flächen und Kanten begrenzt waren. Es waren Rhomboëder R (10$\bar{1}$1) meist ohne jede Modification der Kanten und Ecken, höchstens waren die Endecken in einzelnen Fällen durch die Basis 0R (0001) mehr oder weniger stark abgestumpft, wie dies auch schon H. Credner beschreibt und abbildet. Diese rhomboëdrischen (Kalkspath-) Krystalle waren durch ihre vollkommene Klarheit und Durchsichtigkeit, durch ihre wasserhelle Beschaffenheit und die Abwesenheit jeden Einschlusses, jeder Wachsthumserscheinung, Schalenbildung etc. charakterisirt und unterschieden sich dadurch sofort auf das deutlichste und auf den ersten Blick von den in den anderen Lösungen gebildeten nicht rhomboëdrischen Krystallen, deren Beschreibung weiter unten folgt. Die Auslöschungsrichtungen gingen den Diagonalen der Begrenzungsflächen parallel, wie das die Rhomboëderform verlangt. Zerdrückte man eine Anzahl der Kryställchen vorsichtig zwischen zwei Objectgläsern, so zersprangen sie nach meist ebenen Flächen in den Richtungen der rhomboëdrischen Blätterdurchgänge in zum grössten Theil wieder regelmässig rhomboëdrisch begrenzte Bruch- resp. Spaltungsstückchen.

Man hat es also hier in der That mit Kalkspathkryställchen zu thun, die sich selbstverständlich in einem Tröpfchen Salzsäure sofort unter Aufbrausen auflösten. Eines der grössten Kryställchen konnte sogar am Goniometer gemessen werden; ein Endkantenwinkel wurde im Mittel = 105° 10′ gefunden mit Schwankungen von 3′.

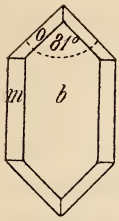
Das $BaCO_3$ scheint sich aus der reinen Lösung dieses Salzes viel schwieriger in Krystallen auszuscheiden als das $CaCO_3$ und auch als die Ca-reicheren isomorphen Mischungen dieser beiden Salze. Die reine Baryumlösung ergab anfänglich im Keller gar keine Krystalle, sondern die Haut an der Oberfläche der Flüssigkeit enthielt nur unregelmässig rundliche Kügelchen in krummlinig reihenförmiger oder maschen- und netzförmiger mehr oder weniger dichter Anordnung. Dieselben zeigten keine Einwirkung auf das polarisirte Licht, weder in ganz frischem Zustand unmittelbar nach der Herausnahme aus der Mutterlauge, noch nach dem völligen Eintrocknen auf dem Objectträger, auch irgend eine Andeutung einer bestimmten Structur war nicht zu bemerken. Ähnliche Bildungen hat auch schon Credner beschrieben und in seinen Fig. 1 u. 4 abgebildet, aber mit Kalkspathrhomboëderchen zusammen. Mit solchen habe ich sie oder irgend etwas annähernd Ähnliches nie gesehen, sondern nur mit rhombischen Kryställchen zusammen in Lösungen mit einem wenn auch kleinen Baryumgehalt. In reinen $CaCO_3$-Lösungen haben sich immer nur die Rhomboëderchen gebildet, sonst nichts anderes, auch nicht die sonst vielfach erwähnten Nädelchen, Spiesse etc. Nachdem die $BaCO_3$-Lösung jedoch auch noch einige Tage im Zimmer gestanden hatte, war mit der im Keller ausgeschiedenen Carbonathaut eine wesentliche Änderung vorgegangen. Dieselbe enthielt nunmehr neben den erwähnten rundlichen Gebilden eine beträchtliche Anzahl verhältnissmässig grosser, schön ausgebildeter Krystalle von $BaCO_3$. Diese waren ersichtlich in irgend einer Weise aus den rundlichen isotropen ursprünglichen Gebilden entstanden, denn diese letzteren hatten sich gleichzeitig erheblich vermindert und der zurückbleibende Rest derselben zeigte nunmehr unter dem Mikroskop wenigstens zum Theil eine undeutliche, aber zweifellose, unregelmässige, radialfasrige Structur und geringe Einwirkung auf

das polarisirte Licht, so dass zwischen gekreuzten Nicols nicht nur ein schwaches Aufhellen, sondern auch, wenngleich selten deutlich, das bekannte schwarze Interferenzkreuz solcher radialfasriger Aggregate zu bemerken war.

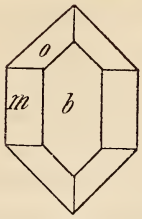
Die Gestalt dieser Kryställchen war in keiner Weise mit rhomboëdrischen Formen aus der reinen Lösung von $CaCO_3$ zu vereinigen, sie hatten vielmehr eine ausgesprochen rhombische Ausbildung, wie die Fig. 2—8 darstellen, welche genau nach der Natur gezeichnet sind. Dieselben zeigen alle ein rhombisches Prisma m, dessen eine Kante durch ein Pinakoid b gerade abgestumpft ist. Auf die Prismenflächen sind stets die wohlentwickelten Flächen eines rhombischen Oktaëders o von derselben Reihe wie das Prisma m gerade aufgesetzt und über der Pinakoidfläche b liegen zuweilen steile Domenflächen, während das weniger steile Doma p, welches die über b liegende Endkante von o gerade abstumpft (vergl. z. B. Fig. 10 u. 11) bei den reinen $BaCO_3$-Krystallen niemals beobachtet wurde. Die obere und die untere Endecke ist nicht selten durch die Basis c gerade abgestumpft (Fig. 4—7). Meist liegen die Kryställchen auf der Pinakoidfläche b, dann treten die hier angegebenen Formen genau in der Weise in die Erscheinung, wie es die Figuren darstellen. Liegen die Krystalle aber auf Flächen von m oder o etc., dann treten nicht selten scheinbar weniger symmetrische Formen auf, die sich aber immer auf die angegebenen zurückführen lassen, die übrigens unten noch eingehender geschildert und genauer krystallographisch bestimmt werden sollen. Bei solcher schiefen Lage sind dann deutlich die Flächen der Basis c zu erkennen, die man an Kryställchen, die mit der Fläche b aufgelagert sind, weniger bestimmt wahrnimmt.

Die Auslöschungsrichtungen dieser Krystalle sind auf dem Pinakoid b parallel und senkrecht zu den Kanten des Prismas m, wie es in Fig. 7 die Pfeile darstellen, also auf den ersten Blick verschieden von denen der diagonal auslöschenden Kalkspathrhomboëderchen. Einen weiteren sofort in die Augen fallenden Unterschied, von diesen letzteren, der oben schon angedeutet worden ist, stellt die Fig. 9 dar. Diese rhombischen Krystalle sind nämlich nicht wasserhell und klar, wie die Rhomboëderchen, sondern im Innern, besonders im Be-

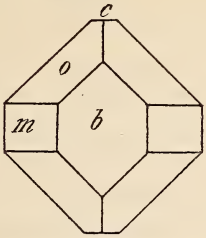
Figuren 2—22.



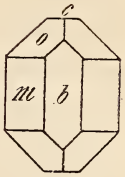
2.



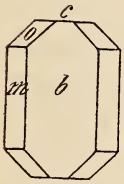
3.



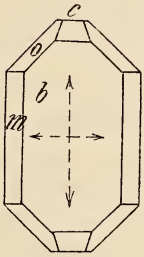
4.



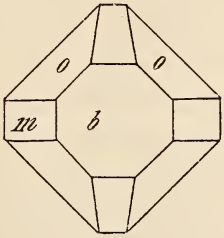
5



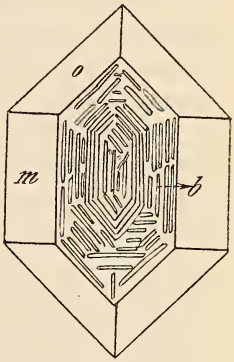
6.



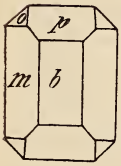
7.



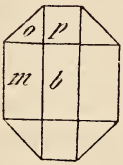
8.



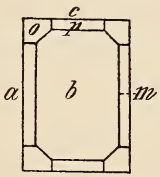
9.



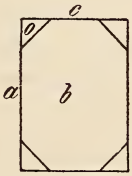
10.



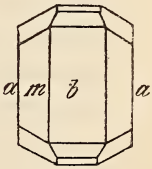
11.



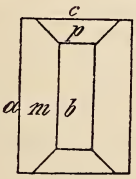
12.



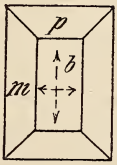
13.



14.

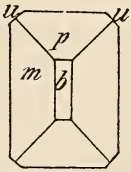


15.

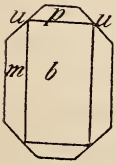


16.

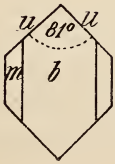
17.



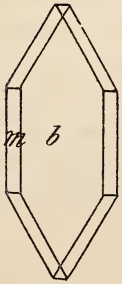
18.



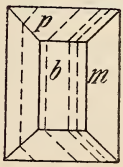
19.



20.



21.



22.

reich der Fläche b, weniger der anstossenden Flächen m etc. mehr oder weniger trüb und undurchsichtig. Diese Trübung rührt von zweierlei Ursachen her. Einmal sind die Krystalle nicht einheitlich gebaut, sondern aus einzelnen sehr dünnen parallel mit der äusseren Umgrenzung übereinanderliegenden Schalen aufgebaut, welche ein System von äusserst feinen dicht gedrängt parallel mit dem sechsseitigen Umriss der Fläche b hinziehenden schnurgeraden Linien auf dieser Fläche hervorbringen. Sodann sind zwischen diesen Schalen in den Richtungen der sechs Begrenzungslinien der Fläche b sowie auch senkrecht zur Prismenkante m/m verlaufende langgezogene hohle Röhren zuweilen von der Form des Wirthes in grosser Zahl eingeschlossen, welche mit Mutterlauge erfüllt sind. Lässt man das Präparat auf dem Objectträger vollkommen eintrocknen, so trocknet auch die diese röhrenförmigen Hohlräume erfüllende Flüssigkeit ein und die Krystalle werden vollkommen trübe und undurchsichtig. Diese Schalenbildung und die damit zusammenhängenden röhrenförmigen Einschlüsse von Mutterlauge sind somit charakteristische Kennzeichen dieser rhombischen Kryställchen den rhomboëdrischen Kalkspath-Kryställchen gegenüber, welche, wie oben erwähnt, davon keine Spur zeigen, wesshalb sie eben stets vollkommen klar sind und es beim vollständigen Eintrocknen auf dem Objectträger in ebenso vollkommener Weise wie sie es vorher waren, auch bleiben.

Zerdrückt man diese rhombischen Kryställchen zwischen zwei Objectgläsern, so lassen sie einen Unterschied von den Rhomboëderchen von $CaCO_3$ auch daran erkennen, dass sie in unregelmässig begrenzte Körnchen und Splitterchen zerbrechen, ohne dass deutliche Blätterbrüche zum Vorschein kommen. Ebene Bruchflächen sind nur in einzelnen Fällen zu beobachten. Alle diese Verhältnisse stimmen in den Hauptsachen mit denjenigen des natürlichen Witherits vollkommen überein, die Ausbildung dieser künstlichen Krystalle ist aber insofern eine andere, als die complicirten Zwillingsbildungen, welche die Krystalle dieses Minerals stets zeigen, bei den künstlichen Krystallen niemals beobachtet worden sind. Diese sind entweder durchaus einfache Krystalle, die zwischen gekreuzten Nicols vollkommen einheitlich und gleichzeitig über ihre ganze Fläche hin hell und dunkel werden, oder sie zeigen

Andeutungen der einfachen polysynthetischen Zwillingsbildung der künstlichen Aragonitkrystalle, welche unten beschrieben werden soll und welche in Fig. 22 abgebildet ist. Aber auch diese Zwillingsbildung ist hier niemals sehr deutlich ausgeprägt, sondern nur andeutungsweise vorhanden und auch so im Ganzen nur selten.

Die von H. Credner (l. c.) erwähnten spiessigen und nadelförmigen Gebilde habe ich aus der reinen $BaCO_3$-Lösung niemals sich ausscheiden sehen, ebensowenig aus einer der Kalkcarbonat enthaltenden Lösungen. Diese Gebilde erfordern also zu ihrer Entstehung andere Verhältnisse als die hier beschriebenen Krystalle, welche umgekehrt in dieser Regelmässigkeit und Vollständigkeit bei den Credner'schen Versuchen nicht entstanden zu sein scheinen, was wohl mit kleinen Unterschieden der Concentration, der Temperatur etc. bei Credner's und meinen Versuchen zusammenhängt.

Untersuchte man nun die Kryställchen aus den Lösungen, welche Baryum und Calcium neben einander enthielten, so erhielt man stets Formen, welche mit den Formen der reinen $BaCO_3$-Krystalle im Wesentlichen übereinstimmten und nur in unwesentlichen Punkten von ihnen abwichen, aber doch so, dass gewisse Formationen für die reinen $BaCO_3$-Krystalle, gewisse andere für die Ca-haltigen Mischkrystalle charakteristisch waren.

Enthielt die Lösung nur eine geringe Menge $CaCO_3$, so gab sich bei der Ausscheidung der Krystalle kein bemerkbarer Unterschied zu erkennen, gegen die Verhältnisse, welche die reine $BaCO_3$-Lösung beobachten lässt. Auch hier waren neben den Krystallen die unregelmässig rundlichen Gebilde, wenn auch vielleicht in geringerer Menge, vorhanden und die Krystalle hatten wesentlich dieselben Formen wie dort. Waren die Ba- und die Ca-Lösung zu gleichen Theilen gemischt, so entstanden nicht mehr die genannten rundlichen Bildungen, die auch in den Ca-reicheren Lösungen sich nicht bildeten. Es entstanden nur Krystalle, aber nur zum kleinen Theil solche Formen, wie sie die $BaCO_3$-Krystalle zeigen und wie sie in Fig. 2—8 abgebildet sind. Zum weitaus überwiegenden Theil waren es die in Fig. 10—14 abgebildeten Formen, die von denen in Fig. 2—8 abgebildeten Formen des $BaCO_3$ sich

im allgemeinen unterscheiden durch die geringere Entwicklung des Oktaëders o, das sogar in einzelnen Fällen ganz fehlt (Fig. 15) und durch das häufige Auftreten des Domas p, das die über dem Pinakoid b liegende Endkante von o gerade abstumpft. Das Prisma m tritt an diesen zu ziemlich gleichen Theilen Ca und Ba enthaltenden Krystallen zuweilen stark zurück (Fig. 12) und fehlt auch wohl ganz (Fig. 13), dagegen stumpft das zweite verticale Pinakoid a zuweilen die andere Prismenkante ab; das häufige Vorkommen der Basis c haben diese Formen mit denen der $BaCO_3$-Krystalle gemein.

Aus der nur eine geringe Menge $BaCO_3$ neben überwiegendem $CaCO_3$ enthaltenden Lösungen entstanden die Formen mit den sehr stark entwickelten Oktaëderflächen o, wie sie für die $BaCO_3$-Krystalle charakteristisch sind, gar nicht mehr, die Formen der Fig. 10—15 treten zurück und die in Fig. 16—22 dargestellten Combinationen, die bei den Ba-reicheren Mischungen schon sparsam vorhanden waren, herrschten weitaus vor. Sie sind charakteristisch für die $CaCO_3$-Krystalle, die nur eine Spur $BaCO_3$ enthalten. Neben den rhombischen Krystallen waren aber nun hier einige wenige Rhomboëderchen entstanden, welche mit den aus reiner $CaCO_3$-Lösung gebildeten völlig übereinstimmten.

Da diese aus der am wenigsten $BaCO_3$ enthaltenden Lösung gebildeten rhombischen Kryställchen für die vorliegende Frage am meisten Interesse haben, so wurden sie besonders genau untersucht.

Die Lösung, welche diese Kryställchen lieferte, enthielt zwischen 1 und 2 % $BaCO_3$, d. h. es waren 98—99 Theilen der reinen gesättigten $CaCO_3$-Lösung cca. 1—2 Theile der reinen gesättigten $BaCO_3$-Lösung beigemischt. Etwas Ba war auch in die Krystalle eingetreten, denn löste man eine kleine Menge derselben in einem Tröpfchen Salzsäure auf, so ergab die mikrochemische Untersuchung sehr viel CaO und eine schwache, aber unzweideutige Reaction auf BaO. Die Kryställchen aus den Ba-reicheren Lösungen gaben entsprechend deutlichere BaO-Reaction.

Die Kryställchen zeigten bezüglich ihrer Auslöschungsverhältnisse (Fig. 16) und ihrer inneren Structur, wie sie Fig. 9 andeutet, keinen Unterschied gegen die reinen $BaCO_3$-

Krystalle. Dagegen sind die für diese Ba-ärmsten Krystalle charakteristischen Formen (Fig. 15—22) von jenen Ba-reicheren dadurch unterschieden, dass das Oktaëder o hier so gut wie ganz fehlt und dass m, sowie ein wahrscheinlich mit p zu identificirendes Doma stets sehr stark entwickelt ist, während vielfach b stark zurücktritt, und dass häufig ein Doma u auftritt, welches auf die von b nicht abgestumpfte Kante des Prismas m aufgesetzt ist. Die Basis c fehlt hier, im Gegensatz zu den Ba-reicheren Krystallen durchaus und ebenso das Pinakoid a, dagegen ist hier nicht selten eine lamellare Zwillingsbildung nach m ausgebildet (Fig. 22), wie sie bei andern Mischungsverhältnissen der Krystalle höchstens undeutlich angedeutet ist. Eine von allen andern abweichende Form ist in Fig. 21 abgebildet, sie findet sich nicht gerade häufig.

Zur genaueren Bestimmung der Formen wurde eine Anzahl der grössten unter den ausgeschiedenen Kryställchen von der Mutterlauge getrennt und getrocknet. Sie blieben dabei wenigstens theilweise stark glänzend. Ein besonders wohl gebildetes, stark glänzendes grosses, cca. $\frac{1}{2}$ mm. langes Kryställchen von der Form Fig. 16 wurde auf das Goniometer mit einem Fernrohr gebracht und nicht ohne Mühe gelang es, den Winkel der von dem Pinakoid b nicht abgestumpften Prismenkante zu messen, wobei sich als Mittel aus mehreren, nur um einige Minuten abweichenden Werthen ergab:

$$m/m = 115^0\ 52'$$

nahe entsprechend dem Prismenwinkel für den Aragonit:

$$m/m = 116^0\ 16'.$$

Der Winkel von m zur Fläche b war nicht messbar, da b etwas gekrümmt und wenig glänzend war, ebenso wenig der Winkel p/p. Dagegen konnte unter dem Mikroskop der Winkel gemessen werden, welchen die beiden Flächen u am oberen Ende der Krystalle (Fig. 19, 20) mit einander einschliessen. Es fanden sich Schwankungen zwischen 80^0 und 83^0, also ist im Mittel:

$$u/u = 81^0 \text{ cca.}$$

Damit sind nun die Krystalle in der Hauptsache entziffert. Es sind Aragonitformen, an welchen sicher $m = \infty P$ (110) und $b = \infty P\breve{\infty}$ (010); p ist wahrscheinlich $= P\breve{\infty}$ (011) und

ebenfalls sicher ist u = P$\bar{\infty}$ (101), denn am Aragonit ist u/u = 81° 36′ über die Axe c hinweg. An den früher betrachteten Ba-reicheren Krystallen ist o = P (111), wie auch eine Messung des Winkels der beiden Endkanten (Fig. 2) zeigt, die entsprechend den beiden Flächen u cca. 81° ergeben hat; ferner ist c = 0P (001) und a = ∞P$\bar{\infty}$ (100). Unbestimmt blieben einige Flächen in den Fig. 7, 8, 14, 21, für welche keine Zonen vorhanden sind und die keine genügenden Winkelmessungen erlaubten.

Diese Formen lassen sich somit in der That wenigstens zum allergrössten Theil, bis auf einige unbestimmbare Flächen, auf das ungezwungenste mit denen des Aragonits vereinigen, dessen Dimensionen an den vorliegenden Krystallen wiederkehren. Ebenso zeigen auch manche dieser Krystalle die Zwillingsverhältnisse des Aragonits, die aber nur im polarisirten Licht deutlich hervortreten. Die Krystalle löschen nicht mehr einheitlich aus, sondern sie zerfallen in eine mehr oder weniger grosse Anzahl von breiteren oder schmäleren Bändern, deren Grenzen parallel mit der Prismenkante m/m verlaufen, wie es in Fig. 21 darzustellen versucht ist. Je die abwechselnden Bänder verhalten sich im polarisirten Lichte gleich und von den zwischenliegenden verschieden, ganz in der Weise, wie es bei einem aus mehreren Individuen aufgebauten polysynthetischen Aragonitzwilling nach dem Prisma m der Fall sein muss. Derartige Zwillinge sind in der Ba-ärmsten Lösung in ziemlicher Anzahl und von deutlicher Ausbildung entstanden, viel weniger deutlich und in viel geringerer Menge in allen Ba-reicheren Lösungen.

Nach diesen Beobachtungen ist es also nachgewiesen, dass eine ganz kleine Menge von $BaCO_3$ in einer kalten gesättigten Calciumcarbonatlösung die Ausscheidung des Calciumcarbonates als Aragonit unter sonst ganz denselben Verhältnissen der Sättigung, Temperatur etc. veranlassen kann, wo sich ohne den kleinen Baryumgehalt zweifellos Kalkspath gebildet hätte. Der Grund der Aragonitbildung ist in diesem Fall höchst wahrscheinlich der minimale Gehalt an Baryumcarbonat, das den Krystallen isomorph beigemischt ist. Man wird daraus wohl schliessen dürfen, dass auch bei der in Rede stehenden Pseudomorphosenbildung die durch die Schwer-

spathkrystalle bewiesene Anwesenheit von Baryumverbindungen (und vielleicht auch von Sulphaten) in der Lösung die Bildung des Aragonits statt des Kalkspaths veranlasst habe, umsomehr als der die Form des ursprünglichen Kalkspaths einnehmende neugebildete Aragonit, wie erwähnt, gleichfalls einen kleinen Baryumgehalt unzweideutig hat erkennen lassen.

Die Pseudomorphosen von Aragonit nach Kalkspath sind somit mindestens zum Theil keine durch blosse moleculare Umlagerung erzeugte Paramorphosen. Dass dies zum Mindesten für einen Theil der Pseudomorphosen von Kalkspath nach Aragonit gleichfalls nicht der Fall ist, habe ich früher gezeigt[1] und ebenso dass der Uralit nicht durch molekulare Umlagerung aus Augit entsteht, sondern durch die chemische Umwandlung der Augitsubstanz in die Hornblendesubstanz unter Beibehaltung der Augitform[2]. Man sieht also, dass der Kreis der eigentlichen Paramorphosen, bei welcher der Umwandlungsprocess lediglich in einer molekularen Umlagerung besteht, den früheren Anschauungen gegenüber sich im Mineralreich immer mehr verkleinert.

13. Ueber den Liëvrit von Herbornseelbach in Nassau.

Das Vorkommen von Liëvrit in Nassau ist zuerst von G. Sandberger und C. Koch[3] beschrieben worden und G. vom Rath hat sodann bei Gelegenheit der Beschreibung der mit dem Liëvrit zusammen vorkommenden Babingtonitkrystalle[4] einige Angaben über die krystallographische Ausbildung desselben gemacht.

Der nassauische Liëvrit findet sich nach den Angaben von Koch auf einer $2\frac{1}{2}$ Wegstunden langen, von Südwest nach Nordost gerichteten schmalen Contactzone zwischen „Culmschiefer und Melaphyrlagergängen“, welche sich von Herborn im Dillthale gegen Südwesten bis Roth und gegen Nordosten bis Herbornseelbach erstreckt. Die früher für Culm ge-

---

[1] Dies. Jahrb. 1886. I. 62.

[2] Dies. Jahrb. 1888. I. -406- Ref. über: Kloos, Über Uralit und die structurellen Verschiedenheiten der Hornblende in einigen Gesteinen des Schwarzwaldes und Odenwaldes.

[3] Jahrb. d. nassauisch. Vereins für Naturkunde 1857. p. 396—401.

[4] Pogg. Ann. Erg.-Bd. V. p. 424. 1871.

haltenen Schiefer gehören nach neueren Untersuchungen aber nicht dieser Formation an, sondern es sind Tentaculitenschiefer des Devons und die Melaphyre müssen nach den jetzigen petrographischen Anschauungen als mandelsteinartige oder dichte Diabase aufgefasst werden. Als Contactgebilde findet sich eine $\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{2}'$ mächtige derbe schwarze Masse, die hauptsächlich aus Mangankiesel (Klipsteinit) und Liëvrit besteht. Der Liëvrit wird bei Herbornseelbach von dem Babingtonit begleitet und hierin erblickt G. vom Rath eine Analogie im Vorkommen mit dem Liëvrit der klassischen Fundstätten dieses Minerals bei Campiglia und auf Elba. Hier findet sich der Liëvrit auf Gängen im Kalk, begleitet von strahligem Augit, als dessen Vertreter im Dillenburgischen der Babingtonit aufzufassen wäre. Es scheint, dass überhaupt an allen Orten des Vorkommens der Liëvrit von Augit, resp. Hornblende begleitet wird; aber für die beiden Vorkommen in Nassau und in Toskana ergibt sich eine weitere Analogie bezüglich der begleitenden Mineralien, die darin besteht, dass an beiden Orten das Mineral von Mangansilicaten begleitet ist. In Toskana, besonders bei Campiglia, ist es die kalkreiche Varietät des Rhodonits, der Bustamit, welche d'Achiardi[1] vom Mte. Calvi und von der Cava di Temperino als Begleiter des Liëvrits angibt; im Nassauischen ist es der Inesit und gewisse unter dem Namen Klipsteinit zusammengefasste Zersetzungsproducte, welche sich mit dem Liëvrit zusammenfinden.

G. vom Rath hat von den Liëvritkrystallen, welche sich an zahlreichen Stellen des oben erwähnten Contactbandes finden, eine Anzahl untersucht. Dieselben waren bis 6 mm. lang, wohl gebildet, aber wegen Flächenkrümmung nicht genau messbar; doch wurden die Begrenzungsflächen bestimmt. Bezogen auf das gewöhnlich der Betrachtung zu Grunde gelegte rhombische Oktaëder o mit den Endkantenwinkeln $139^0\ 31'$ und $117^0\ 27'$, von welchem u. A. Des Cloizeaux bei der Beschreibung der elbanischen Krystalle ausgegangen ist[2], werden folgende Formen angegeben:

[1] Manuel de minéralogie I. 1862. p. 217 und Ann. des mines. VIII. 1856. p. 402.

[2] Mineralogia toscana. II. 1873. 376, 377 u. 89.

M = ∞P	(110)	b = ∞P$\breve{\infty}$	(010)
s = ∞P$\breve{2}$	(120)	o = P	(111)
h = ∞P$\bar{2}$	(210)	p = P$\bar{\infty}$	(101)
a = ∞P$\bar{\infty}$	(100)	e = $\frac{1}{2}$P$\bar{\infty}$	(102)

Das mineralogische Institut der Universität Marburg besitzt eine kleine Anzahl von Liëvritstufen aus dem Dillenburgischen, auf welchen sich z. Th. genauer messbare Krystalle, wenn auch in geringer Zahl befinden; ausserdem hat mir Herr E. Weiss den Liëvrit zur Untersuchung zur Verfügung gestellt, welcher aus der Sammlung des Bergmeisters Dannenberg in Dillenburg in die der Berliner Bergakademie übergegangen ist, so dass ich im Stande war, einige charakteristische Eigenthümlichkeiten der Dillenburger Liëvrite festzustellen.

Die in Rede stehenden Krystalle zerfallen nach der Art und Weise ihrer Ausbildung in zwei Typen. Die einen und zwar weitaus die häufigeren sind mit einer kleinen Stelle einer Prismenkante oder -fläche auf ihrer Unterlage aufgewachsen und so fast ringsum vollkommen ausgebildet. An einzelnen solchen Krystallen ist die Contactstelle so klein, dass man auf den ersten Blick glaubt, sie seien nicht auf-, sondern eingewachsen gewesen. Diese im Dillenburgischen weitaus überwiegende Art der Ausbildung ist, wie es scheint, auf der Insel Elba noch nicht vorgekommen; in Toskana ist sie jedenfalls selten, sie wird aber von d'Achiardi (l. c.) aus der Grube Temperino im Fucinajathale erwähnt.

Die Krystalle des anderen Typus sind an einem Ende der langgezogenen dünnen Prismen aufgewachsen, so dass nur am anderen Ende derselben Flächen entwickelt sind. Diese Krystalle haben mit den dünnprismatischen Krystallen von Elba grosse Ähnlichkeit in der Flächenentwicklung, unterscheiden sich aber doch von ihnen in manchen krystallographischen Einzelheiten.

Was zuerst die ringsum ausgebildeten Krystalle anbelangt, so bilden sie meist ein mehr oder weniger dichtes Maschengewebe, das auf einer compacten Masse derben Liëvrits aufsitzt. Die das eigentliche Maschengewebe bildenden Krystalle sind sehr unvollständig und nur da, wo sie die Hohlräume zwischen den Maschen begrenzen, mit Flächen versehen. Die

beinahe vollständig ringsum begrenzten Krystalle sind die, welche das Maschengewebe nach aussen abschliessen und gewissermaassen den äussersten Rand desselben bilden. Es sind das, wie es scheint, diejenigen Krystalle, welche G. vom Rath zur Untersuchung vorgelegen haben, er äussert sich jedoch nicht über die von ihm beobachtete Ausbildungsweise. Auch die von mir untersuchten Krystalle dieses Typus hatten mehr oder weniger stark gekrümmte Flächen und gaben aus diesem Grunde und weil sie fast stets sehr wenig glänzend waren, nur ungenaue Winkelwerthe, welche aber in Verbindung mit der ganzen Flächenentwicklung die zweifellose Bestimmung der Begrenzungsflächen gestatteten. Die oben angeführten Flächen, die G. vom Rath an diesen Krystallen beobachtete, habe ich aber an meinen Krystallen nicht alle nachweisen können. Ich habe die folgenden beobachtet:

$M = \infty P$ (110)	$o = P$ (111)
$s = \infty P\breve{2}$ (120)	$p = P\bar{\infty}$ (101)
$h = \infty P\bar{2}$ (210)	$e = \frac{1}{2}P\breve{\infty}$ (012)
$b = \infty P\breve{\infty}$ (010)	

während das Pinakoid a nicht mit Sicherheit aufgefunden werden konnte. Indessen kommen nicht an allen Krystallen alle die genannten Flächen vor, wie die Fig. 23 und 24 zeigen, an denen e, resp. M und b fehlt. Wesentlich andere Combinationen als diese beiden habe ich an den Krystallen von dieser Ausbildungsweise nicht gefunden.

In der Prismenzone sind die Flächen des Prismas M häufig am meisten ausgedehnt (Fig. 23); seine Kanten sind dann durch die Flächen der Prismen h (vorn und hinten) und s (seitlich) oder auch nur h meist nur schmalflächig zugeschärft. M ist meist matt; h und s pflegen glänzender zu sein, aber sie sind stets ziemlich stark cylindrisch gebogen, so dass die Flächen h und h, sowie s und s keine ganz scharfen Kanten bilden, sondern allmählich in einander übergehen. Es ist hier nicht ausgeschlossen, dass die Kanten h/h auch durch das Pinakoid a abgestumpft sind, aber sicher constatiren hat sich das in keinem Falle lassen; dagegen ist die Längsfläche b nicht selten, aber stets schmal. An zahlreichen anderen Krystallen ist aber M auch klein, dann überwiegt das Prisma s und zwar zuweilen bis zur völligen Verdrängung von M, wie dies Fig. 24

zeigt. Das Prisma h hat stets nur schmale Flächen. Alle Flächen der Prismenzone sind häufig vertical gestreift und zwar im Allgemeinen um so stärker, je breiter sie sind. Die ganz schmalen Flächen sind meist ganz glatt und stets am stärksten glänzend. An den Enden dieser Krystalle finden sich stets die Flächen o und p, aber in der Weise verschieden, dass bald o überwiegt (Fig. 24), bald p (Fig. 23), welche beide Extreme aber stets durch Übergänge verbunden sind. o und p sind beide, namentlich p, in der Richtung der Kante p/o fein gestreift, die Fläche o vielfach nur in der unmittelbaren Nachbarschaft dieser Kante; beide Flächen sind an ihrem Durchschnitt etwas gekrümmt und bilden keine scharfe Kante; e ist selten und dann zuweilen ziemlich gross,

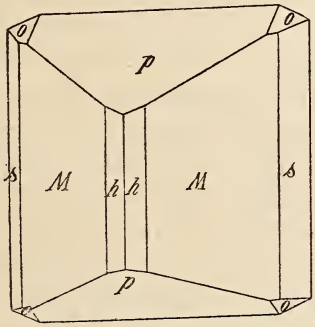


Fig. 23.

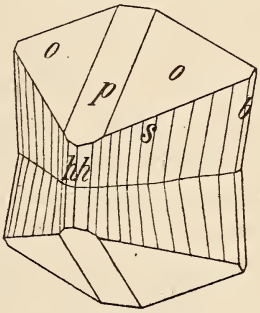


Fig. 24.

glatt eben und glänzend. Andere Flächen, als diese drei sind, wenigstens mit Sicherheit niemals beobachtet, wohl aber zuweilen in unbestimmbarer Weise angedeutet gefunden worden.

Die Ausbildungsweise dieser seitlich aufgewachsenen Krystalle ist nun wieder auf zweierlei Art verschieden. Manche derselben sind ziemlich einheitlich gebaute Individuen, mit im Wesentlichen ebenen oder nur wenig gekrümmten Flächen, wie das Fig. 23 beispielsweise andeutet. Es soll aber durch diese Figur nicht ausgedrückt werden, dass nur die Krystalle der dargestellten Combination diesen einheitlichen Bau zeigen, nicht aber die der Combination von Fig. 24; im Gegentheil kommt dies bei auf beiderlei Weise begrenzten Krystallen in derselben Weise und Häufigkeit vor.

Die andere Ausbildungsweise erinnert in typisch aus-

gebildeten Exemplaren an die garbenförmig verwachsenen Desminkrystalle. In der Mitte der Prismenflächen findet sich eine zuweilen sehr starke, meistens aber schwächere, nach einer zur Axe c senkrechten Ebene verlaufende Einschnürung, von welcher aus sich die Krystalle gegen oben und unten hin wieder nach allen Seiten ausdehnen. Dabei sind die vorderen, resp. hinteren Prismenkanten h/h nur nach vorn, resp. hinten, die seitlichen Kanten M/M, resp. die Kanten s/s oder die dieselben abstumpfenden Flächen des Brachypinakoids b nur nach rechts und links geneigt, so dass also die Kante h/h in der Symmetrieebene a c, die Kanten s/s (wenn sie vorhanden sind, sonst mut. mut.) in der Symmetrieebene b c bleiben, während die anderen Kanten in der Prismenzone, sowie die geradlinig bleibenden Streifen auf den grossen hier windschiefen Flächen des Prismas M oder s nach oben, resp. unten deutlich divergiren, wie Fig. 24 zeigt. Dabei bleiben die von den Flächen o und p gebildeten Enden der Krystalle entweder einheitlich begrenzt, wie in Fig. 24, wobei diese Flächen dann natürlich je nach der Stärke der Einschnürung ebenfalls mehr oder weniger stark windschief gekrümmt sind; oder die Enden zerfallen in eine Anzahl, zuweilen sogar in eine ziemlich erhebliche Menge einzelner isolirter, deutlich von o und p begrenzter Krystallspitzen, die vom Krystallmittelpunkt nach allen Seiten etwas divergiren und deren an sich ziemlich ebene Flächen o und p nun in allen Einzelkrystallen kleine Winkel mit einander einschliessen. Die Einschnürung in der Mitte ist mehr oder weniger stark, so dass zwischen garbenförmigen Krystallen (Fig. 24) und einheitlich gebauten (Fig. 23) alle möglichen Übergänge vorhanden sind, die auch z. Th. dadurch zu Stande kommen, dass an einheitlich gebauten Krystallen von einzelnen Stellen der Oberfläche aus kleinere Individuen hypoparallel nach oben oder unten in der angegebenen Weise etwas divergirend angewachsen sind.

Die Dimensionen dieser Krystalle sind die von G. vom Rath angegebenen. Die Länge in der Richtung der Axe c schwankt wenig um 6 mm. herum, ebenso die Breite in der Richtung der Axe b; die Dicke nach der Axe a ist entsprechend geringer. Die Krystalle sehen so etwas nach der Axe c ver-

kürzt aus, wenn man sie mit den an einem Ende aufgewachsenen vergleicht. Sehr viel länger und zugleich dünner sind die an einem Ende aufgewachsenen Liëvritkrystalle, deren Vorkommen ein verhältnissmässig sparsames ist. Ihre Länge beträgt bis $1\frac{1}{2}$ cm., ihre Dicke höchstens 2—3 mm. Sie sitzen auf einer derben Masse strahligen, z. Th. radial gebauten Liëvrits, in der Art, dass die Strahlen, da wo sie in einen Hohlraum hineinragen, an dem freien Ende mit Flächen ausgebildet sind. Diese Krystalle sind frischer als die vorhin beschriebenen und die Flächen daher glänzender. Auch sind diese nicht so stark gekrümmt, aber vielfach geknickt und in einzelne polygonale Felder zertheilt, welche alle mehr oder weniger deutliche Bilder reflectiren und so oft die genaue Messung verhindern. Manchmal ist diese Feldertheilung eine regelmässige und man hat dann wohl bestimmbare vicinale Flächen sowohl in der Prismenzone, als an der Endbegrenzung, wie dies in ähnlicher Weise bisher bei den Elbaner Krystallen noch nicht nachgewiesen ist. Dagegen kennt man ähnliche Erscheinungen an den Krystallen von Kangerdluarsuk, wo Lorenzen[1] steile Brachydomen und Pyramiden, z. Th. mit sehr complicirten Indices, z. Th. nicht näher bestimmt, nachgewiesen hat.

Alle diese an einem Ende aufgewachsenen Krystalle sind in der Hauptsache begrenzt von den Prismenflächen (vergl. Fig. 25 und 26):

$$M = \infty P\ (110);\ h = \infty P\bar{2}\ (210);\ s = \infty P\breve{2}\ (120)$$

zu welchen zuweilen noch die Pinakoide a und b, und zwar entweder a und b zusammen, oder b allein, niemals a allein ohne b, treten, sowie die Flächen anderer Prismen, welche z. Th. als vicinale Flächen zu den anderen aufzufassen sind. Diese anderen Prismenflächen sind nicht vollzählig vorhanden, wie die beiden citirten Figuren zeigen, an welchen von diesen Prismen μ, δ etc. nur einzelne Flächen auftreten.

Die Endbegrenzung wird in der Hauptsache gebildet von den Flächen:

$$o = P\ (111) \text{ und } p = P\bar{\infty}\ (101)$$

neben welchen zuweilen zugehörige vicinale Flächen, aber

[1] Zeitschr. für Krystallogr. Bd. IX. 1884. p. 243.

auch andere, von ihnen unabhängige Formen vorkommen, so die Basis, einige auf die vordere Prismenkante aufgesetzte Flächen, sowie einige solche über den seitlichen Prismenkanten. Alle diese Endbegrenzungsflächen ausser o und p sind in der Mehrzahl der Fälle klein und ebenfalls nicht selten nur unvollzählig ausgebildet. Die im Allgemeinen von einander wenig verschiedenen Combinationen entstehen dadurch, dass an den einzelnen Krystallen eine mehr oder weniger grosse Zahl dieser kleinen Flächen zu p und o hinzutreten und dass die verschiedenen genannten Formen mit mehr oder weniger grossen Flächen ausgebildet sind.

Die meisten der vorliegenden Krystalle waren nicht genauer messbar, doch fanden sich unter ihnen zwei, welche

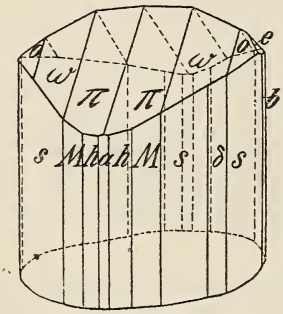


Fig. 25.

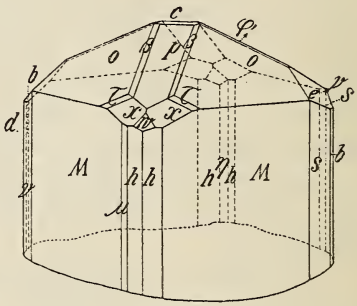


Fig. 26.

mindestens ebenso genaue Winkelwerthe ergaben, wie einige zur Vergleichung gemessene Elbaner Krystalle. Beide ergaben zugleich Beispiele für die oben im Allgemeinen angedeuteten Begrenzungsverhältnisse des Dillenburger Vorkommens, in welchem sie zwei der mit am stärksten verschiedenen Combinationen darstellen.

Diese beiden Krystalle sind in Fig. 25 und 26 abgebildet und zwar in der Weise, dass an beiden nur die factisch vorhandenen Flächen dargestellt sind, so dass also die Unregelmässigkeit und Unvollständigkeit in der Flächenentwicklung an beiden Krystallen deutlich hervortritt. Auch sind die Flächen im Allgemeinen in ihrer relativen Grösse gezeichnet, es ist aber dabei, abgesehen von der Grössenverschiedenheit der einzelnen zusammengehörigen Flächen, die zuweilen recht

bedeutend ist, so dass dann die Krystalle ein sehr verzerrtes und verschobenes Aussehen besitzen.

Der erste dieser beiden Krystalle ist in Fig. 25 dargestellt; er bildet eine glänzend schwarze Nadel von ca. 1 cm. Länge und höchstens $1\frac{1}{2}$ mm. grösster Dicke und ist nach den angestellten Messungen begrenzt von folgenden Flächen:

M = ∞P	(110)	b = ∞P$\breve{\infty}$	(010)
h = ∞P$\bar{2}$	(210)	π = P$\overline{40}$	(40 . 1 . 40)
δ = ∞P$\breve{\frac{17}{13}}$	(13 . 17 . 0)	ω = P$\frac{28}{25}$	(28 . 25 . 28)
s = ∞P$\breve{2}$	(120)	o = P	(111)
a = ∞P$\bar{\infty}$	(100)	e = 2P$\breve{\infty}$	(021)

Aus den ziemlich genau an diesem Krystall messbaren Flächenwinkeln:

$$s/s = 120 : 1\bar{2}0 = 72^0\ 42' \text{ und } o/o = 111 : 1\bar{1}1 = 138^0\ 26'$$

(Mittel aus nur um wenige Minuten differirenden Einzelwerthen) ergab sich das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0{,}6795 : 1 : 0{,}4576.$$

Die gemessenen Winkel sind, verglichen mit den aus diesen Axen berechneten Werthen, in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

	gem.	ber.	Diff.		gem.	ber.	Diff.
M : M (vorn)	111° 40′	111° 36′	+ 4′	s : b . .	143° 39′	143° 39′	—
s : s (seitl.)	107 18	107 18	—	b : o . .	110 48	110 47	+ 1
h : h (vorn)	142 25	142 28	— 3	o : ω . .	177 $57\frac{1}{2}$	177 56	+ $1\frac{1}{2}$
a : h . .	161 $12\frac{1}{2}$	161 14	— $1\frac{1}{2}$	ω : π . .	161 51	161 50	+ 1
h : M . .	164 $39\frac{1}{2}$	164 37	+ $2\frac{1}{2}$	π : π . .	178 49	178 54	— 5
M : s . .	160 33	160 33	—	o : o (vorn)	138 26	138 26	—
s : δ . .	167 59	167 58	+ 1	o : e . .	144 20	144 15	+ 5
M : δ . .	172 34	172 35	— 1				

Die Flächen aus der Prismenzone sind meist fein vertical gestreift und etwas gekrümmt, so dass die auf ihnen reflectirten Bilder etwas in die Länge gezogen erscheinen. Das Prisma s ist am grössten ausgebildet und seine Flächen reflectiren sehr wenig dilatirte Bilder, so dass der Winkel s : s in dieser Zone am genauesten zu messen ist. Weniger ausgedehnt als s sind die Prismen M und h; sie alle sind ganz vollflächig ausgebildet. Die verticalen Pinakoide bilden äusserst schmale Abstumpfungen der vier betreffenden Prismenkanten h/h und s/s; b ist stark glänzend. Die aus-

gedehnte rechte vordere Fläche s ist durch die Fläche δ unterbrochen in der Art, dass diese Fläche s mit δ links von dieser Fläche eine einspringende, rechts eine ausspringende Kante δ/s bildet; an dieser letzteren ist der Winkel δ : s im Mittel aus mehreren wenig differirenden Ablesungen = 167° 59′ gefunden worden, was den Ausdruck $\delta = \infty P \breve{\tfrac{17}{13}}$ (13 . 17 . 0) ergibt. Diese Fläche δ, die nur an dieser einen Stelle vorkommt, während die drei zugehörigen Flächen fehlen, ist bisher beim Liëvrit noch nicht beobachtet worden. Sie gibt einen ganz bestimmten unzweideutigen Reflex am Goniometer mindestens ebenso gut und deutlich, wie die andern Flächen der Prismenzone; es ist also kein Zweifel, dass hier eine bestimmte Krystallfläche, wenn auch ohne die nach der Symmetrie zugehörigen Flächen vorliegt. Der Ausdruck derselben: $\delta = \infty P \breve{\tfrac{17}{13}}$ (13 . 17 . 0) ist etwas complicirt; einfacher wäre die sehr nahe stehende Formel: $\delta = \infty P \breve{\tfrac{4}{3}}$ = (340), aber die Annahme dieser einfacheren Parameter würde eine unzulässig grosse Differenz zwischen dem gerechneten und gemessenen Winkel δ : s ergeben. Es ist nämlich für:

δ = 340: δ : s = 168° 34′ (ger.) = 167° 59′ (gem.) Diff. = 35′

und für:

δ = 13 . 17 . 0: δ : s = 167 59 (ger.) = 167 59 (gem.) Diff. = 0

Aus demselben Grunde war auch der genäherte Werth: (790) unzulässig.

Vicinale Flächen treten in diesem Krystall in der Prismenzone nicht mit Bestimmtheit hervor, wenn sie auch vielfach durch schwache Helligkeitsmaxima in den die einzelnen hellen und deutlichen Reflexbilder verbindenden, durch die schwache Krümmung der Prismenflächen hervorgebrachten matten Reflexlinien angedeutet sind. Dagegen spielen solche in der Endbegrenzung eine um so wichtigere Rolle.

Auf den ersten Blick glaubt man das Ende des Krystalls gebildet von den an den Liëvritkrystallen selten fehlenden Flächen p und o; sodann von e. Was diese letztere Fläche betrifft, so ist sie nur einseitig, als zwar kleine, aber glatte, ebene und glänzende Abstumpfung der Ecke über b auf diese Fläche aufgesetzt; auf der anderen Seite ist keine Spur von e zu bemerken. Sie ist durch ihre Lage in der Zone [100] und

den gemessenen Winkel e : o = 144° 20′ sichergestellt; ebenso durch die Zone [M, o] = [1$\bar{1}$0, 111], in welcher sie liegt. Die Winkel M/o dieser Zone sind wegen der Streifung auf M nicht so gut zu messen, wie e : o. Die Flächen, die man zunächst für o und p hält, zeigen aber bei genauerer Betrachtung einige feine Linien parallel der Kante o/p und man bemerkt, dass die Flächen p, vorn sowohl als hinten am Krystall, in der Mitte einen stumpfen Knick haben und ebenso sind die Flächen o, und zwar alle vier Flächen o stumpf geknickt; bei o sowohl als bei p gehen die stumpfen Knicke in der Richtung der Kante o/p. Man hat also auf der hinteren sowohl als vorderen Seite des Krystalls nicht drei, sondern sechs Endbegrenzungsflächen, die sich alle paarweise nach zwei auf einander senkrechten Richtungen symmetrisch der Lage nach entsprechen. Die Messung der Zone [o, o] = [111, 1$\bar{1}$1] hat nun ergeben, dass die äussersten Flächen rechts und links dem Hauptoktaëder o = P (111) entsprechen, denn es ist gemessen worden:

o : o = 111 : 1$\bar{1}$1 = 138° 26′ (entsprechend dem obigen Axensystem) und am nächsten übereinstimmend mit Des Cloizeaux' Werth o : o = 139° 21′.

o : ω = 177° 57½′ (Mittel aus den vier Kanten o/ω). ω ist also als eine vicinale Fläche zu o anzusehen, deren allerdings complicirter Ausdruck: $\omega = P\frac{28}{25}$ (28 . 25 . 28) beinahe genau auf den gemessenen Werth: 177° 57½′ führt, wenn man den Winkel o : ω aus dem obigen Axensystem berechnet; man erhält dann: 177° 56′. Die Flächen o und ω geben allerdings bei der Messung etwas dilatirte Bilder, die in einander verlaufen, aber die Flächen o sowohl als ω sind in ihrer Lage durch stark aus dem continuirlichen Lichtbande hervortretende Helligkeitsmaxima unzweideutig gegeben und es herrscht eine sehr gute Übereinstimmung, wenn man die vier Kantenwinkel o : ω an den vier Kanten o/ω misst. Es fand sich nämlich:

111 : 28 . 25 . $\overline{28}$ = 177° 54′	$\bar{1}\bar{1}1$: $\overline{28}$. $\overline{25}$. 28 = 177° 59½′
1$\bar{1}$1 : 28 . $\overline{25}$. 28 = 177 55	$\bar{1}$11 : $\overline{28}$. 25 . 28 = 178 1½

also im Mittel, wie oben angegeben: o : ω = 177° 57½′.

Würde man einen einfacheren Ausdruck für diese Fläche wählen, also statt: $P\frac{28}{25}$ (28 . 25 . 28) entweder: $P\frac{9}{8}$ (989) oder:

$P\frac{10}{9}$ (10 . 9 . 10), so würde die grosse Übereinstimmung zwischen den berechneten und gemessenen Winkeln ω : o nicht mehr vorhanden sein, aber die Übereinstimmung wäre doch immer noch eine sehr nahe. Man erhält nämlich:

989 : 111 = 177° 52′; Diff. gegen den gemessenen Winkel = — 5½′
10 . 9 . 10 : 111 = 178 5 ; „ „ „ „ „ = + 7½

welche Differenzen so gering sind, dass es vorläufig dahin gestellt bleiben muss, welcher Ausdruck für ω der richtige ist. Vielleicht ist trotz der etwas grösseren Differenz von 5½′ der einfachste Ausdruck: $P\frac{9}{8}$ (989) vorzuziehen.

Die Flächen $\pi = P\overline{40}$ (40 . 1 . 40) sind Vicinalflächen zu $p = P\bar{\infty}$ (101), aber während die zu o gehörigen Vicinalflächen ω neben o auftreten, treten die Vicinalflächen π zu p anstatt dieser letzteren auf, welche selbst vollkommen fehlen. Den Vicinalflächen ω und π ist aber gemeinsam, dass sie beide streng in Lage und Anordnung den Erfordernissen der Symmetrie entsprechen, was sonst bekanntlich häufig bei Vicinalflächen nicht der Fall ist. Bei der Messung der Flächen π ergab sich:

vorn:
$\omega : \pi = 28 . 25 . 28 : 40 . 1 . 40 = 161° 46'$
$\pi : \pi = 40 . 1 . 40 : 40 . \bar{1} . 40 = 178\ 46$
$\pi : \omega = 40 . \bar{1} . 40 : 28 . \overline{25} . 28 = 161\ 50$

hinten:
$\omega : \pi = \overline{28} . \overline{25} . 28 : \overline{40} . \bar{1} . 40 = 161° 53'$
$\pi : \pi = \overline{40} . \bar{1} . \overline{40} : \overline{40} . 1 . 40 = 178\ 52$
$\pi : \omega = \overline{40} . 1 . 40 : \overline{28} . 25 . 28 = 161\ 55$

Dies gibt die Mittelwerthe:

$\omega : \pi = 161° 48'$ (vorn); = 161° 54 (hinten); = 161° 51′ (Gesammtmittel)
$\pi : \pi = 178° 49'$.

Letzterer Winkel führt auf den obigen Ausdruck für π, der den berechneten Werth: $\pi : \pi = 178° 54'$ ergibt.

Der zweite Krystall ist flächenreicher und Vicinalflächen treten in der Endbegrenzung wie in der Prismenzone auf und zwar in unregelmässiger Vertheilung, namentlich in der letzteren Zone. Die an diesem Krystall gemessenen Winkel stimmen sehr nahe mit denen, die der erste ergeben hat, überein, so dass man die Flächen hier auf dasselbe Axensystem beziehen kann, wie dort. Berechnet man auch für

die vicinalen Flächen aus diesen Axen Ausdrücke, so erhält man folgendes Verzeichniss:

b = $\infty P\breve{\infty}$	(010)	ν = $\infty P\breve{\frac{4}{3}}$	(340)
c = 0P	(001)	o = P	(111)
M = ∞P	(110)	p = $P\bar{\infty}$	(101)
h = $\infty P\bar{2}$	(210)	w = $3P\bar{\infty}$	(301)
s = $\infty P\breve{2}$	(120)	e = $2P\breve{\infty}$	(021)
μ = $\infty P\frac{5}{4}$	(540)	φ = $P\breve{\infty}$	(011)
υ = $\infty P\breve{\frac{11}{4}}$	(4 . 11 . 0)	β = $P\frac{32}{31}$	(32 . 31 . 32)
d = $\infty P\breve{4}$	(140)	τ = $P\breve{\frac{18}{19}}$	(18 . 19 . 19)
η = $\infty P\frac{7}{3}$	(730)	x = $2P\bar{2}$	(211)

Auch an diesem Krystall waren die Winkel s : s und o : o verhältnissmässig genau messbar, jedoch immerhin etwas weniger, als beim ersten Krystall. Es fand sich:

$$s : s = 120 : 1\bar{2}0 = 72^0\ 45' \text{ und } o : o = 111 : 1\bar{1}1 = 138^0\ 28'$$

als Mittel aus mehreren Einzelwerthen, die nur um wenige Minuten von einander abwichen. Diese Winkel geben ein von dem aus dem ersten Krystall abgeleiteten Axensystem kaum verschiedenes Axenverhältniss. Um die grosse Übereinstimmung beider Krystalle zu zeigen, wird auch der zweite Krystall auf das aus dem ersten berechnete Axensystem bezogen.

Was die Vertheilung der Flächen und deren Beschaffenheit anbelangt, so sind die folgenden: h, M, b, c, o, x, p, w, φ, e nach den Erfordernissen der Symmetrie vollzählig vorhanden; bei den anderen ist dies nicht der Fall.

Die Flächen der Prismenzone sind, wenigstens zum Theil, auch hier fein vertical gestreift und ein wenig gekrümmt. Das Prisma M ist an diesem Krystall am grössten entwickelt, h und s sind ziemlich schmal, ebenso die Längsfläche b, die als kaum bemerkbare, aber ziemlich glänzende Abstumpfung der Kanten s/s den Krystall rechts und links begrenzt. μ stumpft vorn links die Kante h/M ab, so dass also nur die Fläche $\mu = 5\bar{4}0$ vorhanden ist. Der Ausdruck für μ folgt aus den gemessenen Winkeln: $\mu : h = 170^0\ 13'$ und $\mu : M = 174^0\ 24'$. In den vorderen linken Oktanten liegen auch ausschliesslich die Flächen $\upsilon = 4 . \bar{1}\bar{1} . 0$[1] und $d = 1\bar{4}0$, welche die Kante M/b zuschärfen und gewissermaassen an Stelle der

[1] In Fig. 26 ist links υ statt ν zu setzen.

hier fehlenden Fläche s = $1\bar{2}0$ vorhanden sind. d ist auch am Elbaner Liëvrit schon beobachtet. Diese Flächen sind bestimmt durch die Winkel: v : M = 152° 23′ und d : M = 144° 27′. Die Fläche v liegt nahe dem schon an Elbaner Krystallen bekannten Prisma t = $\infty\breve{P}3$ (130), kann aber damit nicht identificirt werden, da nach dem obigen Axensystem der Winkel t : M = 150° 20′ statt 152° 21′ (ger.) sein müsste, also eine viel zu grosse Differenz. Nur in dem hinteren rechten Oktanten liegen die Flächen η = 730 und ν = $\bar{3}40$, wo η die Kante h/h und ν die Kante s/M abstumpft. Der Ausdruck η = 730 folgt aus dem Winkel: η : h = 730 : $\bar{2}10$ = 177° 23′, der für ν = $\bar{3}40$ ist berechnet aus dem Winkel: ν : M = 171° 59′. Alle diese Flächen sind durch bestimmt hervortretende Helligkeitsmaxima unzweideutig gegeben. Ausser ihnen treten an diesem Krystalle an einzelnen Stellen des auch hier wegen der Krümmung der Prismenflächen vielfach sich lang hinziehenden schwachen Lichtreflexes auf diesen Flächen noch andere schwache Helligkeitsmaxima auf, die aber hier gleichfalls zu undeutlich und unbestimmt für die weitere Verwerthung sind, die aber doch auf die Existenz noch weiterer kleiner Flächen in der Prismenzone hinweisen.

An dem Ende des Krystalls ist das vollflächig vorhandene Hauptoktaëder o = P (111) vorherrschend. Neben den beiden vorderen Flächen o finden sich symmetrisch rechts und links zwei zugehörige, aber auf der Hinterseite des Krystalls fehlende vicinale Flächen β und τ. Sie liegen in den Zonen der beiden Endkanten von o und zwar β in der Zone [o, p, o] und τ in der Zone [x, o, o]. Der Winkel o : β fand sich auf der einen Seite von p = 179° 28′ und auf der anderen = 179° 24′, also im Mittel = 179° 26′, was am nächsten dem Ausdruck: $\beta = P\frac{32}{31}$ (32 . 31 . 32) entspricht. Für τ findet man rechts und links von p: o/τ = 178° 43′ und 178° 46′, also im Mittel: o/τ = 178° 44½′, woraus der Ausdruck: $\tau = \breve{P}\frac{19}{18}$ (18 . 19 . 19) abgeleitet werden kann. Die Endecke des Hauptoktaëders o ist durch die kleine Basis c = 0 P (001), seine vordere und hintere Endkante durch die zwei ziemlich breiten Flächen des Querprismas p = $P\bar{\infty}$ (101), seine seitlichen Endkanten durch die zwei sehr schmalen Flächen des Längsprima φ = $P\breve{\infty}$ (011) gerade abgestumpft. Ein weiteres Querprisma w = $3P\bar{\infty}$

(301) liegt unter p, auf die vordere und hintere Kante h/h gerade aufgesetzt; sein Ausdruck folgt aus dem Winkel: P : w = 150° 25′. Unter φ liegt das steilere Längsprisma e, das auch in die Zone [M, o] = [1$\bar{1}$0, 111] fällt. Das steile Oktaëder x = 2P$\bar{2}$ (211) liegt in den Zonen [o, o] = [111, $\bar{1}$11] und [p, M] = [101, 110], was den Ausdruck ergibt.

Stellt man die an diesem Krystall gemessenen Winkel mit den aus dem obigen Axensystem berechneten Winkeln zusammen, so erhält man folgende Übersicht:

	gem.	ber.	Diff.		gem.	ber.	Diff.
M : M (vorn)	111° 38′	111° 36′	+ 2′	o : o (seitl.)	116° 49′	116° 46′	+ 3′
h : h (vorn)	142 24	142 28	— 4	o : τ . . .	178 45	178 44	+ 1
s : s (seitl.)	107 15	107 18	— 3	τ : x . . .	162 4	162 7	— 3
h : μ . . .	170 13	170 14	— 1	o : x . . .	160 49	160 51	— 2
μ : M. . .	174 24	174 20	+ 4				
M : υ . . .	152 23	152 21	—	o : o (vorn)	138 26	138 28	— 2
υ : d . . .	172 4	172 3	+ 1	o : β . . .	179 26	179 24	+ 2
d : b . . .	159 45	159 48	— 3	β : p . . .	159 47	159 49	— 2
η : h . . .	177 28	177 24	+ 4	o : p . . .	159 14	159 13	+ 1
h : M. . .	164 37	164 34	+ 3				
M : ν . . .	171 59	172 1	— 2	w : p . . .		150 17½	
ν : s . . .	168 33	168 32	+ 1				
s : a . . .	143 39	143 39	—				

Nach dem oben Angeführten ergeben die beiden genauer untersuchten Liëvritkrystalle aus dem Dillenburgischen die fast genau übereinstimmenden Fundamentalwinkel:

s : s = 72° 42′ (resp. = 72° 45′) und o : o = 138° 26′ (resp. = 138° 28′)

Dieselben Winkel sind noch an einigen anderen weniger günstigen und z. Th. am Ende abgebrochenen Krystallen gemessen worden. So ergeben einige weitere Krystalle die weniger genauen Werthe:

s : s = 72° 40′; 72° 37′; 72° 49′; 72° 44′ und
o : o = 138 20 ; 138 25 ; 138 32 ;

Man darf also wohl annehmen, dass diese Werthe und die aus ihnen abgeleiteten für die Liëvritvarietät aus dem Dillenburgischen charakteristisch sind und dass dasselbe für das aus den beiden Winkeln berechnete Axensystem:

a : b : c = 0,6795 : 1 : 0,4576

der Fall ist.

Vergleicht man die Axensysteme, welche für den Liëvrit

von verschiedenen Fundorten gelten, so bemerkt man erhebliche Unterschiede. Man hat nämlich:

Liëvrit von Elba nach Des Cloizeaux (l. c.):

$$a : b : c = 0{,}6665 : 1 : 0{,}4427.$$

Liëvrit von Thyrill in Island nach G. Flink[1]:

$$a : b : c = 0{,}6619 : 1 : 0{,}4392.$$

Liëvrit von Kangerdluarsuk in Grönland nach Lorenzen[2]:

$$a : b : c = 0{,}6744 : 1 : 0{,}4484.$$

Sucht man nach dem Grunde dieser Unterschiede, so findet man leicht, dass in der Zusammensetzung des Liëvrits von diesen verschiedenen Fundorten Unterschiede vorhanden sind, die bedeutend genug sind für die Erklärung der krystallographischen Verschiedenheiten. Namentlich ist es der Gehalt an Manganoxydul, das in kleineren Mengen neben Kalk und Eisenoxydul vorkommt, welches hier eine Rolle zu spielen scheint.

Von den bisher analysirten Liëvriten ist es der Elbanische, der am wenigsten MnO, dafür am meisten FeO enthält und zwar 0,74—1,55 MnO und 28,60—34,13 FeO. Etwas mehr MnO enthält der Grönländische von Kangerdluarsuk[3] mit 1,97 MnO und 33,50 FeO. Weitaus der manganreichste Liëvrit ist aber der Dillenburgische, der nach verschiedenen Analysen 6,78—8,66 MnO enthält und daher als ein Manganliëvrit dem Elbanischen Eisenliëvrit gegenüber bezeichnet werden kann, welchem letzteren der Liëvrit von Kangerdluarsuk nahe steht. Der Liëvrit von Thyrill scheint noch nicht analysirt zu sein. Da der Kalkgehalt bei allen Liëvriten ziemlich derselbe ist (11,68—13,78 % CaO), so lässt sich der Gehalt an MnO und FeO unmittelbar vergleichen mit den durch das Axenverhältniss ausdrückbaren Dimensionen der Krystalle.

Ordnet man die Axensysteme der bekannten Liëvritvorkommnisse nach dem steigenden MnO-Gehalt derselben, so erhält man folgende Übersicht:

---

[1] Zeitschr. für Kryst. 13. 1888. 401 und Bihang till K. Sven. Vet. Akad. Handl. XII. Afd. II. 2.

[2] Zeitschr. für Kryst. Bd. IX. 1884. p. 243.

[3] Dies. Jahrb. 1883. II. -20- Analysen.

Elba:	0,74—1,55 MnO;	a : b : c = 0,6665 : 1 : 0,4427
Grönland:	1,97 MnO;	a : b : c = 0,6744 : 1 : 0,4484
Herbornseelbach:	6,78—8,68 MnO;	a : b : c = 0,6795 : 1 : 0,4576

Man sieht also, dass mit steigendem MnO-Gehalt auch die Längen der Axen a und c zunehmen, allerdings nicht im Verhältniss der Zunahme des MnO-Gehaltes, denn für die Axe a ist zwischen Elba und Grönland ein grösserer Unterschied, als zwischen diesem und Herbornseelbach, trotzdem dass es sich für den MnO-Gehalt umgekehrt verhält und auch für die Axe c ist eine directe Beziehung der Axenlängen zum MnO-Gehalt nicht zu bemerken. Nimmt wirklich die Länge der Axen a und c mit steigendem Gehalt an MnO nach irgend einem Gesetze zu, so würde man in dem noch nicht analysirten Liëvrit von Thyrill gar keinen oder einen sehr kleinen MnO-Gehalt vermuthen müssen, denn seine Axen a und c sind die kleinsten bekannten; nach dem obigen ist ja: a : b : c = 0,6619 : 1 : 0,4392.

Nach dem, was bisher über die Krystallform des Liëvrits von Haüy, Lévy, Miller, Des Cloizeaux, Hessenberg[1], G. vom Rath, d'Achiardi, Lorenzen, Flink und mir mitgetheilt worden ist, sind folgende einfache Formen — eingeschlossen die mit complicirten Ausdrücken — bisher bekannt geworden:

a =	$\infty P\bar{\infty}$	(100)	n =	$\frac{1}{2}P\breve{\infty}$	(012)
b =	$\infty P\breve{\infty}$	(010)	φ =	$P\breve{\infty}$	(011)
c =	0P	(001)	e =	$2P\breve{\infty}$	(021)
M =	∞P	(110)		$10P\breve{\infty}$	(0 . 10 . 1)
d =	$\infty P\breve{\frac{17}{13}}$	(13 . 17 . 0)		$12P\breve{\infty}$	(0 . 12 . 1)
ν =	$\infty P\breve{\frac{4}{3}}$	(340)		$190P\breve{\infty}$	(0 . 190 . 1)
r =	$\infty P\breve{\frac{3}{2}}$	(230)			
	$\infty P\breve{\frac{11}{7}}$	(7 . 11 . 0)	o =	P	(111)
υ =	$\infty P\breve{\frac{11}{4}}$	(4 . 11 . 0)	x =	$2P\bar{2}$	(211)
s =	$\infty P\breve{2}$	(120)	y =	$3P\bar{3}$	(311)
t =	$\infty P\breve{3}$	(130)	k =	$4P\bar{4}$	(411)
d =	$\infty P\breve{4}$	(140)	ω =	$P\frac{28}{25}$	(28 . 25 . 28)
	$\infty P\breve{n}$	(1 . n . 0) (n > 4)	β =	$P\frac{32}{31}$	(32 . 31 . 32)

[1] Mineralogische Notizen. 2. Forts. Abhdlgen. Senckenb. Gesellsch. Bd. III. p. 255.

$\mu = \infty P\frac{5}{4}$ (540)
h $= \infty P2$ (210)
$\eta = \infty P\frac{7}{5}$ (730)

$i_1 = \frac{1}{6}P\bar{\infty}$ (106)[1]
p $= P\bar{\infty}$ (101)
w $= 3P\bar{\infty}$ (301)

l $= 4P2$ (421)
$\tau = P\breve{\frac{18}{19}}$ (18 . 19 . 19)
i $= 2P\breve{2}$ (121)
u $= 3P\breve{3}$ (131)
z $= 280P\breve{3}$ (280 . 840 . 3)

[1] Der für diese Form von Flink gebrauchte Buchstabe ist schon früher für $2P\breve{2}$ vergeben gewesen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: 1890

Autor(en)/Author(s): Bauer Max Hermann

Artikel/Article: Beiträge zur Mineralogie 10-48