

VII. Der Aspasiolith als Pseudomorphose nach Cordierit, nebst Bemerkungen über Metamorphismus.

V o n

Wilhelm Haidinger.

Mitgetheilt am 11. December 1846 in einer Versammlung von Freunden der Naturwissenschaften in Wien.

Vor einiger Zeit hatte ich eine Anzahl von den in den mineralogischen Handbüchern als eigenthümliche Spezies angeführten Körpern als Pseudomorphosen dem Cordierit angereicht*), den Fahlunit, den Praseolith, den Esmarkit, den Gigantolith, den Bonsdorffit, den Chlorophyllit, den Weissit und den Pinit. Vielleicht möchte auch der Oosit dahin gehören. Mehrere Mineralogen hatten bereits früher bei einigen derselben auf die Thatsache der Pseudomorphie hingewiesen, wie DANA, TAMNAU, auch erscheint sie bei einigen Varietäten in den verschiedenen Handstücken so unzweifelhaft, dass man füglich diejenigen nicht ausschliessen kann, bei welchen das Ansehen mehr versteckt ist, und die daher, obwohl lange bekannt, keine Veranlassung gaben, ihre Eigenthümlichkeit in Frage zu stellen.

Die Analysen von so verschiedenen Fundorten der Mineralien selbst wurden zu den verschiedensten Zeiten der Entwicklung der Analysirkunst von den verschiedensten Autoren vollendet. Ausserhalb des Zusammenhanges konnten sie also sich nicht immer genau nach ihrem wahren Werthe vergleichen lassen, und gerade diejenigen Analysen fehlten, von welchen man durch den Augenschein beweisen konnte, dass sie an dem weichen umgebenden Theile und dem härteren unzweifelhaft innerhalb einer einzigen Krystallform enthaltenen Kern angestellt worden waren. Daher fehlt auch dort die Nachweisung über den Vorgang bei der Pseudomorphose, ausser in so fern angedeutet wurde, dass Wasser zum Theil mit neu zugeführten alkalischen Bestandtheilen aufgenommen wurde.

Herr Professor SCHEERER in Christiania hat nun**) an den Cordieriten von Kraegeröe in Norwegen solche vergleichende Untersuchungen angestellt. Die in einem

*) Abhandlungen der königlich böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, V. Folge. Bd. 4. POGGENDORFF, 1845.

**) POGGENDORFF'S Annalen, 1846, Bd. LXXVIII, p. 319.

Gemenge von Quarz, Feldspath, Glimmer und zuweilen Titaneisen eingewachsenen Krystalle haben oft einen deutlichen Kern von Cordierit, sind aber äusserlich, der Oberfläche zunächst, von grünlicher Farbe und serpentinartiger Beschaffenheit. SCHEERER nannte diese Rinde Aspasiolith, obwohl er auch die Ansicht, sie als umgewandelte Cordieritkrystalle zu betrachten, als sehr nahe liegend anführt.

Die vergleichenden Analysen gaben:

	Cordierit.		Aspasiolith.
Kieselerde . . .	50·44	—	50·40
Thonerde . . .	32·95	—	32·38
Talkerde . . .	12·76	—	8·01
Kalkerde . . .	1·12	—	Spur
Eisenoxydul . . .	0·96	—	2·34
Manganoxydul . . .	Spur	—	Spur
Wasser . . .	1·02	—	6·73
	<hr/> 99·25		<hr/> 99·86.

Daraus folgert SCHEERER für den Cordierit die Formel $\text{R}^3 \text{Si}^2 + 3 \text{R} \text{Si}$, dieselbe, welche BERZELIUS für den sogenannten harten Fahlunit gegeben hat.

Die Formel für den Aspasiolith besteht aus denselben Gliedern, nämlich $(\text{R})^3 \text{Si}^2 + 3 \text{R} \text{Si}$. Nur bedeutet in der letzteren Formel der Ausdruck R , dass anstatt eines Antheils von Talkerde Wasser in der Mischung enthalten sey.

Das jedesmal stattfindende Verhältniss in der Substitution ist, dass stets

Ein Atom Talkerde durch drei Atome Wasser ersetzt wird.

Da die zwei verschiedenen Resultate innerhalb einer einzigen Krystallform gefunden wurden, so betrachtet SCHEERER das Ganze als eine eigenthümliche Art der Isomorphie, und nennt sie die polymere.

Dabei wurde vorausgesetzt, dass keine pseudomorphe Bildung stattgefunden habe. Selbst in dem vorausgesetzten Falle würde die aufgefundenen Gleichgeltung von 3 H und Mg, so wie die daran angereicherte mit eben solchen Atomen von Eisen und Manganoxydul Fe, Mn, vielleicht von den ähnlichen Oxyden von Kobalt, Nickel und Zink (Co, Ni, Z) Wichtigkeit haben.

Aber dann müssten doch die den Cordieritkern umgebenden Massen wenigstens krystallinische Struktur besitzen. Diese haben sie nach allen krystallographischen und optischen Forschungen nicht, sie sind schlechthin amorph, oder es entwickeln sich wohl gar aus ihnen in andern abweichenden Krystallrichtungen liegende Glimmerindividuen.

Allein das von SCHEERER erhaltene Resultat der Ersetzung von einem Atom Talkerde durch drei Atome Wasser gewinnt auch an Wichtigkeit, wenn es von der Seite des pseudomorphen Zustandes betrachtet wird, wenn man es in der allgemeinen Geschichte der Metamorphose der Erd- und Gesteinschichten als einen der festen Punkte gelten lässt, die man als gewonnen betrachten darf.

Der Geognost darf nach SCHEERER's Gesetz in dem Aspasiolith als pseudomorph nach dem Cordierit von Krageröe gebildet annehmen, dass 6·73 Prozent Wasser an die Stelle von 5·15 Prozent Talkerde getreten sey. Allerdings findet sich noch ein zweiter quantitativer Unterschied in den beiden eben erwähnten Analysen. Es sind nämlich in dem Aspasiolith 1·36 Prozent Eisenoxydul mehr als im Cordierit, dagegen ist der 1·12 Prozent betragende Kalkgehalt des letzteren im Aspasiolith gänzlich verschwunden. SCHEERER hat diesen Unterschied nicht einer eigenen Betrachtung unterzogen, so wie auch die in dem ursprünglichen Cordierit enthaltenen 1·02 Prozent Wasser weder besonders erwähnt, noch auch in der Formel ausgedrückt sind; das letztere wohl darum nicht, weil Alles darauf hindeutet, dass man es im Cordierit wirklich mit einer gänzlich wasserlosen Species zu thun hat, analog den unter gleichen Verhältnissen gebildeten andern Gemengtheiten desselben Granits, dem Quarz und Feldspath, Glimmer und Titaneisen, denn auch im Glimmer wird der zuweilen vorkommende Wassergehalt nicht für wesentlich gehalten.

Bei der Frage des Isomorphismus lassen sich allerdings Bestandtheile, wie oben die Kalkerde und das Eisenoxydul, übersehen, wenn nur über das Wichtigste Rechenchaft gegeben ist. Der Gesichtspunkt ist hier ein rein theoretisch-chemischer. Anders ist es, wenn der Geognost die Resultate der chemischen Analyse als Daten erhält, um Schlüsse zur Erklärung der Naturerscheinungen daran zu knüpfen. Da ist wohl kein Bestandtheil geringfügig, am wenigsten aber sind es diejenigen, welche in zwei auf einander folgenden Zuständen als verdrängte und neu hinzugetretene erscheinen.

Die Anwendung der chemischen Kenntnisse soll hier zur Erweiterung der geognostischen benützt werden.

Nehmen wir dazu die zwei oben angeführten Analysen des Cordierits und des Aspasioliths von Krageröe, und bringen sie von den relativen Daten auf absolutes Gewicht, denn der Geognost hat es mit grossen schweren Gebirgen und andern Massen zu thun. Ein Wiener Kubikfuss Wasser wiegt 56·4 Wiener Pfund, ein Kubikfuss Quarz von 2·65 spezifischem Gewicht also 149·46 Pfund. Eine Kubikklafter, das ist ein Würfel von sechs Fuss Länge, Breite und Höhe, also in geognostischer Beziehung noch ein ganz mässig grosser Körper, vielfach übertroffen, z. B. von manchen erraticen Blöcken, wiegt schon: Wasser 121 Zentner 82 Pfund, Quarz 322 Zentner 83 Pfund. Ein Würfel von 100 Klaftern Länge, Breite und Höhe enthält aber eine Million einzelner Kubikklaftern, und wiegt daher über 300 Millionen Zentner. Dass man bei solchen Gewichtsmassen auch die in der Analyse nur in wenigen Prozenten gelieferten Bestandtheile nicht vernachlässigen dürfe, ist wohl augenscheinlich.

Nehmen wir mehrerer Uebersichtlichkeit wegen ein Parallelepipedum von einer Quadratklafter Basis und zwei Fuss Höhe, so ist das Gewicht noch immer über 100 Zentner, die als Vergleichung mit den bei der Analyse in 100 Theilen gefundenen Zahlen dienen können, wobei man den kleinen absoluten Unterschied gering achten kann. Ein solches Parallelepipedum von Krageröe Cordierit verliert bei seiner Veränderung

zu *Aspasiolith* 5 Zentner 15 Pfund Talkerde, und nimmt dagegen 6 Zentner 73 Pfund Wasser auf; dabei ist freilich ein Zentner Wasser nicht gerechnet, den die Analyse schon im *Cordierit* nachwies. Aber es ist ausserdem noch 1 Zentner und 12 Pfund Kalkerde verschwunden, dagegen ein Zentner und 83 Pfund Eisenoxydul hinzu gekommen. Je grösser die Massen sind, um so weniger darf man solche Ergebnisse der gewonnenen schätzbaren Resultate chemischer Kunst ausser Augen lassen. Allerdings wurde angenommen, die ursprüngliche Spezies und die Pseudomorphose seyen allein in jenem Parallelepipedo enthalten, während sie doch im Gemenge mit Quarz und Feldspath vorkommen. Gegen eine solche Betrachtung der einzelnen Gemengtheile dürfte sich wohl nichts erinnern lassen, da man, um auf das ganze Gestein zu schliessen, nur nöthig hat, die approximativen Mengungsverhältnisse gleichfalls einer eigenen Betrachtung zu unterziehen. Unter den Gemengtheilen ist nur der Quarz ganz unveränderlich in seiner Mischung. Der Feldspath ist ebenfalls mancherlei Veränderungen unterworfen, und daher dürfte es wohl wichtig seyn, die mit dem *Cordierit* vorkommende Varietät genau mit derjenigen in chemischer Beziehung zu vergleichen, welche den *Aspasiolith* begleitet, da wo diese nicht etwa an einem und demselben Stücke vorkommen.

Aus dem frischen Ansehen des Letzteren in dem gleichförmigen Gemenge mit den anderen Mineralspezies hat SCHEERER geschlossen, dass er ursprünglich gebildet sey. Der einfachste Schluss, zu dem man gewiss ohne zu gewagte Hypothese gelangt, ist der, dass von den hier im Gemenge vorkommenden Spezies gerade der *Cordierit* es war, den die verändernden wirksamen Stoffe zuerst anzugreifen vermochten. Dass aber das Ansehen der Pseudomorphose, so durchaus gleichförmig, dicht und wie ursprünglich gebildet erscheint, beweist nur, dass der Vorgang mit grosser Langsamkeit vor sich ging, und dass dabei ein jedes veränderte Theilchen ruhig an der Stelle liegen blieb, wo es als Produkt der Veränderung gebildet wurde. Aus dem Vorrathe der bekannten Pseudomorphosen können wir viele ähnliche Beispiele erwähnen, die *Haytorite*, welche eine so vollkommene Oberfläche zeigen, dass sie noch jetzt von einigen Mineralogen als ursprünglich gebildete Krystalle angesehen werden; ähnliche Hornsteinpseudomorphosen nach *Kalkspath*, von Baumgarten in Schlesien im k. k. Hof-Mineralienkabinete in Wien, die *Steatite* von Göpfersgrün nach Quarz, nach *Dolomit* und andern Mineralspezies, die *Serpentine*, *Steinmarke* u. s. w., überhaupt diejenigen, bei welchen nicht krystallinische Spezies gebildet wurden, bei welchen also keine Individuen durch molekuläre Anziehung neuerdings Mittelpunkte der Bewegung hervorbringen konnten.

Gleiche Form, oder vielmehr Einheit des Krystallumschlusses, und verschiedene Zusammensetzung im Kern und zunächst der Oberfläche, wie sie SCHEERER an dem *Cordierit* und *Aspasiolith* von Krageröe beschrieben und wie sie am *Fahlunit* von Fahlun, am *Praseolith* von Bräkke, vorzüglich am *Chlorophyllit* von Nordamerika so häufig vorkommt, deutet stets auf zwei nacheinander statt gehabte Bildungszustände. Die von SCHEERER gegebene Konstruktion der Bildung gibt etwas durchaus Unbegreifliches. Sie verlangt zuerst den Kern von *Cordierit* mit aller vorhandenen, oder

vielmehr disponibeln Talkerde, denn es finden sich doch in dem Gemenge noch andere talkerdehaltige Mineralien, wie Glimmer, und sodann um den Krystall zu ergänzen, noch Wasser anstatt der bis auf das Letzte verbrauchten Talkerde. Nun sind aber bei allen Krystallen die den gut ausgeformten Ecken und Kanten zuuächst liegenden Theilchen, die am vollständigsten krystallisirten, die durchsichtigsten, härtesten, während das Innere oft bei weitem nicht so rein erscheint. Hier aber zeigen gerade diese Theile keine Spur von Krystallisation. Sie sind nicht krystallisirt, und daher auch nicht in einer mit dem Kern gleichartigen Bildungsperiode, als höchster, als Vollendungspunkt des Krystalles zu betrachten. Diess ist es, was allen unseren gegenwärtigen Kenntnissen von Krystallbildung widerstreitet. Uebrigens werden bereits zwei Perioden angenommen, die der Magnesia und die des Wassers, dann führt uns aber nur ein einziger Schritt weiter schon in das Reich der Metamorphose, welche zwei auf einander folgende entgegengesetzte Bildungszustände fordert. Wir haben zuerst die ursprüngliche Bildung des Krystalles, und seine Vollendung am vollkommensten gegen seine Oberfläche zu, da wo sich seine kleinsten Theile in dem ausgesprochensten Gegensatze molekularer Anziehung gegen die verschiedenartige Umgebung finden, welche eben durch die fortdauernde Aeusserung der Krystallisationskraft ausgeschieden werden, und sich selbst gegenseitig wieder zur Bildung anderer Mineralspezies, Quarz, Feldspath u. s. w. anziehen. Nach dieser Vollendung des Krystalles in der Cordierit-Periode tritt eine neue geognostische Stellung ein. Gerade von der Oberfläche der Krystalle nieder, wo also der ausgesprochenste Gegensatz von Krystall und Grundmasse ist, aber nun mit entgegengesetzter Intensität, beginnt eine neue Anordnung der Theilchen. Die früher aktiven Krystalle nehmen nun eine passive Rolle an. Sie verlieren einen Theil ihrer Magnesia und Wasser tritt an deren Stelle.

DAURÉE beobachtete „Fahlunitkrystalle, von einer Bleiglanz-Rinde umgeben; „ferner Krystalle der nämlichen Substanz, die einen Kern von Eisenkies oder Bleiglanz „enthielten.“ Er schloss daraus, „dass die Krystallisation des Fahlunites, und wahr- „scheinlich auch der übrigen Substanzen, welche ihn begleiten, durchaus gleichzeitig „mit dem Festwerden der Erzmasse ist“ *).

Die Bildung der Krystalle ist es auch wirklich, aber nicht die der Fahlunitkrystalle, sondern die der Cordieritkrystalle, aus welchen sie durch Pseudomorphose entstanden sind. Man muss zwei Perioden unterscheiden, die der Bildung und die der Zerstörung der Krystalle. Auch in Orrijärwi, in Bodenmais kommt der unverwitterte Cordierit mit Schwefelmetallen vor und beweist dadurch die gleiche Phase der Entstehung. In einer frühern Mittheilung über den Cordierit**) habe ich mehrere Varietäten erwähnt, die mit DAURÉES Beobachtung übereinstimmen.

*) Scandinaviens Erzlagerstätten, bearbeitet von GUSTAV LEONHARD. p. 31.

**) Abhandlungen der k. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. V. Folge. 4. Bd.

Ohne Zweifel war während der Cordierit-Periode die Stellung des Gesteines hinlänglich tief oder zentral um nach und nach, im Verlaufe der allmählichen Krystallisation der dasselbe bildenden Gemengtheile alles Wasser auszuschleiden. Bei der nachfolgenden Veränderung wurde in einer höheren Lage wieder Wasser in das Gestein hineingepresst und vorzugsweise von dem Cordierit aufgenommen, der dadurch seine Selbstständigkeit verlor.

Man hat kein absolutes Maass für die Tiefen, bei welchen Veränderungen dieser Art stattfinden. Der Cordierit ist aber, nach Allem was bis jetzt von ihm bekannt geworden ist, in gewissen krystallinischen Gesteinen so weit verbreitet, und scheint zugleich so empfindlich gegen die wechselnden Zustände gewesen zu seyn, wie diess die vielen im Eingange erwähnten Pseudomorphosen beweisen, dass man von ihm eine relative Maassbezeichnung hernehmen kann. Die Cordierit-Periode wird stets einen lehrreichen Vergleichungspunkt in der Geschichte der Granite und mancher anderer krystallinischer Gesteine bilden, während die der vollendeten Bildung des Pinit's am weitesten davon entfernt ist. Als der Cordierit sich in Krystallen ausgeschieden hat, war wohl die Grundmasse häufig noch kein Granit, wenigstens nicht von der Beschaffenheit, in welcher er sich jetzt befindet, wo aus dem Cordierit Pinit geworden ist. Schwerlich würde sonst die Krystallgestalt so vollkommen ausgebildet zu erkennen seyn.

Dass man aber die Bildung der Pseudomorphosen überhaupt auf Veränderungen in der geognostischen Stellung beziehen muss, in welcher die Gesteine sich befinden, welche sie umschliessen, ist wohl die einzig richtige und fruchtbringende Ansicht derselben. An einem andern Orte *) bezog ich im Allgemeinen den Vorgang dabei auf einen leicht mit einer solchen Veränderung in Zusammenhang zu bringenden Strom von eigenthümlicher Beschaffenheit, der gerade die nothwendigen Bestandtheile enthält, und dem andere mangeln, um eine gegebene Spezies aufzulösen, und eine andere an deren Stelle, und in ihrer Gestalt zurückzulassen. Der Rückstand bleibt wie ein Niederschlag auf einem Filtro übrig. Herr Professor SCHEERER hat eine ganz ähnliche Ansicht p. 372 aus der genauen Kenntniss der Verhältnisse in dem Falle einer Auflösung von kohlenaurer Talkerde in kohlenensäurehaltigem Wasser gebildet. Eine solche Auflösung reagirt alkalisch, sie kann eine bedeutend kräftige Wirkung auf Silikatgesteine haben, und manche Basen durch Talkerde und Wasser ersetzen.

Ohne Zweifel wird die von SCHEERER erwähnte, und von ihm beabsichtigte Auseinandersetzung dahin gehörigen Fälle aus der Umgebung von Arendal einen wichtigen Beitrag in der Erklärung der Pseudomorphosen überhaupt liefern, und es wird sich dabei mehrfach Gelegenheit finden, die Verhältnisse der einander ersetzenden Stoffe, insbesondere der Talkerde und des Wassers zu prüfen.

*) Ueber die Pseudomorphosen u. s. w. Abhandlungen der königl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. V. Folge. Bd. 3. POGENDORFF 1845

So wie die Bildung der Pseudomorphosen beruht ja aber auch die Veränderung der Gesteine selbst auf immerwährendem Kreislauf der Materie. Wir können unbedingt behaupten, dass jedes Handstück, das wir in unsere Sammlungen bringen, eine lange Geschichte der Bildung beurkundet. Sind ja doch die nachweisbar ursprünglichen Anfänge, geschmolzen und erkaltet, oder aus Wasser abgesetzt, oder ursprünglich den organischen Reichen angehörig, ungemessene Zeiträume hindurch frei der Einwirkung chemischer und mechanischer Kräfte preisgegeben, der gegenseitigen Ausgleichung der durch Zufall zunächst aneinander gebrachten Stoffe, und den Strömen, welche veränderte Lagen in Temperatur und Druck bedingen.

Unbezweifelt sind z. B. die blasigen basaltartigen Gesteine Resultate eines musigen Flusses. Sie sind ursprünglich durch vulkanische Thätigkeit geschmolzen. Die in der Grundmasse eingeschlossenen, um und um ausgebildeten Augitkrystalle, eben so wie die Leuzite heutiger blasiger Laven waren ohne Zweifel eingewachsen gebildet, aber in einem Gesteine, das wir nicht kennen, das durch die Hinwegnahme des Druckes blasig geworden ist, ganz so wie in Flaschen eingepresste stark kohlen säurehaltige Flüssigkeiten beim Hinwegnehmen des Stöpsels sich plötzlich in Schaum verwandeln. Leuzitkrystalle werden nach den neuesten Nachrichten oft ganz lose vom Vesuv ausgeworfen. Die basaltische Hornblende, von Czernussin und anderen Orten im blasigen Basalt ist an der Oberfläche durch Schmelzung gerundet. Aber die Basaltufflager enthalten Bruchstücke und Geschiebe blasiger Massen voll Krystallen von Phillipsit und Kalkspath. Diese Krystalle waren noch nicht gebildet, als sich die geschmolzenen Massen aufblähten, auch nicht da, als sie bei dem Ausbruche unter Wasser zu Conglomeraten sich abrieben, und nahe an der Eruptionsstelle sich in Schichten absetzten, die grossen Fragmente mit kleinen, alles von dem feinsten Schutt ausgeglichen. Nun erst beginnt die Ruhe, nun die Krystallisation. Geschmolzenes ist aufgeschlossen, die Kieselerde mit den Alkalien, so wie man künstlich die Vorbereitungen zu Analysen macht. Wasser durchdringt alles, aber in vollkommen ruhigem Zustande. Jeder Blasenraum ist von vollkommen klarem Wasser erfüllt. Frei bewegt sich das Auflösliche bis zu dem nächsten nur von Wasser erfüllten Raume, wo es der Krystallisationskraft gehorchend, individuelle Form gewinnt. Nur das Gesteingerüste, um es so auszudrücken, ist indifferent oder nahe unbeweglich, das Wasser selbst ist durch den Druck gespannt, bewegt sich vielleicht in einer Richtung durch das Gestein langsam hindurch; aber in dem Wasser beweglich sind die fremdartigen auflöselichen Theile. Es kann kein schöneres Bild der dadurch hervorgebrachten Erscheinungen geben, als die Isländischen Chalzedone und Opale, theils in senkrechten, tropfsteinartigen Gestalten, theils in horizontalen sedimentären Schichten das Innere der Blasenräume füllend. Der Chalzedon ist keine vulkanische Spezies, so wenig als die mannigfaltigen Zeolithe, wohl aber ist das Gestein, innerhalb dessen sie gebildet wurden, unmittelbar durch Schmelzung hervorgegangen. Bei diesen Chalzedonen und Zeolithen ist die Substanz offenbar nicht

aus der Ferne hergeholt. Die Kieselerde war in einem durch Schmelzung aufgeschlossenen Zustande in dem bläsigen Gesteine enthalten.

Was soll aber aus einer Schmelzmasse werden, die theilweise aus in Säuren unlöslichen Magnesia-, Kalkerde- und Eisenoxydul-, oder alkalischen Silikaten, theils aus einer durch Alkalien aufgeschlossenen Masse derselben besteht, beide mehr oder weniger thonerdehaltig und zähe im Flusse, wenn sie unter Wasser sich selbst überlassen bleiben, ohne dass die auflöselichen Theile in Blasenräumen oder Klüften abgeführt, und einzeln für sich ausgeschieden werden? Offenbar müssen sie möglichst den allgemein giltigen Gesetzen krystallinischer Anziehung folgen. Der Feldspath, Augit, der Magnetit, der Olivin bleiben unverändert, alles Uebrige schliesst mit einem Antheil Wasser zusammen, und bildet zeolithartige Körper, wie uns diess zuerst CHRISTIAN GMELIN bei Phonolith und Basalt lehrte *). Nach KENNEDY und GIRARD bildet der Wassergehalt den Hauptunterschied zwischen Basalt und Lava. LÖWE fand, dass auch die Lava zum Theil durch die Schmelzung in aufgeschlossenem durch Säuren zerlegbarem Zustande sich befindet. Den zeolithartigen Bestandtheil fand LÖWE nach der chemischen Formel bei dem Basalt von Wickerstein bei Querbach in Schlesien dem Thomsonit nahe. GIRARD betrachtet sie als Gemenge von Mesotyp und Nephelin**), nach C. GMELIN ist der Phonolith mehrerer Berge aus Feldspath und einer mesotypähnlichen Spezies gebildet. Es mag nicht immer nur eine Spezies seyn, die in dem Gemenge enthalten ist.

Basalt, Phonolith stehen den Produkten unmittelbarer Schmelzung noch am nächsten. Aber sie sind nicht der Einwirkung der Kräfte entzogen. Kommen sie in Verhältnisse, welche die Aufnahme von Wasser erleichtern, während einige ihrer Bestandtheile hinweggeführt werden, so bleiben als Rest Eisenthon, Bol, Wacke und andere dergleichen Körper übrig, wie diess wohl einem Jeden bekannt ist, der auch nur einmal mit Aufmerksamkeit die Basaltuf-Ablagerungen untersucht hat.

Weniger leicht erscheinen die Veränderungen in entgegengesetzter Richtung, wo nämlich auch der Wassergehalt, den sie schon besitzen, wieder verschwinden kann, und zugleich noch andere Verwandtschaften der einzelnen Bestandtheile rege werden, wie wir sie bei dem gewöhnlichen Druck unserer Atmosphäre in den Laboratorien nicht kennen. Phonolith von Hauenstein in Böhmen, im Feuer eines Porzellanofens geschmolzen, gibt ein gut geflossenes schwarzes Glas, einen wahren Obsidian, schwach gegläht zeigt er ohne die Form zu verlieren, auf die überraschendste Weise das Ansehen eines Trachytes. Die kleinen Krystalle von glasigem Feldspath, von Amphibol bleiben bei der geringen Glühhitze unverändert. Die Aehnlichkeit beider in geologischer Hinsicht hat COTTA sehr treffend durch die Bemerkung bezeichnet: „Der Phonolith ist „in der That vielleicht nur eine Modifikation, ein veränderter Zustand des Trachytes.“ Bekanntlich sind die Bestandtheile dieser drei Körper in den sehr abweichenden Va-

*) v. LEONHARD'S Basaltgebilde. I. 266 HAMMELSBURG p. 76.

**) HAMMELSBURG p. 81.

rietäten, in welchen sie gefunden werden, sämmtlich den Mischungsverhältnissen des Feldspath vorzüglich dem Kali- und Natronfeldspath, oder Gemengen aus beiden nahe. Der grössere Kalkgehalt nähert einige Obsidiane und die Perlsteine den Mischungsverhältnissen der Oligoklase, Labradore, und anderer Feldspatharten. Ist der Schluss zu gewagt, wenn man annimmt, dass gewisse Trachyte in ihrer mineralogischen Beschaffenheit einst Phonolithe waren?

Bimsstein nach EHRENBURG Kieselpanzer von Infusorien enthaltend, ist durch unmittelbare Einwirkung des Feuers gefrittet, zum Theil lagenweise zu Obsidian geschmolzen. Perlstein besteht aus Obsidiankörnern, den schnell gekühlten Glas-tropfen analog, von Glashäutchen konzentrisch umwickelt. Aber in den Massen beginnt die Bildung von Ryakolith, Feldspath, Albit, oder von Individuen, die nach ANICH die alkalis-chen Basen dieser Spezies in mancherlei verschiedenen Verhältnissen vereinigen; von Glim-mer in sechsseitigen Tafeln, selbst schon von Augit und Amphibol. Die weniger krystallinische Masse wird entglast, Sphärolit bildet sich erst in traubigen krystalloidschen Massen, und breitet sich dann durch den ganzen Körper aus, der nun wenig durchscheinend ist, muschli- gen Bruch besitzt, und Trachytporphyr genannt werden muss. Nichts ist leichter als der Beweis dieses Ueberganges in dem Hliniker Perlsteinberge.

Soll denn aber der Basalt allein uns ewig in dieser Richtung unverändert er- scheinen? GUSTAV ROSE hat den Amphibol pseudomorph nach eingewachsenen Kry- stallen des Augits bewiesen. Haben wir nicht im Uralitporphyr so wie im Mela- phyr selbst einen Fortschritt der Veränderung. Der Uralitporphyr aus Tirol enthält häufig kohlen-sauren Kalk, indem er deutlich in Säuren braust. Er enthält auch kleine Parthien von neugebildetem Schwefelkies, und hin und wieder strahlig aus einander laufende Gruppen von Epidotnadeln. v. LEONHARD *) führt nach v. BINRA die Analyse eines Augitporphyres vom Steigerwald in Franken an, der mehr als zu einem Drittel seiner Masse aus Kalkerde und Talkerde im kohlen-sauren Zustande besteht. RAM- MELSBURG fand in der pseudomorphen Grünerde nach Augit, von Bufore im Fagsathal, also in einem Gesteine, das einst Melaphyr gewesen ist, 15.24 Prozent kohlen- sauren Kalk und 8.67 Prozent Alkali und Wasser. Er bemerkt: „Ihr Alkaligehalt „lässt sich aus dem, was wir über die Mischung der Augite wissen, nicht erklären“ (**).

Die Gegenwart von kohlen-saurem Kalk, in den Pseudomorphosen nach Feldspath von Ilmenau durch CRASSO nachgewiesen, gehört zu einer gleichen Classe von Verän- derungen, die den Porphyr so gut betreffen als den Melaphyr.

Man hat kürzlich in Tirol „krystallisirten Asbest“ gefunden. Was ist dieser kry- stallisirte Asbest? Nichts anderes als in kleinen eingewachsenen Massen der Rest von „Uralitkrystallen“, das heisst von Amphibolpseudomorphosen nach den gewöhnlichen

*) Lehrbuch der Geognosie und Geologie 1846. p. 74.

**) Handwörterbuch S. 69.

eingewachsenen Augitkrystallen, wie die vom Monzon und von andern Orten im Fassathal. Drei Stücke, ein gewöhnlicher Melaphyr, ein Uralitporphyr und der „krystallisirte Asbest“ bilden einen vollständigen unbezweifelbaren Uebergang in der Zeit der Bildung. Aber die Asbestparthien liegen in einer Grundmasse, die sehr verschieden ist von der schwarzen gleichartig scheinenden der zwei ersten Gesteine. Sie besteht aus einem hellen grünlichgrauen Gemenge von Asbest in feinen Nadeln, genau den eingewachsenen krystallähnlichen Parthien gleich, und Epidot. Hier sind die Bestandtheile zu erkennbaren krystallinischen Individuen zusammengetreten, und bilden einen nicht zurückzuweisenden Fortschritt aus den nahe verschwindend gemengten, zu den krystallinischen Gesteinen.

Insbesondere tritt gleichzeitig mit der Bildung von Kalkspath und Schwefelkies die Krystallisation von Epidot hervor. Das Gemenge von Kalkspath, Amphibol und Epidot, vielleicht hier gerade nur zufällig ohne dem Schwefelkies der Zwischenstufe, noch genau in den räumlichen Verhältnissen eines wahren Basalts mit eingewachsenen Augitkrystallen bietet unzweifelhaft einen schönen Beleg zu der Metamorphose der Gebirgsschichten nach ihrer ersten Ablagerung, und zwar in den drei Perioden: 1. der Basalt-, oder Augit-Periode, 2. der Uralit-Periode, der beginnenden Entmischung, 3. der Epidotperiode, bei der dieselbe vollendet ist, oder wenigstens eine neue krystallinische Anordnung der Theilchen durchaus stattgefunden hat. Die Spezies des Amphibols reicht durch die beiden letztern Perioden hindurch.

LEOPOLD von BUCH, der Führer in der Lehre des Metamorphismus, der den Dolomit zuerst als metamorphisch gebildet erkannte, hat auch hier so manche Beobachtungen mitgetheilt, auf denen ich gerne verweile. In seinem Briefe vom 1. April 1824 *) macht er auf das häufige Zusammenvorkommen von Amphibol und Schwefelkies aufmerksam: „feinkörnige, oder gar dem Auge ganz dicht erscheinende Massen — gehören sie der Hornblende — werden von häufigen Eisenkies-Einmengungen nie frei seyn. „Ist das Gestein feinkörniger Augit, Anthophyllit oder Hypersthen, so wird Eisenkies „nicht leicht erscheinen, und auf keinen Fall so häufig und bestimmt, als in feinkörnigen Hornblende-Gesteinen.“ Erst lange darnach haben ROSE, KÖHLER, REGNAULT und andere den Anthophyllit und Hypersthen von mineralogischer und chemischer Seite genauer kennen gelehrt. Aber L. v. BUCH's Bemerkung hat dadurch nur an Schärfe gewonnen.

Gleicherweise deutet er auf die Wichtigkeit des Vorkommens von Epidot in den Mandelsteinen des Augitporphyrs vom Monzon**): „Und diese Mandelsteine zeigen jetzt „eine Eigenthümlichkeit, welche gar genaue Beachtung verdient, weil sie leicht uns „noch einst zu einem Leitfaden durch die Mannigfaltigkeit dieser Erscheinungen dienen „kann.“ Es erscheinen nämlich dort keine Zeolithe mehr, sondern bloss Epidot mit Kalk-

*) Ueber geognostische Erscheinungen im Fassathale in v. LEONHARD's Taschenbuch, 1824. S. 345.

**) A. a. O. S. 373.

spath in den Mandeln. Der Augitporphyr nimmt so „einen andern Charakter an,“ und „seine Verwandtschaft mit basaltischen Gesteinen verschwindet immer mehr.“

An einer andern Stelle *) bemerkt L. v. BUCH, dass in den Augitporphyren von Iiefeld keine Zeolithe vorkommen, dass sie also zu der Abtheilung gehören, die er „gern Epidot-Porphyre nennen möchte, weil Epidot in Trümmern, Nieren und „Mandeln in ihnen und in allen nahe liegenden Gebirgsarten in grosser Menge erscheint, „wenn die Kieselhydrate nicht vorkommen.“ Dies alles, ungeachtet Epidot aus der Gegend von Iiefeld nicht angeführt werde, und er selbst ihn auch dort nicht gesehen. Der Charakter des Gesteins ist also hier an das Vorkommen des Epidots geknüpft, und mit diesem als gleichgeltend genommen, so wie dies oben durch die Annahme einer Epidot-Periode in der Metamorphose der basaltischen Gesteine geschehen ist.

Wer sollte bei diesen an kleinen Individuen beobachteten Umänderungen nicht an die andere von GUSTAV ROSE nachgewiesenen Uralitbildung, die an den aufgewachsenen Krystallen von Arendal denken, die ja eben auch häufig von Epidot in Kalkspath begleitet und von dem letztern eingeschlossen sind? Aber hier ist Alles in einem grossen Maassstabe ausgeführt. Ich besitze ein Stück daher: Eine Druse von Augitkrystallen, einen Viertelzoll gross, innerhalb grossen Individuen von Epidot und von schwarzem grossblättrigem Amphibol. Aber der „Augit“ zeigt im Innern die Theilungsblättchen des Amphibols, und ist an den Seiten von den scharfen Prismenkanten des Amphibols überragt, so wie dies ROSE beschreibt, besonders an den Berührungstellen mit dem Epidot, der selbst hin und wieder in den Raum der ehemaligen Augitkrystalle hinein reicht. Hat man erst jene Reihe der Tiroler Varietäten gebildet, und trifft nun hier den einen Endpunkt derselben, wenn auch in einem grossen Maassstabe, dann wird es wohl natürlich, rückwärts zu fragen, in welchem Zustande wohl die Arendaler Lagerstätte früher gewesen seyn mag, zu der Zeit als der Augit frisch krystallisirte, der zuletzt während der neuen Bildung von Amphibol, Kalkspath und Epidot zu Grunde ging? Die Analogie darf bei einem Schlusse nicht übersehen werden, aber es möge vorerst nur die Andeutung ausgesprochen seyn.

Wenn es nun auch hier in einem einzelnen Falle aufgeschoben bleiben muss, so scheint es doch bereits an der Zeit zu seyn, an einem andern Orte die wahrscheinlichen oder möglichen Veränderungen in dem Bestand aller Gesteine unter den verschiedenen Gesichtspunkten bekannter ursprünglicher Bildung, der Reduktion und Oxydation in Folge von Druck und Temperatur mit Rücksicht auf den Austausch von Bestandtheilen, welcher durch den feuchten oder durch den durch Hitze erweichten Zustand der Gesteine während ihrer Umbildung vermittelt wird, an der Hand der bereits bekannten Pseudomorphosen für sich zu betrachten. Manche wichtige Zusammenstellung kann nicht fehlen, aber Vieles wird auch dann sich erst als Aufgabe herausstellen, die noch ihre Lösung erwartet.

*) A. a. O. S. 490.

Die Frage der Bildung von Aspasiolith, von Fahlnit, von Bonsdorffit nach Cordierit, im weiteren Verlauf die Bildung von Pinit oder von zweiaxigem, von Kaliglimmer, mit einem Wort, die Frage der Bildung des wahren eigentlichen Granits reiht sich unmittelbar an Forschungen dieser Art an. Daher schien es mir wünschenswerth, mit den theoretischen Betrachtungen SCHEERER's, die selbst auf seinen Untersuchungen des Cordierits von Krageröe und des Aspasioliths beruhen, möglichst bald die Resultate der mineralogischen Untersuchung, welche sich mir darboten, in Zusammenhang zu bringen.

Die Nachweisung dieser Verbindung ist der Hauptzweck der gegenwärtigen Mittheilung gewesen, und die bedeutende Ausdehnung, welche SCHEERER seinen Betrachtungen gegeben hat, ist daher auch für den Metamorphismus wichtig. In Bezug auf die Isomorphie dagegen mögen hier noch ein Paar Bemerkungen beigefügt werden, die man nicht ungegründet finden wird, und die sich auf einzelne Beispiele beziehen.

HERMANN's Pyrophyllit und der Pinit aus der Auvergne haben im Wesentlichen dieselbe Formel $3(\text{R})\text{Si} + 2\text{R}^2\text{Si}^3$. Aber wer kennt die Form des ersteren, und der letztere ist pseudomorph. Darf man auch die Perzental-Gehalte für

	Pyrophyllit	und	Pinit.
Talkerde . . .	4.0	Talkerde und	3.76
Eisenoxydul . .	1.6	Manganoxydul	—
Wasser	5.62	—	— 1.41
Kali	—	—	— 7.89
Natrum	—	—	— 0.39,

wofür der Ausdruck (R) gebraucht wird, wirklich gleich oder gleichbedeutend setzen?

Chlorophyllit und Ottrelith haben die gleiche Formel $(\text{R})^2\text{Si} + \text{Al}\text{Si}$, und angeblich auch „gleiche Krystallform, eine hexagomale Säule.“ Aber der erstere ist pseudomorph, der letztere, bisher noch sehr wenig genau beschrieben, die Krystallform insbesondere gänzlich unbekannt.

Fahlnit und Esmarkit haben die Formel $(\text{R})^3\text{Si} + 2\text{Al}\text{Si}$, welches die Epidotformel ist, die auch der Mejonit besitzt. Die beiden ersteren sind amorph, pseudomorph nach Cordierit gebildet, der Epidot ist augitisch, der Mejonit pyramidal.

Bei den Schlüssen in Bezug auf Isomorphismus sollte man wohl billig vorerst die Form genau kennen, nur dann ist man dieser Schlüsse sicher. Wie schön ist nicht die Reihe der durch R R ausgedrückten Verbindungen? Spinell, Automolith, Magnetisenstein, Chromerz, Franklinit, Dysluit, denen sogar im Kobaltkies von Müssen (Linéit) FRANKENHEIM eine Schwefelverbindung R R mit Beifall angereicht hat. Was bleibt aber übrig, wenn man die Form gar nicht kennt? Die schönsten Zusammenstellungen entbehren dann der Begründung. Dasselbe gilt von amorphen Körpern. Selbst die absolute Uebereinstimmung der Formeln dürfte nicht als Isomorphie zugegeben werden. Aber diese Formeln, wenn sie nicht sehr einfach sind, deuten auch auf Gemenge, und haben daher nahe keinen Werth; in den besten Fällen aber reichen sie

lange nicht an die Ueberzeugung und das Interesse hinan, welche die Mischungsformeln vollkommen krystallisirter Individuen und Mineralspezies gewähren.

Zu spät, als dass ich noch die entwickelten Ansichten in meinem Aufsätze „Ueber Cordierit“ benützen konnte, aber in vieler Beziehung übereinstimmend urtheilt HAUSMANN über die beiden Körper Bonsdorffit, und insbesondere Pinit, indem er sie dem Dichroit in einem Anhang als unreine Formationen beordnet.

„SHEPARD hat neuerlich die Meinung geäußert, welche seit längerer Zeit auch „die meinige gewesen, dass der Pinit zum Dichroit gehöre.“ (Amer. Journ. 1841. Oct. Ann. d. min. 4 S. T. III. 787.) HAUSMANN betrachtet ferner mit Bestimmtheit, genau wie es in meinem frühern Aufsätze nachgewiesen ist, die Krystallform des Pinit übereinstimmend mit der des Cordierits, als in das orthotype System gehörend, mit einem Prisma von nahe 120°. Endlich erwähnt er, dass, wenn man sie als zusammengehörende Formationen betrachte, die Talkerde des Dichroits im Pinit durch Kali ersetzt seyn müsse. „Die übrigen „Abweichungen in der Mischung dürften wohl fremdartigen Beimengungen, vielleicht „auch zum Theil, namentlich was den Wassergehalt betrifft — einer Umänderung der „ursprünglichen chemischen Zusammensetzung zuzuschreiben seyn.“ Hier ist also gleichfalls der Gang der Pseudomorphose wenigstens angedeutet, der, glaube ich, der einzig richtige in der Betrachtung dieses Körpers ist. Wenn ich hier am Schlusse gerne auf dieser Uebereinstimmung der Ansichten verweile, so geschieht es vorzüglich darum, weil die Frage mir von der allergrössten, folgereichsten Wichtigkeit in der Theorie der metamorphischen Bildung der Gebirgsgesteine erscheint.

