

Studien über Mineralpseudomorphosen.

Von

Franz Eugen Geinitz.

(Mit Tafel VII und 2 Holzschnitten.)

Eines der fruchtbarsten Felder auf dem Gebiete der Mineralogie und der genetischen Geologie ist unstreitig das Studium der Pseudomorphosen, dessen hohe Wichtigkeit auch durch das Interesse erwiesen ist, welches schon seit langer Zeit die hervorragendsten Forscher ihm entgegen getragen haben. Die Erfolge dieses Studiums haben sich aber in ungeahntem Maasse gesteigert seit der Einführung des Mikroskopes, und hierbei war es zuerst ZIRKEL¹, welcher die Wichtigkeit desselben betonte und zugleich die bisher erforschten Thatsachen bekannt machte. Wurden von BREITHAUPT, BLUM und zahlreichen anderen Forschern fast alle bekannten Pseudomorphosen zusammengestellt, beschrieben und betreffs ihrer Genesis discutirt, so blieb es doch erst dem mikroskopischen Studium vorbehalten, über das eigentliche Wesen derselben und namentlich über ihre mechanischen Bildungsvorgänge Licht zu verbreiten. Vor der Einführung des Mikroskopes war man gezwungen, seine Hilfe in philosophirenden Betrachtungen zu suchen und es spricht nur für den bewundernswerthen Scharfsinn der betreffenden, älteren Forscher, wenn man so oft aus dem ungenügenden makroskopischen Bilde sich eine richtige Vorstellung schuf, zu einer Zeit, in der oft genug Dinge die grössten

¹ Mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine, 1873 pag. 97.

Schwierigkeiten darboten, die heute durch einen einzigen Blick in das Mikroskop einfach entschieden werden können. Wie vielfach haben z. B. die blauen Chalcedonwürfel von Trestyan in Siebenbürgen Veranlassung gegeben zu Untersuchungen, zu schwierigen Messungen an den oft undeutlichen Krystallen und zu der schliesslichen Behauptung, es liegen hier wahre Rhomboëder von Kieselsäure vor. Alle diese Bemühungen erscheinen heute überflüssig, da uns das mikroskopische Bild belehrt, dass hier eine einfache Pseudomorphose von Chalcedon nach Feldspath vorliegt. Ebenso konnte die Anschauung, den sogenannten Haytorit für eine besondere Mineralspecies zu halten, nur so lange neben der schon früher von Anderen behaupteten, richtigen Auffassung desselben als Pseudomorphose bestehen, als man noch nicht seine mikroskopische Structur untersucht hatte. Suchte man früher den Act der Ausfüllung oder Verdrängung einer Pseudomorphose oft „durch eine Art Endosmose und Exosmose“ zu erklären, so zeigen uns jetzt die feinen, mikroskopischen Spalten und Risse im Urmineral und in der umhüllenden Kruste den Weg zu einer naturgemässeren Erklärung. Ein grosses Verdienst für die Kenntniss der Pseudomorphosen hat sich G. BISCHOF² erworben, indem er auf die chemischen Vorgänge näher einging und dadurch eine richtige Erklärung zahlreicher Umwandlungen ermöglichte. Derselbe Forscher machte auch zuerst darauf aufmerksam, dass bei der Einwirkung von Substanzen auf einander — sei es durch Umwandlung, sei es durch sogen. Verdrängung — die Bedingungen für die Erhaltung der ursprünglichen Krystallform entweder durch die lange Dauer der Einwirkung der Processe oder durch die Bildung eines Mineralüberzuges auf dem ursprünglichen Krystall erfüllt wurden³ — Thatsachen, die man früher oft genug übersehen hatte.

Angeregt durch diese Betrachtungen unternahm ich es, eine grössere Anzahl verschiedener Pseudomorphosen einer mikroskopischen Untersuchung zu unterwerfen, deren Resultate im Folgenden niedergelegt werden sollen. Das Material wurde mir namentlich aus den Mineralogischen Museen zu Leipzig und Dresden von den

² Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie, 2. Aufl. I. Theil. pag. 143—202; II. Th. an mehreren Stellen.

³ a. a. O. I. pag. 158.

Herren Professoren ZIRKEL und GEINITZ in äusserst gütiger und liberaler Weise, soweit es die Interessen der betreffenden Museen gestatteten, freundlichst zur Verfügung gestellt, wofür ich auch an dieser Stelle Gelegenheit nehme, meinen herzlichén Dank auszusprechen.

Die Untersuchungen wurden namentlich nach drei Gesichtspunkten hin unternommen:

1. Wurde in den mikroskopischen Aufschlüssen ein Beleg für die üblichen Eintheilungen oder Gruppierungen, eventuell für eine die Natur der Pseudomorphosen und ihrer Bildungsvorgänge charakteristischer bezeichnenden Eintheilung gesucht, wobei hauptsächlich die sogenannten Verdrängungs-Pseudomorphosen in's Auge gefasst wurden;

2. Für das gesetzmässige Vorschreiten der Umwandlung, wie es bereits von ZIRKEL⁴ charakterisirt ist, wurden neue Belege an verschiedenartigem Materiale gesammelt;

3. Wurden verschiedene einzelne Pseudomorphosen mikroskopisch untersucht, wodurch die früheren, auf die makroskopische Untersuchung gegründeten Anschauungen theils bestätigt werden konnten, theils einer mehr oder weniger tiefgreifenden Modification unterliegen mussten.

Die Pseudomorphosen des Mineralreiches werden bekanntlich von BLUM⁵ in seinem classischen Werke in zwei Hauptgruppen, die Umwandlungs- und die Verdrängungs-Pseudomorphosen eingetheilt, von denen wieder die ersteren in die drei Abtheilungen der Umwandlungs-Pseudomorphosen durch Verlust, Aufnahme oder Austausch von Bestandtheilen zerlegt wurden, während die letzteren in Umhüllungs- und Ersetzungs-Pseudomorphosen zerfallen. Dieser Eintheilung, welcher BLUM selbst nicht den Werth eines „Systems“ beigelegt wissen will, ist die Mehrzahl der Mineralogen mit meist unbedeutenden Abänderungen oder Verbesserungen gefolgt. Die „Umwandlungs-Pseudomorphosen“, von KENNGOTT⁶

⁴ a. a. O. pag. 100 f.

⁵ Die Pseudomorphosen des Mineralreichs, mit 3 Nachträgen. (Im Folgenden meist bezeichnet mit P., I., II., III.)

⁶ Übersicht der Resultate mineralogischer Forschungen in den Jahren 1856 und 57. pag. 204.

schlechthin als „Pseudomorphosen“ bezeichnet, können wohl keine zweckmässigere Eintheilung erfahren, als die von BLUM in Bezugnahme auf die chemischen Vorgänge eingeführte. Dagegen erscheint die Eintheilung (und sogar die Benennung) seiner „Verdrängungs-Pseudomorphosen“⁷, weniger dem wahren Vorgange entsprechend gewählt. Dieselben zerfallen nach ihm in Umhüllungs- und Ersetzungs-Pseudomorphosen. Erstere entstehen dadurch, dass „eine Mineralsubstanz eine andere umzieht und diese meist ganz, seltener theilweise verschwindet, (wodurch gewöhnlich hohle und an der Oberfläche rauhe und drusige Krystalle entstehen)“, letztere dadurch, dass „die Verdrängung an einem äusseren Punkte (meist an der Aufwachsungsstelle) beginnt“ und von hier aus vorschreitet und die ganze Masse ersetzt; (meist glatte Oberfläche). Bei beiden Arten tritt oft gänzliche Ausfüllung ein.

Was zunächst den Namen „Ersetzungs-Pseudomorphose“ anlangt, so scheint uns derselbe wenig glücklich gewählt, da man ebenso wohl von einer Substanz, welche, durch Umwandlung aus einer anderen hervorgegangen, nun die Form der letzteren einnimmt, berechtigt ist, zu sagen, sie „ersetze“ nun die ursprüngliche Substanz. Denselben Einwand kann man auch bei der Bezeichnung „Verdrängungs-Pseudomorphose“ erheben, denn schliesslich „verdrängt“ z. B. der Kaolin auch die ursprüngliche Feldspathsubstanz, oder es verdrängt der Malachit das Rothkupfererz.

Das Eigenthümliche von BLUM's Auffassung ist, dass er nirgends den sogenannten Ausfüllungs-Pseudomorphosen einen Platz in der Gruppierung anweist. (Vergl. z. B. Pseud. III. Nachtr. pag. 4.) Die Erläuterung⁸ der Bildung der Verdrängungs-Pseudomorphosen gibt er nur mit folgenden Worten: (es „ist keine Veränderung in einem Minerale durch die seiner Bestandtheile hervorgerufen worden, sondern) es tritt eine Mineralsubstanz gegen eine andere gleichsam feindlich und in der Weise auf, dass sie die Stelle der letzteren ganz oder zum Theil einnimmt, jedoch nur allmählich und in dem Augenblick, wo Partikelchen von jener verschwinden.“ Die letzte Bedingung ist

⁷ Vergl. auch BLUM, Lehrbuch der Mineralogie, 4. Aufl. 1874. pag. 54 und Pseud. pag. 6.

⁸ Mineralogie pag. 55.

für zahlreiche Fälle offenbar zu beschränkend und steht im Widerspruch mit der Thatsache der Ausfüllung, welche als constatirt anzusehen ist, da die Existenz von Ausfüllungs-Pseudomorphosen sowohl früher schon bekannt war, als auch in den folgenden Blättern durch mehrfache Belege erwiesen ist. Auch BLUM selbst erwähnt die Thatsache mehrorts: So sagt er⁹, dass „bei den durch Umhüllung entstandenen Pseudomorphosen eine gänzliche Ausfüllung vorkommen kann.“ Ferner werden in seinem Werke zahlreiche Pseudomorphosen erwähnt, welche durch Umhüllung und nachherige Ausfüllung entstanden sind. So besteht eine Pseudomorphose von Eisenoxyd nach Flussspath von Schneeberg¹⁰ aus einer leicht ablösbaren Umhüllung von dichtem Rotheisenstein, mit scharfen Kanten und ebenen Flächen, überzogen von fasrigem Rotheisenstein, welcher die Formen abgerundet und weniger deutlich zeigt, während im Innern stets mehr oder weniger Quarz enthalten ist, theils das Innere ganz erfüllend, theils die Wände mit Krystallen bekleidend. Ähnliche Pseudomorphosen von Quarz nach Schwerspath¹¹, von Eisenoxyd nach Flussspath, von Manganit und Pyrolusit nach Kalkspath und zahlreiche andere Beispiele, die man leicht aus BLUM's Werke sammeln kann, sprechen für die, auch BLUM bekannte, Existenz der Ausfüllungs-Pseudomorphosen.

Die „Umhüllungs-Pseudomorphosen“ durchlaufen oft zwei Stadien: zunächst eine eigentliche Umhüllung, von KENNGOTT¹² Perimorphosen genannt. Bei dieser Bezeichnung, welche allerdings schon von SCHEERER für eine andere Erscheinung eingeführt ist, ist es gleichgiltig, ob die Substanz der ursprünglichen Krystalle unverändert erhalten bleibt, oder weggeführt wird, ob der leere Raum unausgefüllt bleibt, oder wieder ausgefüllt wird. Tritt das letztere ein, so erhalten wir eine Ausfüllung, oder Pleromorphose KENNGOTT's, welche wieder syngenetisch oder epigenetisch sein kann. Die umhüllende Substanz kann dieselbe sein, wie die ausfüllende, oder — und zwar voraussichtlich seltener — verschieden von derselben. Für den ersten Fall diene als Beispiel

⁹ Pseud. pag. 7.

¹⁰ Pseud. pag. 277.

¹¹ Pseud. pag. 225.

¹² Übers. Result. min. Forsch. 1856. pag. 204.

die Pseudomorphose von Chalcedon oder Hornstein nach Kalkspath (No. 2 und 3), für den zweiten die von BLUM¹³ erwähnte Pseudomorphose von Rotheisenerz nach Kalkspath.

Sehr richtig ist, was BLUM¹⁴ über manche Incrustationen sagt. Blosser Incrustationen sind noch keine Pseudomorphosen zu nennen, zumal wenn sie die Krystallumrisse nur mehr verwaschen zeigen; wohl aber bilden sie den Anfang vieler Pseudomorphosen, unbeschadet ob der Kern noch unversehrt ist, oder schon angefressen und ausgelaugt. Es wird daher oft schwer sein, hier eine Grenze zu ziehen, und ebenso, wie man bei ganz dünnen, äusserlichen Verwitterungs- oder Umwandlungserscheinungen eines Krystalls noch nicht von einer Pseudomorphose im wahren Sinne des Wortes reden wird, so wird es auch bei den Incrustationen dem Gutdünken und mineralogischen Takt eines Jeden überlassen bleiben müssen, eine „Pseudomorphose“ von einem blossen „Incrustate“ zu unterscheiden. Trotzdem haben die Incrustationen eine grosse Bedeutung bei der Bildung von Pseudomorphosen und wir erkennen aus dem weiter unten zu Erwähnenden, dass man eine „Umhüllung“ nicht als eine untergeordnete Erscheinung bei den Verdrängungs-Pseudomorphosen ansehen darf, da letztere in äusserst zahlreichen Fällen ihren Anfang erst in einer Umhüllung genommen haben und da ferner auch die Umwandlungs-Pseudomorphosen sich vielfach zuerst mit einer Hülle umgeben, ein Umstand, den schon BISCHOF hervorhebt. —

Eine etwas abweichende und befriedigendere Eintheilung der Pseudomorphosen gab NAUMANN¹⁵: Bei ihm heissen die Umwandlungs-Pseudomorphosen metasomatische, und die Verdrängungs-Pseud. hypostatische Pseudomorphosen. Die letzteren, „welche durch den, von den Begrenzungsflächen eines Krystalls aus erfolgten Absatz eines fremdartigen Minerals entstanden sind“ — wobei jedoch die Bedingung, dass der Absatz von den Begrenzungsflächen aus erfolgte, nicht nothwendig erscheint — sind nach NAUMANN dreierlei Bildungen:

1. Exogene Pseudomorphosen (= Umhüllungs-Pseudomorphosen BLUM's); „sie haben sich von den Begrenzungsflächen des

¹³ P. pag. 282.

¹⁴ Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1865. pag. 257.

¹⁵ Elemente der Mineralogie, 9. Auflage. pag. 93—96.

Krystalls nach aussen gebildet.“ Es sind im Wesentlichen die Krusten, von welchen aber vorausgesetzt wird, dass sie die Formen des umhüllten Krystalls deutlich wiedergeben. Der innere Kern wird oft zerstört; dann treten zweierlei Verhältnisse auf:

- a. Der dadurch frei gewordene Krystallraum ist leer geblieben (Abdruck der Krystallform); oder
- b. im Innern setzte sich neue Substanz an und erfüllte den Krystallraum ganz oder theilweise. Dies würde eine esogene Bildung sein, welche der ersten Umhüllung, i. e. exogenen Bildung folgte, und somit die Verbindung einer Umhüllungs- und Ausfüllungs-Pseudomorphose darstellen.

2. Esogene Bildung (= Verdrängungs-Pseud. im engeren Sinne NAUMANN's), welche nach innen stattfand. Dieselbe tritt wieder in zwei Formen auf:

- a. Durch (gänzliche oder theilweise) Erfüllung nach der Umhüllung und Zerstörung des ursprünglichen Krystalls — wobei die erste Umhüllung später auch wieder weggeführt werden kann;
- b. durch eigentliche Verdrängung, „wo der Krystall gleichsam Atom für Atom durch das nachgebildete Mineral ersetzt wurde.“

3. Amphigene Bildung, welche „nach beiden Richtungen hin“ stattfand, als Vereinigung der exogenen und der esogenen Bildung.

Betreffs der Ausfüllungs-Pseudomorphosen äussert sich NAUMANN folgendermassen¹⁶: „Manche Verdrängungs-Pseudomorphosen lassen sich auch als Ausfüllungs-Pseud. bezeichnen, weil der durch Zerstörung des ursprünglichen Krystalls freigewordene Krystallraum von ihnen ganz oder theilweise ausgefüllt worden ist. Dergleichen Ausfüllungs-Pseud. setzen jedoch das Dasein einer früher gebildeten Umhüllung durch Mineralmasse voraus.“

Man sieht, dass in der Eintheilung von NAUMANN das, was man am richtigsten mit dem Namen „Ausfüllungs-Pseudomorphose“ bezeichnet, in alle drei Abtheilungen vertheilt ist: Die sub 1 b. besprochenen Verhältnisse, die von 2 a. und von 3. sind

¹⁶ a. a. O. pag. 94.

sämmtlich nichts anderes, als eben Ausfüllungs-Pseudomorphosen, bei denen es ja durchaus indifferent ist, ob sich in dem inneren Hohlraume nur einige Krystallspitzen des fremden Minerals angesetzt haben, oder ob dieses das Innere total erfüllt hat.

Die Differenz, welche zwischen diesen hauptsächlichlichen Eintheilungsweisen der Pseudomorphosen besteht, scheint ihren Grund namentlich in der verschiedenen Auffassungsweise der „Verdrängungs-Pseudomorphosen“ zu haben. Unter diesem Namen versteht man solche Pseudomorphosen, bei denen kein chemischer Zusammenhang der ursprünglichen mit der Substanz des pseudomorphen Minerals stattfindet. Ob überhaupt für diese Verhältnisse der Name „Verdrängungs-Pseudomorphose“ gerade sehr bezeichnend ist, möchte ich dem Sprachgefühl jedes einzelnen Forschers überlassen. Während man nun diese „Verdrängungs-Pseud.“ als eine Hauptabtheilung der Pseudomorphosen ansah und als gleichberechtigt der Abtheilung der „Umwandlungs-Pseud.“ gegenüberstellte, erscheint es mir dagegen weit angemessener, denselben nur den Werth einer Unterabtheilung einzuräumen. So würde es wohl nach der weiter unten folgenden Begründung zweckmässig erscheinen, die von NAUMANN¹⁷ ange deutete Gruppierung der Pseudomorphosen in etwas modificirter und erweiterter Form folgendermassen zu acceptiren:

1. Pseudomorphosen, gebildet ohne Verlust und ohne Aufnahme von Stoffen, sogenannte Paramorphosen;
2. Ps. gebildet durch Verlust von Bestandtheilen;
3. Ps. gebildet durch Aufnahme von Bestandtheilen;
4. Ps. gebildet durch (theilweisen) Austausch von Bestandtheilen (Umwandlungs-Pseud.), wobei ein nachweisbarer, chemischer Zusammenhang zwischen den Substanzen des ursprünglichen und des pseudomorphen Minerals besteht;
5. Ps. (mechanisch oder hypostatisch) gebildet durch Zutreten von neuen, fremden Substanzen und, unabhängig davon, (gänzlicher oder theilweiser) Entfernung der alten Substanz, wo im Gegensatz zu den vorigen Gruppen kein Zusammenhang zwischen den Substanzen des ursprünglichen und des pseudo-

¹⁷ a. a. O. pag. 97.

morphen Minerals stattfindet, (Verdrängungs-Pseud. BLUM's, hypostatische Ps. NAUMANN's)¹⁸.

Die Bildungsweise der Pseudomorphosen besteht entweder:

- a. in einer Umhüllung, auf welche oft als weitere, davon unabhängige Bildung eine nachherige Ausfüllung folgt; so dass eine „Ausfüllungs-Pseud.“ stets mit einer Umhüllung beginnt; oder
- b. in einer eigentlichen, allmählichen Verdrängung der ursprünglichen Substanz durch die neue. (= NAUM. 2 b.) (Letztere Form beginnt wohl auch manchmal mit einer Umhüllung).

Die beiden Unterabtheilungen begründen sich auf die Art der Entstehung der Pseudomorphosen und können deshalb auch eine Anwendung auf die Umwandlungs-Pseud. erfahren, welche sich in der That nachweisen und rechtfertigen lässt.

Denn die mikroskopische (oft auch schon die makroskopische) Betrachtung von Sectionen dieser Gebilde zeigt uns in überraschend zahlreichen Fällen, dass — wie auch bereits BISCHOF¹⁹ hervorhebt — oft zu Beginn der Metamorphose sich eine Umhüllung aus der neuen Substanz gebildet hat, welche die scharfen äusseren Formen des Krystalls bewahrend, nach innen entweder parallel damit oder unregelmässig begrenzt, gleichsam die Wandungen des Gefässes bildete, in welchem die Umwandlung vor sich ging, und welche gerade durch diesen Umstand die Entstehung einer „Pseudomorphose“ bedingte. Denn ohne diese scharfe Umgrenzung hätte das Neubildungsproduct eben nicht die Form des Minerals beibehalten können, sondern hätte sich beliebigen, zufälligen Formen, z. B. Hohlräumen oder Spalten, angepasst. Die unten zu besprechenden Pseudomorphosen von Chalcedon nach Datolith (No. 10), von Grünerde nach Augit (No. 11), von Kalkspath nach Gaylüssit (No. 20) u. A. mögen als Beispiele hierzu dienen. In anderen Fällen, wenn die umgebende Gesteinsmasse die Form bewahrte, bedurfte es einer besonderen äusseren Um-

¹⁸ Anm.: Auch hier ist natürlich das Weglaugen der ursprünglichen Substanz, sowie das Hinzutreten der neuen, fremden Materie in den meisten Fällen nur auf chemischem Wege (Lösung pp.) unter den mannichfachsten Bedingungen vermittelt worden.

¹⁹ Chem. Geol. 2. Aufl. I. pag. 158.

hüllung nicht, vergl. die Leucitpseudomorphose No. 23. Ebenso, wenn auch viel seltener, werden sich bei den Umwandlungs-Pseudomorphosen die Erscheinungen der Ausfüllung durch eine leicht lösliche und daher wandernde Substanz, wie z. B. kohlen sauren Kalk, zeigen.

Hierbei kann dann gewissermassen ein Übergang der Pseudomorphosen der vierten und der fünften Gruppe vorkommen. Die eigentliche Verdrängung findet sich auch in den Pseudomorphosen, wo eine Umhüllung nicht vorhanden war, wo vielmehr die Substanz des Urminerals nach und nach zerstört und sofort durch neue ersetzt wurde. Hierbei ist es ganz gleichgiltig, ob die aufgelöste Substanz durch das circulirende Gewässer unbenutzt hinweggeführt und an ihre Stelle neue, fremde Masse abgesetzt wird, oder ob die Substanz benutzt wird zu einer chemischen Umwandlung. Es kann also eine Verdrängung eben so wohl bei den „Pseudomorphosen durch Austausch von Substanzen“, als auch bei den unter 5. bezeichneten stattfinden.

Wie man sieht, beziehen sich diese Abtheilungen der Umhüllungs-, Ausfüllungs- und eigentl. Verdrängungs-Pseudomorphosen nicht allein auf die sogenannten Verdrängungs-Pseud. im weiteren Sinne, sondern auch auf einen Theil der sogenannten Umwandlungs-Pseud. und hätten in dieser Beziehung den Werth von übergeordneten Rubriken. Doch haben sie für eine Systematisirung nur insofern eine hervorragende Bedeutung, als man sich dadurch ein scharfes Bild über die Entstehungsweise und die Bildungsvorgänge der Pseudomorphosen zu machen im Stande ist. Oft genug freilich wird man, auch bei Zuhilfenahme von mikroskopischen Präparaten, im Zweifel bleiben, welcher Art dieser Gruppen man eine vorliegende Pseudomorphose zuzurechnen hat. Denn da die erst gebildete Umhüllung oft wieder zerstört sein kann, so wird man in manchen Fällen, namentlich bei feinkörniger Structur der Substanz, kaum entscheiden können, ob man die Pseudomorphose als durch Umhüllung und Ausfüllung oder durch Verdrängung im engeren Sinne (5b.) entstanden anzusehen hat. Ja es werden sich auch gewisse Fälle finden, wo eine Pseudomorphose, die man zur fünften Gruppe gestellt hat, nur das Endresultat eines fortgesetzten Austausches von Substanzen ist und wo man nur durch Auffindung von Zwischenstufen einen

sicheren Beweis hat, dass das vorliegende Gebilde nicht der fünften, sondern der vierten Gruppe zuzuweisen ist, mit anderen Worten, dass man die Pseudomorphose nicht als blos auf mechanischem Wege entstanden anzusehen hat, sondern vielmehr durch Verbindung mehrerer, auf einander folgender chemischen Reactionen. Hierher gehörige Beispiele liefern neben der Quarzpseudomorphose nach Kalkspath (No. 8) auch die bekannten Pseudomorphosen von Speckstein nach Kalkspath, Bitterspath und Quarz. Hier hat BLUM²⁰ (nach NAUCK) eine Zwischenstufe gefunden, indem die Pseud. von Speckstein nach Kalkspath durch zunächst gebildeten Bitterspath vermittelt wurde.

Es ergibt sich aus den obigen Betrachtungen, dass man bei einer Eintheilung der Pseudomorphosen am zweckmässigsten den in der Hauptsache schon betretenen Weg einzuhalten hat, da man lediglich auf Grund der chemischen Beziehungen der Substanzen des ursprünglichen und des pseudomorphen Minerals zu einer befriedigenden Gruppierung gelangen kann. Die Eintheilung in Umhüllungs-, Ausfüllungs- und Verdrängungs-Pseudomorphosen, welche auf der Berücksichtigung der mechanischen Vorgänge beruht, ist zwar für die Erkenntniss der Bildungsvorgänge von hohem Werthe, dagegen eignet sie sich wegen der allgemeinen Bedeutung ihrer einzelnen Theile nicht zur Verwendung für eine Classification. Schliesslich erscheint es zweckmässig, die Bezeichnung „Verdrängungs-Pseudomorphose“ im BLUM'schen Sinne gänzlich fallen zu lassen.

I.

Nachdem wir so unsere Anschauungen über Eintheilung und Bildungsweise der Pseudomorphosen dargethan, sei es uns gestattet, die einzelnen Beobachtungen im Folgenden niederzulegen. Der besseren Übersicht wegen wurden die einzelnen beschriebenen Präparate mit fortlaufenden Nummern versehen.

Ein gutes Bild einer Incrustation — als erste Stufe bei Bildung einer Pseudomorphose — gibt uns ein Präparat von

²⁰ Pseud. II. pag. 4 und 49.

1. Chalcedon auf Flussspath, Frankreich.

Auf Würfeln von ganz frischem Flussspath sitzt scharf abgegrenzt bläulicher Chalcedon, dessen Oberfläche durch zahlreiche, kleine Quarzkrystalle eine rauhe Beschaffenheit erlangt hat und die Ecken und Kanten des umschlossenen Würfels nur noch in abgerundeten Contouren zeigt.

Unter dem Mikroskop bietet die Chalcedonschicht folgende Erscheinungen, welche namentlich im polarisirten Licht durch die zarten, abwechselnden Farben ein äusserst nettes Bild geben, wie man sich nach den Darstellungen von H. BEHRENS²¹ leicht versinnlichen kann: Auf dem nach Aussen etwas angegriffenen und hier oft in einzelne Körner aufgelösten Flussspath sitzt zunächst eine sehr schmale Zone von kleinen, senkrecht auf die Flächen gerichteten Chalcedonfasern, auf welche weitere Fasern, oft von einzelnen Punkten ausstrahlend, folgen. Dieselben zeigen traubige Structur, die einzelnen Kugelsectoren treffen nach unten auf die kleineren Sectoren der ersten Faserschicht, während nach aussen hin beim Zusammentreffen der verlängerten, zarten Fasern von benachbarten Sectoren ziemlich scharfe, gerade Grenzlinien gebildet werden; ausserdem inseriren an geeigneten Stellen, z. B. bei der Biegung um eine Ecke, neue Faserbündel. Sämmtliche Faseraggregate zeigen sehr zahlreiche, quer durchsetzende, feine concentrische, resp. parallele Linien oder Anwachsstreifen. Innerhalb der Chalcedonmassen finden sich öfters (gebogene) Büschel von Chalcedon liegend, welche nach den Seiten neue Fasern entsenden und an der Spitze allmählich in den umgebenden Chalcedon übergehen. Ähnliche Gebilde beschreibt BEHRENS²² aus einigen Milchopalen. Nach aussen verläuft die Endigungsfläche der Chalcedonfasern meist parallel den Flächen des umschlossenen Krystalls in kleinen Krystallen, auf welche zuletzt die äussersten, grösseren Quarzkrystalle folgen.

Hohle Umhüllungs-Pseudomorphosen, wie die vorliegenden von Chalcedon oder Quarz, um die verschiedensten Krystallformen des Kalkspaths sind bekanntlich ausserordentlich häufig, ebenso um Schwerspath, Bleiglanz etc. Jeder, der BLUM's Werk durchblättert, wird unter den »Verdrängungs-Pseudomorphosen« unzählige Male die Bemerkung antreffen »im Innern theils hohl, oft drusig, theils erfüllt« und wird dabei die Analogien in der Beschreibung der äusseren Umhüllungen bemerken²³. Über die Beschaffenheit solcher Pseudomorphosen kann man sich an zahlreichen Exemplaren der verschiedensten Fundorte leicht instruiren: Das Innere dieser Incrustate

²¹ Mikroskopische Untersuchungen über die Opale. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. 1871. Band LXIV. pag. 38.

²² a. a. O. pag. 4, Fig. 29.

²³ Vergl. u. A. P. 261; I. 139; II. 93; etc.

ist entweder glatt und ebenflächig, genau den ursprünglichen Krystallformen entsprechend, oder drusig durch kleine, nach innen gerichtete Krystalle, oder (durch Chalcedon) traubig, oder endlich zellig, z. B. durch dünne Quarzlamellen, welche den Spaltungsrichtungen des ehemaligen Krystalles entsprechen und die sich beim Kalkspath stets unter dem bekannten Winkel des Hauptrhomböeders treffen, was zumal auf ihrer Grundrissprojection gut sichtbar ist²⁴. Letztere Erscheinung ist sehr natürlich durch das Eindringen von Kieselsäure auf den Spaltungsflächen zu erklären, wobei später die erhärtete Kieselsäure unversehrt blieb, während die Substanz des ursprünglichen Minerals weggeführt wurde. Die Oberfläche der Incrustate ist entweder glatt, traubig oder rauh, durch nach aussen gerichtete Krystalle.

2. Chalcedon nach Kalkspath, Schneeberg in Sachsen.

BLUM, Pseud. pag. 250 u. f.

Diese als »Hornstein nach Kalkspath« aufgeführte Pseudomorphose zeigt braune, glatte oder traubige Krystalle von zwei flachen Rhomboëdern mit kurzer Säule gebildet. Einige sind erfüllt von Chalcedon, andere leer. Letztere besitzen eine glatte (selten etwas traubige) Innenfläche, als Abguss des ursprünglichen Kalkspathkrystalles; da mehrere Krystalle zusammengesessen hatten, so finden sich an den früheren Grenzen derselben zarte Chalcedonlamellen, deren Kieselsäure zwischen die Grenzen gedrungen war. Die braune Färbung dieser Überzüge ist blos der oberen Schicht derselben eigen, während die innere farblos ist. Die soliden Pseudomorphosen zeigen sehr schön und beweisend die nachherige »Ausfüllung« dieser hohlen Abgüsse.

Die äussere Schale oder Umhüllung erweist erst sich unter dem Mikroskop als aus mehreren Theilen zusammengesetzt: Zunächst nach innen liegen in scharfen, geraden Linien, als zuerst auf den Kalkspath abgesetzt, kleine Quarzkörner, die besonders im polarisirten Licht deutlich hervortreten. An dieselben reihen sich entweder wieder farblose Quarzkrystalle, mit den deutlichen, feinen Grenzlinien der Pyramiden eine feine Zeichnung von Festungsmauern nachahmend, oder meistens farblose Chalcedonfasern, im polarisirten Licht durch ihre matten Farben vom Quarze gut abstehehend. Die Fasern stehen senkrecht zur Krystallfläche des ursprünglichen Kalkspathes, mit denen parallel sie in gewisser Entfernung endigen. Auf dieser farblosen Schicht sitzt dann fasriger, brauner Chalcedon, radial zu traubigen Formen aggregirt, oder in senkrechten Fasern ziemlich parallel der Krystallfläche endigend.

²⁴ Vergl. P. 232; ferner BISCHOF, Chem. Geol. II. pag. 874.

Auf die Fläche (im Schnitte Linie) mit den kleinen Quarzkörnern folgt nach innen brauner Chalcedon, in traubigen, strahlig-faserigen Aggregaten, welche zunächst nach dem Innern des Krystals gerichtet sind und oft Drusen bilden, auf deren warzigen Innenwänden farblose Quarzkrystalle sitzen. Die kugeligen Aggregate zeigen meist sehr prächtige Polarisationskreuze. Das ganze Innere der Pseudomorphose ist mit solchen, regellos gelagerten, traubigen Chalcedonmassen erfüllt.

Die dunkle Färbung des Chalcedons ist durch ziemlich regelmässig interponirte braune Blättchen oder Schuppen von Eisenoxydhydrat verursacht, welche an den weniger intensiv gefärbten Stellen deutlich sichtbar sind — eine Erscheinung, welche BEHRENS²⁵ schon (für die Opale) erkannt hat. Dieser braune »Ferrit« findet sich ferner häufig in zierlichen stern- oder reihenförmigen, oder baumartig verästelten Gestalten, oft das Centrum von Chalcedonstrahlenbüscheln bildend; an anderen Stellen trifft man auch regelmässig gitterförmige Gruppierungen dieser dunklen Massen. In dem braunen Chalcedon finden sich oft kleine, stark lichtbrechende, farblose, durchsichtige Körper, selten in abgerundeten Körnern, meist in splittrigen, geradlinig begrenzten, krystallinischen Partien, deren Winkel mit denen des Kalkspathes übereinstimmen. Diese Körper, die man wohl für Kalkspath ansehen darf, bilden oft die Krystallisationscentra für Chalcedonfasern. Der Umstand, dass in dieser, durch Umhüllung und Ausfüllung entstandenen Pseudomorphose innerhalb der ausfüllenden Substanz kleine Partikel von dem ursprünglichen Mineral in krystallinischer Form vorhanden sind, verdient einer besonderen Beachtung. Dieselben bilden nicht angefressene Überreste des ursprünglichen Krystals, sondern finden sich in grosser Menge gleichsam in der fremden Masse schwimmend und beweisen somit, dass auch sie ein Neubildungsproduct sind, welches gleichzeitig oder wenig früher, als der Chalcedon aus der eindringenden Flüssigkeit entstanden sein muss. Wahrscheinlich hat demnach die Auslaugung des Kalkspathes und die Ausfüllung der hohlen Formen ziemlich gleichzeitig stattgefunden.

Diese Pseudomorphose erscheint nicht als Hornstein, sondern als traubig-faseriger, durch Eisenoxydhydrat braun gefärbter Chalcedon und bestätigt demnach die Bemerkung BREITHAUPT's²⁶, dass »die bekannten Schneeberger sogenannten Hornstein-Pseudomorphosen nach Kalkspath grösstentheils Chalcedon, nur kleineren Theils Hornstein sind.« Ausserdem bietet dieselbe ein schönes Beispiel für die Entstehung einer Pseudomorphose durch Umhüllung und nachherige, als selbständige Bildung erscheinende Ausfüllung.

²⁵ a. a. O. pag. 10.

²⁶ Paragenesis der Mineralien, Freiberg, 1849. pag. 223.

3. Hornstein nach Kalkspath, Schneeliarg. — Taf. VII. Fig. 1.

BLUM, Pseud. pag. 250.

Wir haben hier eine unzweifelhafte Pseudomorphose von Hornstein nach Kalkspath vor uns; der Hornstein gibt sich durch seine rothe Farbe, den splittrigen Bruch, die kugelig-traubige Structur des »durchaus krystallinischen Aggregates von eckigen Quarzkörnchen«²⁷ zu erkennen. Es sind Säulen mit flachen Rhomboëdern, besetzt mit Quarzkrystallen, die wieder von bläulichem Chalcedon überzogen sind. Nach dem Innern zu zeigt sich als scharfe, ebenflächige Umhüllung des ursprünglichen Krystalls eine schmale, farblose Quarzzone, von welcher einwärts rother, splittriger Hornstein in traubigen Aggregaten auftritt, welche oft zu Drusen mit aufsitzendem, farblosem Quarz vereinigt sind.

Noch deutlicher treten die erwähnten Erscheinungen unter dem Mikroskope an einem dünnen Schnitte hervor: Die scharfe Begrenzung des Krystalls wird durch eine Linie von winzigen Quarzkrystallen gebildet, auf welchen nach aussen grosse farblose Krystalle sitzen. Dieselben bieten durch ihren sehr zarten und oft wiederholten Schichtenaufbau, sowie durch den feinen Ferritstaub, welcher sich auf den einspringenden Winkeln der benachbarten Individuen abgesetzt hat, einen überaus zierlichen Anblick dar. Das Innere der Pseudomorphose ist erfüllt von traubigem, rothbraunem Hornstein, dessen einzelne Zusammenhäufungen vielfach gewundene und verschlungene Drusen gebildet haben, auf deren Wänden kleine, farblose Quarzkrystalle sitzen, wodurch dem Auge die prächtigsten Bilder vorgeführt werden. Direct an der äusseren Begrenzungsfläche sind die traubigen Concretionen nach innen gerichtet, während sie weiterhin nach allen Richtungen sich erstrecken. Im polarisirten Lichte erweisen sie sich sämmtlich als zusammengesetzt aus Quarzkörnern von sehr wechselnder Grösse. (Alle Quarze sind frei von Flüssigkeitseinschlüssen). Diese traubigen Quarzmassen zeigen sehr häufig concentrische, resp. parallel verlaufende Anwachsstreifen, die noch mehr hervortreten durch ihre dunklere, durch grössere Anhäufung von Ferrit bedingte Färbung. Die rothe Farbe des Hornsteins wird verursacht durch beigemengtes, braunrothes, durchscheinendes Eisenoxydhydrat, welches theils in Staubform, theils in grösseren, hellen, kugeligen Gebilden, theils auch in Concretionen krystallinischer, kleinerer Partikel in den einzelnen Trauben vertheilt ist. Es entstehen dann in einigen Partien durch den regelmässig vertheilten Staub Zeichnungen, wie man durch eine feine Punktirung Sandwüsten anzugeben pflegt; während dagegen eine benachbarte Partie

²⁷ ZIRKEL, Mikr. Besch. pag. 108.

oft grössere Flecken derselben, vielleicht lichter gefärbten, Substanz aufweist. Diese Erscheinungen bieten ein so schönes und instructives Beispiel für die Färbung, verursacht durch mechanisch beigemengten Eisenocker, wie man es besser wohl vergeblich in zahlreichen Präparaten suchen würde.

Auch hier finden sich oft farblose, geradlinig und stumpfwinklig begrenzte, krystallinische Kalkspathstückchen von sehr geringer Grösse inmitten von Quarztrauben, wodurch ebenfalls das ziemlich gleichzeitige Eintreten der Auslaugung und Erfüllung des überkrusteten Krystals erwiesen wird.

4. Quarz nach Flussspath, Cornwall.

BLUM, I. pag. 129.

Das Präparat eines gelblichweissen Oktaeders mit rauher Oberfläche bietet Erscheinungen dar, welche sehr ähnlich denen sind, die von W. Fox und BLUM an Pseudomorphosen von Quarz nach Flussspath von der Consolidated-Grube in Cornwall beobachtet wurden. Doch weicht unser Exemplar von dem beschriebenen Vorkommen insofern ab, als es durchaus keinen rückständigen Flussspath enthält, der dort theils in zerfressenen Stücken, theils in scheinbar unversehrten, in Quarz eingehüllten Oktaedern erschien. Die von Fox beschriebenen Exemplare besitzen im Innern mehrere parallele Lagen von verschiedenem Quarz, »die zu zeigen schienen, dass die kieselige Materie in Zwischenräumen von grösserer oder geringerer Dauer abgesetzt wurde, oder wenigstens unter verschiedenen Umständen.« Andere Stücke bestehen aus Lagen von Quarz, welche mit solchen von Flussspath abwechseln. Während diese Erscheinungen dadurch erklärt wurden, dass man einen mehrfachen Wechsel von Absätzen von Flussspath und von Kieselsäure und eine nachherige Zersetzung annahm, scheint unsere Pseudomorphose eine einfachere Erklärung zu gestatten, wenn man den vielfach auch an Flussspath nachgewiesenen zonalen Aufbau des Krystalles annimmt (wodurch man übrigens u. A. ebenso leicht auch die P. 243 erwähnte »räthselhafte« Umhüllungspseudomorphose von Eisenkiesel nach Kalkspath erklären kann). Unser Präparat zeigt ausser der scharf abgegrenzten, äusseren schmalen, weissen Umhüllungsschicht in dem aus farblosem oder stellenweise durch zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse getrübttem Quarz bestehenden Inneren parallel den Umrissen — und denselben genau, auch in den Ecken und Winkeln folgend — drei gerade Streifen, deren mittelster zart und scharf, weiss, die beiden anderen breiter und nach aussen nicht so scharf begrenzt ebenfalls weiss und opak erscheinen, stellenweise durch etwas Ferrit verunreinigt. Die wahre Natur dieser »zonalen« Streifen erkennt man aber erst unter dem Mikroskop und besonders im

polarisirten Licht. (Die folgende Figur gibt ein, etwas schematisches, vergrössertes Bild eines Theiles der Pseudomorphose.) Von der äussersten, weissen Schicht, welche den Umriss des Krystalls bezeichnet, gehen von einer mathematisch scharfen, geraden Linie (c) nach innen und aussen je eine Zone sehr kleiner Quarzkörner (b, b') aus, deren kleine, farblose Krystalle nach allen Richtungen hin gestellt sind und noch nicht senkrecht auf der (im Schnitt als gerade Linie (c) erscheinenden) Fläche stehen. Die nach aussen gerichteten dieser kleinen Krystalle sind offenbar zuerst auf der glatten Oberfläche des Krystalls entstanden und bezeichnen somit

den Anfang des Pseudomorphosirungsprocesses. An sie haben sich später nach innen, gewissermassen als Antipoden, die kleinen Krystalle gesetzt; die Grenzlinie dieser beiden Krystallschichten ist die erwähnte, scharfe gerade Linie (c). Auf die kleinen Quarzkörner setzen sich nach aussen, zunächst in einer weiteren parallelen Zone begrenzt, etwas grössere Krystalle und auf diese wiederum grössere Krystalle (a), welche auf ihrer unteren Seite durch zahlreiche Hohlräume trübe sind. Sie bilden die rauhe Oberfläche der Pseudomorphose. Nach innen sitzen auf den kleinen Krystallen senkrecht zu der Fläche grössere, farblose Quarzkrystalle, welche durch die zarten Anwachsstreifen an den Spitzen, sowie an den unten verengten Säulen ein Bild hervorrufen, wie man es oft an den seitlichen Flächen von Amethyststücken beobachtet. Sie stossen in der (von aussen her) ersten opaken Zone d

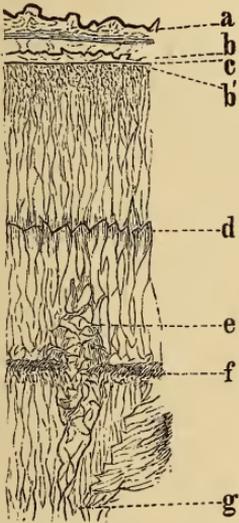


Fig. 1.

auf ebenso grosse, ihnen entgegen gerichtete Spitzen von farblosem, amethystartig struirtem Quarz, welcher in der nämlichen Weise von der inneren, mittleren Schicht f ausgeht, dieselben Grössen- und Strukturverhältnisse wiederholend, wie die ihnen entgegengesetzten Krystalle, welche von der äusseren (Umhüllungs-) Schicht ausgehen. Auf dieser mittelsten, geraden Linie f finden sich wiederum ganz kleine Quarzkörnchen, von denen nach innen und aussen, senkrecht auf die Linie, grössere Krystalle ausgehen. Diese treffen nach innen wieder auf eine opake Zone g, deren Opakheit, ebenso wie in der

äusseren Zone, durch zahllose Flüssigkeitseinschlüsse und Hohlräume gebildet wird, welche in dem Quarz oft regelmässig in geraden Linien angeordnet sind. Die mittelste Zone von kleinen Quarzkrystallen ist an einer Stelle unterbrochen und an dieser Stelle finden sich in regellosem Gewirre ungleich grössere Quarzkörner (e), als sie in der Geraden zu finden sind, eingeschaltet, welche sich nach den Seiten hin verbreiten und so die geschilderte, regelmässige Anordnung der kleineren und grösseren Quarzkrystalle stören. Augenscheinlich ist hier eine Unterbrechung der inneren festen Lamelle gewesen, durch welche hindurch die Kieselsäurelösung fliessen konnte; daher ist auch an dieser Einflussöffnung eine regelmässige Anordnung des Ausfüllungsmateriales noch nicht zu erwarten. Da die Krystalle sämtlich senkrecht auf die äussere Umgrenzung, resp. die mittelste Zone stehen, so müssen sie da, wo die Geraden, den Ecken des Krystalls folgend, Winkel bilden, sich schneiden und zwar findet diess in geraden Linien statt. Nach unten, d. h. nach der Aufwachsungsstelle zu, finden sich nach der letzten opaken Schicht grössere, farblose Quarzkörner, manchmal noch von undeutlichen geraden Linien ausgehend, meist aber unregelmässig vertheilt. Sie sind erfüllt von Flüssigkeitseinschlüssen und zeigen sämtlich zahlreiche, äusserst zarte Anwachsstreifen, wie man sie häufig in verkieselten Hölzern findet, die jedoch im polarisirten Licht gänzlich verschwinden. — Von Flussspath lassen sich keine Reste nachweisen.

Die beschriebene Thatsache, dass sich im Innern eine, den Krystallumrissen mit der grössten Genauigkeit folgende Schicht findet, welche dieselbe Structur wie die äussere Grenzschicht zeigt — indem sich an beide zunächst nach innen und aussen kleine, darauf grössere Krystalle senkrecht ansetzten —, scheint eine befriedigende Erklärung zu finden, wenn man annimmt, dass der ursprüngliche Krystall aus einzelnen Zonen aufgebaut gewesen sei. Die Thatsache des zonalen Schichtenbaues der Krystalle ist schon lange makro- und mikroskopisch an Flussspath, Quarz, Feldspath u. a. m. bekannt²⁸, ebenso, dass nach diesen Zonen die Verwitterung oder Lockerung des Zusammenhanges des Krystalls zuerst und am leichtesten stattfindet. Es drang nun während oder nach der Incrustation Kieselsäure auf den durch den Zonenaufbau bedingten Spalten ein und bildete hier eine scharfbegrenzte, dünne Schicht von Quarzkrystallen.

Nach dem Weggange der übrigen Masse des Krystalls bestand demnach ein hohles Incrustat, in dessen Innerem sich eine den Krystallflächen parallele Lamelle befand, an deren beiden Seiten dann bei nachfliessender Kieselsäurelösung, ebenso wie von der inneren Wand der Umhüllung, senkrechte Quarzkrystalle in ungestörter Bildung anschossen, die sich bei gleichem Wachstume zwischen der

²⁸ ZIRKEL, Mikr. Besch. pag. 31; Vergl. auch weiter unten.

Umhüllung und der inneren Lamelle in einer parallelen Zone treffen mussten, während sie mit den Quarzkrystallen, die von der Aufwuchsungsstelle her ankrystallisirten, ebenfalls in einer Zone zusammentrafen. Die Communication zwischen den beiden getrennten Innenräumen wurde durch Unterbrechungen in der inneren Wand hergestellt, von denen eine im Schnitte getroffen wurde. Eine derartige Communication ist jedenfalls so wahrscheinlich, dass man nicht zu der Annahme »einer Art Endosmose und Exosmose«²⁹ zu greifen braucht, um sich die Möglichkeit des Eindringens der Kieselsäure zu erklären.

5. Quarz nach Flussspath, Rothenberg bei Schwarzenberg in Sachsen.

BLUM, P. pag. 230.

Die meist scharfkantigen Würfel, sogenannte »Fastwürfel« oder »cubischer Quarz« sitzen auf Quarzfels, der mit faserigem Rotheisenerz verwachsen ist, sie sind mit einer Haut von rothem Eisenoxyd überzogen, welches aus einzelnen Körnern besteht, die sich auch im Innern an einzelnen Stellen zusammengehäuft wieder finden. Diese dünne Schicht von Rotheisenerz bildet die äussere, nicht sehr scharf und geradlinig verlaufende Umgrenzung der Pseudomorphose, an welche sich nach innen direct ein regelloses Haufwerk von verhältnissmässig grossen, krystallinischen Quarzkörnern anschliesst, welche auch die ganze Masse erfüllen. Dieselben erweisen sich im polarisirten Licht als verschieden orientirte Krystallstücke, erfüllt von einer ausserordentlich grossen Anzahl von Flüssigkeitseinschlüssen und Hohlräumen, deren Menge so bedeutend ist, dass sie an vielen Stellen dem Quarze ein weisses, opakes Ansehen verleihen. Dieselben sind manchmal in geraden, parallelen Linien angeordnet, welche stets mitten in einem Quarzkorne liegen und meist nicht in das benachbarte Korn unmittelbar übergehen, sondern sich hier, wenn überhaupt vorhanden, ganz anders orientirt finden.

Überreste von unzerstörtem Flussspath fehlen gänzlich. Da hier durchaus keine regelmässige Anordnung der einzelnen Krystalle, etwa senkrecht zu den Flächen, vorhanden ist, so kann man zur Erklärung der Bildung dieser Pseudomorphose ebenso wohl eine allmähliche, Schritt für Schritt innerhalb der dünnen Kruste von Rotheisenstein auf chemischen Wege vor sich gehende Verdrängung (nach 4b) als auch eine erst später wie in einer Druse erfolgte (hypostatische) Ausfüllung annehmen (5a).

²⁹ BLUM, I. pag. 132.

6. Halbopal (und Quarz) nach Kalkspath, Leisnig in Sachsen.

Taf. VII. Fig. 2.

BLUM, III. pag. 229.

Diese Pseudomorphose bietet ein sehr bezeichnendes Beispiel für Umhüllung und Ausfüllung durch verschiedene Substanzen. Es sind Skalenoëder von meist gelblich weissem, äusserlich verwittertem Halbopal, welcher innen frisch und braun ist und nach aussen allmählich in die weissliche, zersetzte Substanz übergeht. Dieselben passen genau in tütenförmige Eindrücke, die mit einer weisslichen, mürben, sinterähnlichen Masse ausgekleidet sind und ihrerseits wieder in frischem, bläulichem Quarze stecken. Es ergibt sich schon aus dem makroskopischen Bilde in sehr deutlicher Weise, dass wir es hier mit zweierlei verschiedenen Umhüllungen und einer späteren Ausfüllung zu thun haben. Zunächst setzte sich auf die Kalkspathkrystalle die jetzt mürbe, sinterartig und trüb gewordene Masse von Halbopal ab, einen genauen Abguss der Form bildend. Darauf, nach Zerstörung und Wegführung des Kalkspaths, fand (und zwar wahrscheinlich ziemlich gleichzeitig) die Ausfüllung des Innenraumes durch Halbopal und die weitere Bedeckung des Ganzen mit Quarz statt.

Die Krystalle zeigen in scharfer, gerader Linie die Grenze, von welcher nach innen der Opal liegt und nach aussen zunächst wieder Opal, mit Zacken und Spitzen in den zersetzten, weissen äusseren Opal übergehend. Diese Umhüllung ist weiter von etwas Hydrophan umgeben, auf welchen fast farbloser, vielfach zersprungener Quarz in grösseren Massen folgt.

Der Opal im Innern der Pseudomorphose ist an sich farblos und erscheint entweder leberbraun, durch Flimmerchen von Eisenoxydhydrat gefärbt, oder durch Sprünge und Hohlräume weisslich und opak; beide Massen gehen in einander über. Der Opal wird bei gekreuzten Nicols der Hauptsache nach dunkel, nur die Sprünge und die krystallinischen, oft kurz strahligen, Ausscheidungen (von Eisenoxydhydrat) bedingen eine mehr oder weniger grosse Helligkeit in verschwommenen leuchtenden Partien. In der braunen Opalmasse finden sich stellenweise in grosser Menge angehäuften, wasserhellen, abgerundete Körner oder eckige Bruchstücke und ganze Krystalle von Quarz, welche auch in beiderseits ausgebildeten Combinationen der Säule mit den Pyramiden erscheinen, wodurch die Bemerkung von BEHRENS³⁰ berichtigt wird, welcher sagt, dass er »nie im Opal ringsum ausgebildete mikroskopische Quarzkrystalle gefunden« habe. An einigen Stellen finden sich in Drusen farblose, traubige Massen von homogenem Opal (Hyalit).

³⁰ a. a. O. pag. 8.

Innerhalb der braunen, wie auch der weissen Opalmasse finden sich an mehreren Stellen grössere Partien von farblosem Quarz, der Flüssigkeitseinschlüsse führt und oft dieselben Sprünge und Ferritausscheidungen zeigt, wie der umgebende Opal. Die Begrenzungen dieses Quarzes sind äusserst scharfe Formen des Kalkspathrhomboëders, welche auf die Weise entstehen, dass von der Opalmasse aus in die von Quarz erfüllten Räume scharfe, körperliche Krystalle hineinzuragen scheinen, von denen man beim Drehen der Mikrometerschraube meistens einige Kanten und Ecken sehr deutlich sieht. Auch im Quarze selbst liegen solche scharfe, körperliche Gestalten, dem Hauptrhomboëder oder auch Combinationen mit stumpferen Rhomboëdern entsprechend. Diese Quarze zeigen im polarisirten Licht stets sehr schöne Regenbogenfarben, die in Streifen, parallel den Kanten verlaufen. Es sind dieselben grellen Farben, die man am Quarz zu sehen gewöhnt ist, während die etwaige Annahme, es seien diese Gestalten wahre Kalkspathreste, nach Vergleichung mit den weissen Farben, die von Kalkspathbruchstücken ausgehen, nicht zulässig erscheint. Dabei zeigen die Krystall-ähnlichen Begrenzungen der Quarze nie eine scharfe Grenze gegen den Opal, sondern ihre Farben verschwimmen im polarisirten Lichte rasch in den unklaren Lichtschein, welcher von dem Opale ausgeht. — Zur Erklärung dieser Thatsache kann man entweder annehmen, dass der Opal als solcher die scharfbegrenzten Hohlräume des verdrängten Kalkspaths eingenommen habe und nur der Quarz, welcher als spätere Ausfüllung der von Rhomboëdern ausgekleideten Druse aufzufassen ist, das Polarisiren bewirke; oder andererseits, dass der Opal da, wo er in die Krystallform des Kalkspaths eingetreten sei, in Quarz übergehe. In der That scheint es bei vielen der die farblosen Quarzflecken begrenzenden Rhomboëder, als ob die Regenbogenfarben von ihnen selbst ausgingen und nicht allein von der inneren Quarzmasse.

Zu den bis jetzt bekannten Pseudomorphosen von Halbopal nach Kalkspath bildet das beschriebene Leisniger Vorkommen einen weiteren Beleg.

7. Chalcedon nach Flussspath, Trestyan in Siebenbürgen.

BLUM, P. pag. 244. — BEHRENS, Opale pag. 39. — NAUMANN, Mineralogie pag. 225.

Die bekannten, mehrfach untersuchten, blass smalteblauen Chalcedonwürfel von Trestyan wurden von MOHS, PHILLIPS, FERBER u. A. für Rhomboëder von Kieselsäure (Quarz) angesehen; doch wies bereits BEHRENS ihre Natur als Pseudomorphose nach. Die Würfelflächen sind theils glatt und eben, mit scharfen Kanten, theils matt, feinstaubig und mit abgerundeten Ecken und Kanten. Ferner finden

sich Stücke von traubigem, blauem Chalcedon, welche auf einer Seite deutliche Eindrücke von Würfeln zeigen; es sind die abgelösten Umhüllungen, denen die glatten, scharfen Würfel von anderen Stücken entsprechen. Die Krystalle bestehen aus faserigem Chalcedon, in abwechselnden Lagen von durchsichtigen und trüben Massen. Der Chalcedon zeigte in keinem der Präparate die kleinen, vollkommenen Sphärolithe, welche BEHRENS erwähnt und in Fig. 26 abbildet, sondern stets nur entweder einfache Längsfasern oder radialfaserige Sectoren von ziemlich grossen, kugeligen oder traubigen Aggregaten.

Das mikroskopische Bild von Schlifren, welche den Chalcedon mit den aufsitzenden Würfeln in senkrechter Richtung geschnitten haben, ist folgendes: Unten finden sich mehrere bucklige Lagen von traubigen oder kugeligen Chalcedonfaserbüscheln, auf welchen kleine Quarze sitzen. Die einzelnen krystallinischen Körner polarisiren lebhaft. (Dieselbe Structur zeigt in mehreren parallelen Lagen die traubige Chalcedonmasse, welche die oben erwähnten Würfelabdrücke enthalten.) Auf diese Lagen folgen Quarzkörner, die nach oben hin grösser werdend in meist rechtwinklig gebrochenen Linien endigen, auf denen wieder in mehreren feinen, parallelen Lagen kleine Körner sitzen, eine trübe und schwach polarisirende, zickzackförmige Zone bildend. Darauf folgen in Längsfasern geordnete, grosse Krystalle von Quarz, mit feinen Anwachsstreifen, auf denen eine breite Zone von milchigem Chalcedon sitzt, bestehend aus kleinen, nicht längsfaserig angeordneten Körnern, welche in grössere Körner oder längsfaserigen Chalcedon übergehen, welche mit einer trüben, schmalen, gebrochenen Linie von kleinen Krystallen endigen. Diese äussere Linie, auf welche meist noch eine parallele Schicht von ganz pellucidem Chalcedon folgt, gibt die äussere Würfelbegrenzung an. Die erwähnten, gebrochenen, parallelen Zonen scheinen meist, ihrem Aussehen nach, die Begrenzungsformen von Würfeln anzugeben, da hier der rechte Winkel vorherrscht. Bei Schnitten, die man ziemlich parallel zu den Aufwachungsflächen durch die Würfel führt, sieht man, dass dieselben aus senkrecht zu den Flächen stehenden Fasern zusammengesetzt sind.

Eine auffallende Erscheinung offenbart sich schliesslich noch in allen untersuchten, von den verschiedensten Handstücken stammenden Präparaten, welche sowohl durch ihr eigenthümliches und massenhaftes Auftreten, als auch durch ihre scheinbar allgemeine Verbreitung unsere Aufmerksamkeit in hohem Maasse verdient. Es findet sich nämlich in der äussersten, farblosen Zone, wie auch in der folgenden breiten, milchigen Partie ganz unabhängig von der Chalcedonfaserung eine überraschend grosse Anzahl von winzigen, farblosen Krystallen, regellos durch einander liegend, manchmal in groben Zügen angeordnet und stets grell aus der Umgebung hervorleuchtend. Dieselben sind in geringer Anzahl auch fast in der ganzen

Chalcedonmasse verbreitet und wurden ebenso zwischen den Lagen des oben erwähnten, traubige Überzüge bildenden Chalcedons gefunden. Manchmal liegen sie im Centrum von mehrfachen, zarten Anwachsringen von Chalcedon. Diese Krystalle sind farblos, stark lichtbrechend, und erscheinen im polarisirten Licht mit denselben Farben, wie der sie einbettende Chalcedon, so dass man nicht entscheiden kann, ob sie apolar sind, jedenfalls aber leuchten sie nicht in grellen Farben. Sie finden sich in verschiedener Grösse, einige der grösseren zeigen einen Durchmesser von 0,03 Mm., andere kleinere von ca. 0,01 Mm. Oft liegen mehrere Krystalle über einander und treten nach einander beim Erheben des Objectes hervor, so dass man sie sich als dünne Täfelchen vorstellen möchte; doch scheinen sie körperliche, überall ziemlich gleich dicke Gebilde zu sein, da man auf Schnitten, die nach allen möglichen Richtungen hin geführt sind, niemals schmale Blättchen unter ihnen findet. Leider heben sich die Krystalle wegen ihrer Farblosigkeit sehr wenig hervor und da auch ein Versuch, die Substanz mit Fuchsin zu tränken, ohne Erfolg war, so war es äusserst schwierig, über die Natur dieser Gebilde Klarheit zu erlangen. Die Hauptform, welche uns in der Ebene des Gesichtsfeldes am öftesten begegnet, ist das Quadrat, oft an einigen Ecken abgestumpft; daneben erscheinen Sechsecke, theils regulär, theils mit zwei sehr stumpfen oder sehr spitzen, gegenüber liegenden Winkeln. Beim Drehen der Mikrometerschraube erkennt man oft Kanten, die einem reinen Würfel entsprechen, oder (bei den Hexagonen mit zwei stumpfen, gegenüber liegenden Winkeln) Würfeln mit abgestumpften Ecken oder auch Pyramidenwürfeln. Andere erscheinen als auf einer Kante stehende Würfel u. s. w. Man ist schliesslich im Stande, nachdem sich das Auge einige Zeit an den Anblick gewöhnt hat, alle vorhandenen Formen auf das reguläre System zurückzuführen und wenn auch einige der Hexagone zunächst an Tridymitformen erinnern, so sprechen doch die vorherrschend würfeligen Formen gegen eine Annahme von Tridymitafeln. Da man niemals wirkliche Quarzformen (Doppelpyramiden, z. Th. mit Säulen) findet, so ist auch aus diesem Grunde, neben der schwachen Wirkung im polarisirten Lichte, der Gedanke an Quarz auszuschliessen. Eine Probe des gepulverten Minerals liess keine Reaction auf Chlor nachweisen, demnach scheint die Substanz auch kein Steinsalz zu sein. Obgleich in einer andern gepulverten Probe das Vorhandensein der Opalmasse eine Reaction auf eine Fluorverbindung verhinderte, so glauben wir doch, dass man die farblosen Würfelchen innerhalb der Chalcedonmasse wohl am besten für Flussspath anzusehen hat. Derselbe ist aber sicherlich nicht als Rückstand aufzufassen, sondern als gleichzeitig mit dem Chalcedon entstandenes Neubildungsproduct.

Die Betrachtung der mikroskopischen Structur dieser Chalcedon-

massen lehrt uns also, dass man von der früheren Ansicht, wonach hier Quarzrhomboëder vorliegen sollten, gänzlich Abstand nehmen muss, und dass dieselben vielmehr als ein in vielen Beziehungen sehr interessantes Beispiel einer (hypostatischen) Pseudomorphose anzusehen sind.

Während die bisher beschriebenen Pseudomorphosen alle mehr oder weniger deutlich ihre Bildung durch Umhüllung, resp. Ausfüllung erweisen, bietet eine Pseudomorphose von

8. Quarz nach Kalkspath, von unbekanntem Fundorte

abweichende Erscheinungen dar, welche die Entstehung derselben durch eine Verdrängung sehr wahrscheinlich machen und zwar nach dem sub 4b. gedachten Falle.

Es ist ein ca. 2 Cm. langes Skalenoëder, welches an der Spitze, wahrscheinlich als frühere Brucherscheinung das primäre Rhomboëder zeigt. Die Oberfläche ist von kleinen braunen, glänzenden Krystallspitzen überzogen, welche nach einer einzigen Richtung gestellt sind und dadurch einen gewissen Seidenglanz hervorrufen. Im Querbruch erscheinen dieselben als eine glänzende äussere Umhüllung. Das Pulver dieser Krystalle entwickelte in Salzsäure Kohlensäure, wogegen die Reaction unterbleibt, wenn man die Säure direct auf die Flächen bringt; dies hat entweder seinen Grund in einem feinen Quarzüberzug — den man allerdings an keiner Stelle des Präparates nachweisen kann — oder auch in einer schwereren Löslichkeit der (Bitterspath — ?) Rhomboëder. Die, an der Spitze der Pseudomorphose befindlichen Rhomboëderflächen zeigen dieselbe Farbe an dem hier etwas traubigen Überzug. Der Krystall ist von einer unregelmässig verlaufenden Quarzader quer durchzogen.

Unter dem Mikroskope zeigt sich eine äussere, nirgends scharf oder parallel begrenzte Schicht, die etwas lichtbraun gefärbt ist und aus zahlreichen, kleinen Rhomboëdern mit deutlicher Spaltbarkeit besteht. Dieselben stehen nicht senkrecht zu den Flächen und greifen in scharfen Spitzen in die Quarzmasse des Inneren hinein und zwar in verschiedenen langen Ausläufern, die meist frisch, seltener angefressen erscheinen. Oft setzt durch diese Schicht von Rhomboëdern eine schmale, der äusseren Begrenzung des Hauptkrystalls parallele Schicht von kleinen Quarzkörnern, welche mit dem inneren Quarz an einigen Stellen in Verbindung steht und nach innen zu isolirte Partien von Rhomboëdern stehen gelassen hat. Nahe der äusseren Begrenzung verläuft oft eine parallele, schmale Zone von kleinen Quarzkörnern, von welcher nach innen, an einigen Stellen auch nach den äusseren Körnern grössere ausgehen.

Das Innere, welches ganz aus regellosen Quarzkörnern besteht, zeigt einige gerade Linien, entsprechend den Spaltungsrichtungen des Hauptthomboëders. Von denselben gehen nach beiden Seiten kleinere und darauf grössere Quarzkörner aus, welche spitze oder rechtwinkelige, zickzackförmige Zeichnungen von trüben Linien besitzen, die sich oft parallel wiederholen und durch kleine, zahlreiche Poren gebildet werden; dieselben bilden niemals die Begrenzung eines Krystallkornes, sondern liegen, wie man im polarisirten Licht erkennt, inmitten eines solchen. In einigen, den Spaltungsrichtungen entsprechenden Reihen liegen einzelne Quarzkrystalle, durch ihre trübe Umgrenzung besonders hervortretend.

In dem Quarz erblickt man, z. Th. in reihenförmiger Anordnung, kleine Flecken von Bleiglanz und Krystalle von Zinkblende, durchschnittlich 0,4 Mm. gross, in verhältnissmässig reichlicher Anzahl. Ferner finden sich im Quarze farblose Einschlüsse von lebhaft polarisirenden und stark lichtbrechenden, kurzen Säulen und Hexagonen; ausserdem an einigen Stellen farbloser Flussspath in Würfeln mit abgestumpften Ecken und mit der charakteristisch drusigen Oberfläche. Einige dieser Flussspathkrystalle sind ganz frisch und erweisen sich als gleichzeitige Bildung, in einen andern ragt der Quarz in unregelmässigen, abgerundeten Formen hinein.

Diese Pseudomorphose hat eine grosse Ähnlichkeit mit der von BLUM³¹ aus dem Münsterthale in Baden beschriebenen. Letztere ist eine hohle Pseudomorphose, welche aus Quarz und Bitterspath besteht, von denen der letztere sich meist noch auf der Oberfläche und in den nahe der Spitze der Form gelegenen Theilen findet. BLUM erklärt dieselbe als hohle Pseudomorphose von Bitterspath nach Kalkspath, in welche später Kieselsäure drang und sich an den Wandungen festsetzte, und meist die Bitterspathrinde nach aussen verdrängte. Ferner finden sich dort Quarzlamellen im Innern der hohlen Pseudomorphose, entsprechend den Hauptspaltungsrichtungen. — Der Umstand, dass die Oberfläche unserer Form nicht die homogene Beschaffenheit einer ursprünglichen Krystallrinde besitzt und dass sich ferner dabei keine deutliche Spur einer wahren Umhüllung zeigt, spricht dafür, dass man zur Erklärung der Bildung vorliegender Pseudomorphose dieselbe Annahme wie BLUM zu machen hat. Das Ganze bietet durchaus das Bild einer Auflösung und Umwandlung vermittelt chemischer Reactionen, welches auch theoretisch durch eine fortgesetzte Zersetzung von Kalksilicat und Carbonaten, Alkalisilicaten und -Fluorüren, sowie der Metallsalze wohl zu erklären ist.

³¹ P. pag. 235; I. pag. 134.

9. Gyps nach Steinsalz, Gössling, Oberösterreich.

BLUM, P. pag. 222; I. pag. 125.

Ein flachgedrückter Würfel mit eingebogenen Flächen zeigte im Schliiff nach den Begrenzungen hin verhältnissmässig kleine Krystallkörner von Kalkspath, Quarz und Gyps in regelloser, nicht parallel angeordneter Anhäufung, ohne geradlinige Abgrenzung nach Innen. Der Quarz ist farblos, mit wenig Flüssigkeitseinschlüssen. Das Innere ist von mehreren grösseren, verschieden orientirten Gypsindividuen erfüllt, von unebener, fast welliger Oberfläche, mit zahlreichen, krytallographisch den Gyps nachahmenden, parallel gelagerten Flüssigkeitseinschlüssen. Eine Spur von Steinsalz ist nicht mehr nachzuweisen. Die Erklärung, wie sie von HAIDINGER und BLUM für diese Pseudomorphose gegeben wird (Umhüllung durch die umgebende Thonmasse, Ausfüllung), erscheint auch durch das mikroskopische Bild als sehr wahrscheinlich.

10. Chalcedon nach Datolith, Haytor, Devonshire.

BLUM, P. pag. 56; III. pag. 49.

Von dieser vielfach besprochenen, wegen ihrer scharfen und glänzenden Krystallflächen von Einigen für eine selbständige Mineralspecies, sogenannten Haytorit, gehaltenen Pseudomorphose wurde ein Präparat geschliffen, ungefähr parallel der Fläche $2\bar{P}\infty$, von einem aufgewachsenen, gelblichen Krystall.

Parallel der Krystallumgrenzung verläuft eine sehr schmale, fast ununterbrochene Lage von senkrecht zu den Flächen stehenden Chalcedonfasern. Das Innere besteht aus mehreren, unregelmässig contourirten, nur am äusseren Rande nach innen gerichteten, sonst aber verschieden orientirten Partien von faserigem Chalcedon, der durch unzählige, oft parallel angeordnete, Flüssigkeitseinschlüsse und Hohlräume (und durch etwas Ferrit) ein trübes Ansehen erlangt hat. Andere Partien erscheinen als farblose, unregelmässig oder geradlinig begrenzte Flecken, alle aber erweisen sich im polarisirten Licht als aus Quarzkörnern oder zum grössten Theil aus faserigem oder körnigem Chalcedon bestehend, dessen Fasern theils ohne deutliche Anordnung, theils radial- oder axialfaserig verlaufen.

Diese feinkörnige oder feinfaserige Structur der verschiedenen, regellos durch einander gelagerten Partien, spricht ebenso wie das scharf begrenzte Äussere dafür, dass die Bildung dieser Pseudomorphose durch eine allmähliche Umwandlung und Ersetzung (Fall 4b) stattgefunden haben muss, während eine äussere, fremdartige Umhüllung nicht stattgefunden hat. Dagegen scheint sich aus der

entstandenen Chalcedonsubstanz zunächst nach aussen hin eine farblose, schmale Schicht von parallelen Fasern gebildet zu haben (Fall 4a).

11. **Grünerde und Kalkspath nach Augit, Fassathal, Tirol.**
Taf. VII. Fig. 3.

BLUM, P. pag. 217; I. pag. 210.

Die scharf begrenzten und sich leicht aus der Porphyrmasse heraus lösenden Krystalle bestehen meist aussen aus Grünerde, während sie im Innern oft grosse Partien von Kalkspath zeigen. Die Grünerde besteht aus grünen, in dünnen Partien pelluciden Schüppchen, welche, ohne eine Krystallform erkennen zu lassen, doch stets bei gekreuzten Nicols die Polarisationserscheinungen einer krystallinisch-körnigen Structur darbieten. Der Kalkspath findet sich in grösseren Partien, die meist aus kleinen, weissen Krystallindividuen bestehen, mit sehr deutlicher Spaltbarkeit, sowie meist mit Zwillingsstreifung. Er erscheint oft trüb durch zahlreiche Hohlräume, zu denen sich auch Flüssigkeitseinschlüsse mit grosser Libelle gesellen. Eine derartige, grössere Partie ist oft in mehrere unregelmässig oder mit den Spaltungsrichtungen übereinstimmend begrenzte und in ihren Individuen anders orientirte Theile zerlegt. Der Kalkspath tritt nie an die äussere Grenze des ursprünglichen Augitkrystalls, sondern an dieser liegt stets, gleichsam die scharfen Formen unserer Pseudomorphose nach innen austapezirend, eine, wenn auch theilweise sehr schmale Schicht von Grünerde. Die letztere umgibt nicht nur die Kalkspathpartien aussen, theils scharf abgegrenzt, theils verwachsen, sondern dringt auch in Spalten derselben ein und folgt als feiner, grüner Hauch den Spaltungsrichtungen der einzelnen Krystallkörner, wodurch sich diese sehr deutlich hervorheben. In dem Kalkspath, sowie in der Grünerde sind oft reichlich Magnetitkrystalle vertheilt, z. Th. in regelmässigen, sternförmigen Gruppierungen. Dieselben finden sich auch in der zersetzten Porphyrmasse und erweisen sich entschieden als ein Neubildungsproduct, welches aus dem Augit hervorgegangen ist. Auf die Entstehung von Magneteisen aus Augit und Magnesiaglimmer macht auch DATHE³² aufmerksam. Der Kalkspath und die Grünerde finden sich in sehr verschiedenen quantitativen Verhältnissen zusammen: in einigen Schliften scheint der Kalkspath zu überwiegen, andere — z. B. in einem Präparat von Marienberg in Tirol, aus der Sammlung des Herrn Dr. WICHMANN — scheinen fast nur aus Grünerde zu bestehen. Die Grünerde sowohl, wie auch der Kalkspath, finden sich nicht allein in den Pseudo-

³² Mikroskop. Untersuch. über Diabase. Inaug.-Diss. Leipzig. 1872, pag. 29 u. 39.

morphosen, sondern auch als Ausfüllung von Hohlräumen des umgebenden Gesteins. So zeigt ein Schliff von Augitporphyr von Marienberg eine grosse derartige Ausfüllung durch Kalkspath, aussen von etwas Grünerde umgeben, welche z. Th. in büschelförmigen Krystallspitzen in den Kalkspath hineinragt.

Aus dem oben Erwähnten ist die gleichzeitige Bildung dreier Substanzen aus demselben Urmineral, dem Augit, erwiesen, von denen die eine, der Kalkspath, wegen seiner grösseren Krystallisations-tendenz in grösseren Krystallen ausgeschieden ist und makroskopisch wohl den Eindruck hervorbringen kann, als sei er später, als die Grünerde entstanden und habe sich, dieselbe verdrängend, in sie hineingeschoben. Diese von BLUM vertretene Ansicht der »Verdrängung« durch Kalkspath, wird jedoch durch das mikroskopische Bild widerlegt, wo sich die gleichzeitige Bildung von Grünerde und Kalkspath durch ihr enges Zusammenvorkommen und Verwachsen-sein deutlich zu erkennen gibt. Auch diejenigen Pseudomorphosen, die entweder nur aus Grünerde oder nur aus Kalkspath im Schlicke zu bestehen scheinen, lassen sich erklären, wenn man bedenkt, dass die Gewässer eben so wohl den kohlensauren Kalk, als die Grünerde fortführen konnten, und dass dies wirklich der Fall war, ersieht man aus dem Vorkommen dieser beiden Stoffe als Ausfüllung benachbarter früherer Hohlräume.

Dass sich bei dieser Pseudomorphose die äusseren Flächen so scharf erhalten haben, ist durch den Umstand bedingt, dass hier das umgebende Gestein die Grenzen vorschrieb, an welche sich nach innen zunächst eine zarte Tapete von Grünerde ansetzte; dadurch wurde für die chemischen Umwandlungsvorgänge eine äussere Begrenzung geschaffen.

II.

Die Umwandlung der Mineralkörper schreitet bekanntlich³³ auf den verschiedensten Wegen gegen die frische Substanz vor, theils vorhandenen Sprüngen oder verschiedenen Einschlüssen im Mineral folgend, theils sich nach der verschiedenen physikalischen Beschaffenheit im Innern des Krystalls richtend; und zwar entweder in unregelmässigen, körnigen, flockigen oder strahligen Partikelchen oder in der dem Umwandlungsproduct oder dem ursprünglichen Mineral eigenthümlichen Krystallgestalt erscheinend.

³³ ZIRKEL, Mikr. Besch. pag. 100.

Zu dem schon bekannten, gesetzmässigen Vorschreiten der Umwandlung sollen die folgenden Zeilen einige weitere Belege beibringen.

Die Pseudomorphosen von Eisenoxydhydrat nach Pyrit zeigten uns an den untersuchten Krystallen die von ZIRKEL hervorgehobene Erscheinung, dass die Umwandlung oft in regelmässigen, krystallographischen Formen vorschreitet und zwar ist es hier die angegriffene, ursprüngliche Mineralsubstanz, welche durch ihre krystallinische Beschaffenheit die Grenzcontouren bedingt.

12. Brauneisenerz nach Pyrit, Göttingen.

Mehrere Würfel zeigten beim Zerschlagen das Innere fast noch ganz frisch, aus glänzendem oder bunt angelauenen Pyrit bestehend, während nur eine kleine Zone um diesen innern, uneben begrenzten, unversehrten Würfel in Brauneisenerz umgewandelt ist. Ein Präparat zeigt, dass der innere Pyrit von zahlreichen braunen Adern durchzogen ist, die oft einer Würfelfläche oder auch einer die Ecken abstumpfenden Fläche parallel, oft aber auch unregelmässig verlaufen. Von diesen Hauptadern zweigen sich unzählige Apophysen unter den Winkeln von 90° oder 30° und 60° ab, theilweise wieder Adern in den Pyrit sendend und so oft rechtwinkelige Stücke von Eisenkies begrenzend, alle aber entweder in quadratischen oder dreieckigen Formen, entsprechend den verschiedenen Würfelschnitten, endigend. An einigen Stellen finden sich als secundäre Erscheinung ockergelbe Massen in dem braunen Zersetzungsproduct. In dem letzteren, welches etwas politurfähig ist, bemerkt man hin und wieder einen hyazinthrothen Schein bei auffallendem Licht und es ist wohl möglich (wenn diese Erscheinung nicht darauf beruht, dass ein krystallinisches Korn reflectirt), dass wir hier eine Umwandlung des Pyrits in den wasserärmeren Göthit vor uns haben, was nach v. KOBELL und BLUM³⁴ häufig vorkommt.

Andere ähnliche Pseudomorphosen lassen allerdings wenig oder keine der erwähnten Gesetzmässigkeit erkennen, sondern zeigen entweder ein unregelmässig netzartig zerfressenes Innere, oder einen noch ganz frischen, inneren Kern, von einer äusseren Schicht des Umwandlungsproductes umgeben.

Ausserordentlich zierlich zeigen dagegen diese regelmässige, scheinbar von krystallographischen Gesetzen beherrschte Umwandlung Pseudomorphosen von

³⁴ P. pag. 190.

13. Brauneisenstein nach Pyrit, Schindelberg bei Osnabrück.
Taf. VII. Fig. 8. 9.

BLUM, Pseud. III. pag. 184.

Die makroskopischen Verhältnisse dieser Erscheinung werden bereits von BLUM an Exemplaren aus der Gegend von Vlotho an der Weser erwähnt. Es sind Würfel, welche grob parallel gestreifte, etwas gewölbte Flächen und die gegenüberliegenden Kanten oft taillenartig eingeschnürt zeigen. Bei dem leicht ausführbaren Zerschlagen der braunen, matt glänzenden Krystalle parallel einer Würfelfläche zeigt sich folgendes Bild: Zunächst der äusseren Begrenzung und derselben parallel findet sich stets eine schmale Zone von erdigem, mattem Brauneisenerz; von den vier Ecken geht nach dem Centrum je ein schmaler Streifen von glänzendem Pyrit, welche aber nie die Ecken erreichen, sondern kurz zuvor an der äusseren Zone von Brauneisenstein in einer Spitze endigen. Diese Pyritstreifen bilden demnach die Figur eines liegenden Kreuzes, dessen Arme sich in der Mitte — wenn man gerade den Krystall in der Mitte durchgeschlagen hatte — entweder durchschneiden, oder auf einen scharf begrenzten und sich leicht herauslösenden, kleinen Würfel von ockerigem Brauneisenerz stossen, oder endlich — wenn das Spaltungsstück nicht durch das Centrum geht — auf die Ecken eines inneren Quadrates stossen, dessen Seiten aus Streifen von glänzendem, unzersetztem Pyrit bestehen, die im Innern wieder das matte Brauneisen einschliessen (Fig. 9). In die von den Armen des Kreuzes gebildeten Dreiecke ist die Zersetzung weiter eingedrungen und bildet hier sehr zierliche Zeichnungen in dem etwas matter glänzenden Eisenkies, hervorgebracht durch die eindringenden feinen Brauneisenerzpartikelchen, die senkrecht zu den Würfelflächen in den Eisenkies hineinragen. Doch zeigt nicht das ganze Dreieck eine gleiche Beschaffenheit, sondern an der Spitze, also nach dem Centrum des Würfels zu, ist durch die weiter vorgeschrittene Zersetzung schon mehr Brauneisen gebildet und verdunkelt daher den Glanz der äusseren Theile. Wo dies durch weiter fortgeschrittene Umwandlung noch mehr hervortritt, da tritt der Pyrit stark zurück und statt der quadratischen Fläche von halbgläzendem Pyrit, welche von dem stark glänzenden, liegenden Kreuz durchzogen wird, findet sich nur ein äusserer Kranz von dem halbgläzendem Pyrit, ausserhalb dessen die äusserste Brauneisenzone und innerhalb dessen die zweite Zersetzungszone liegt (Fig. 9). Wo die Zersetzung noch weiter vorgeschritten ist, da fehlt auch dieser Kranz und es zeigt sich nur — wieder von der äusseren, ganz umgewandelten Zone begrenzt — ein inneres, ockrig erscheinendes Quadrat, durchzogen von schmalen Diagonalen von Pyrit.

Diese eben geschilderten Erscheinungen lassen sich leicht so erklären, dass die Pyritwürfel nach den Ebenen, die von den Kanten nach dem Mittelpunkt des Krystalls gehen, d. h. nach den Ebenen, welche durch je zwei benachbarte trigonale Zwischenaxen gebildet werden, weniger leicht zersetzbar waren. Die Zersetzung geht also im Grossen und Ganzen, nachdem sie eine äussere Schicht, parallel den Würfelflächen, ergriffen hat, von jeder Fläche aus nach dem Centrum in einer vierseitigen, negativen Pyramide vor sich und ist hier in den nach dem Centrum gelegenen Theilen stärker vorgeschritten. Würde man daher von einem solchen zersetzten Krystall den Brauneisenstein durch Salzsäure entfernen, so würde ein Würfel mit trichterförmig vertieften Flächen erhalten werden, wie sie auch in der Natur gefunden wurden³⁵. Ein Schnitt durch den Krystall ergibt nun auch alle die beschriebenen Figuren, je nachdem man ihn durch das Centrum oder ausserhalb desselben legt. In beistehendem Holzschnitt liefert die Ebene E, die man parallel

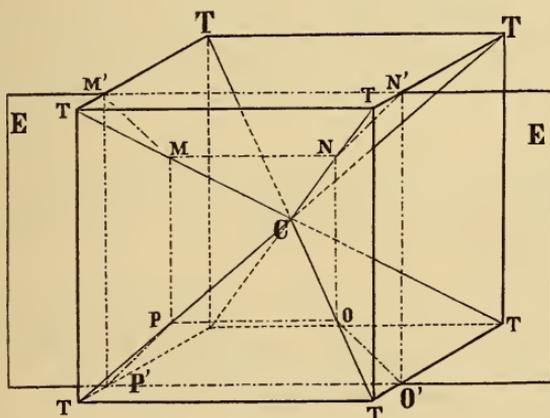


Fig. 2.

einer Würfelfläche und nicht durch das Centrum legt, in dem dargestellten Würfel die Schnittfigur $M'MNN'OO'PP'$, welche die oben erwähnte Erscheinung deutlich darstellt. In der That zeigt sich auch jedesmal beim Anschleifen eines der Krystalle dicht unter der Oberfläche zunächst ein bloßes Quadrat von Eisenkiesstreifen und weiter hin eine der oben bezeichneten Figur ähnliche Gestalt.

Unter dem Mikroskop zeigt sich ebenfalls ein gesetzmässiges Vorschreiten der Zersetzung: Der Eisenkies ist von Brauneisensteinadern durchzogen, die fast alle parallel oder senkrecht zu den Würfelkanten oder auch parallel einer die Ecken abstumpfenden Fläche zu

³⁵ BLUM, III. pag. 184.

verlaufen scheinen; namentlich zeigt sich dies an den Eisenkiesstreifen, die von den Ecken aus nach der Mitte verlaufen, ebenso in den dazwischen liegenden Partien, deren geringerer Glanz daher rührt, dass neben den einzelnen unzersetzten, glänzenden Pyritkörnern schon mehr Brauneisenerz lagert, als an den weniger zersetzten Stellen. Das Brauneisenerz hat sich von den Adern aus, oder an deren Enden meist derartig in den Pyrit eingefressen, dass es vom Pyrit reguläre Formen übrig lässt und bietet durch die vielen, sich rechtwinklig oder unter 30° und 60° verzweigenden, oft gerade und parallelwändig verlaufenden Adern ein Bild, wie man es bei manchen Aggregaten von Magneteisenkrystallen sieht.

14. Ähnliche Erscheinungen, doch undeutlicher, bot ein völlig in körniges Brauneisenerz umgewandelter, aussen glatter Würfel von Eula in Böhmen. Derselbe zeigte ein schief liegendes Kreuz, von mehr glänzendem, blätterigem Brauneisenerz gebildet, welches sich im Querbruche von der übrigen Masse hervorhob, während es im Schliche durch die angenommene Politur die Erscheinung nicht mehr erkennen liess. Dagegen deutet das Vorwalten des rechten Winkels bei den zahlreichen Adern von ockerigem Brauneisenerz, welche den Krystall durchziehen, auf den regelmässigen Vorgang der Zersetzung hin.

15. Dasselbe, in den Begrenzungen regelmässige Vordringen des Brauneisenerzes in Eisenkies zeigen auch zahlreiche der Körner von Pyrit, die sich häufig accessorisch in gewissen Gesteinen z. B. Diabasen etc. finden.

Eine derartige Beeinflussung des Umwandlungsproductes trifft man ferner öfters bei ebenfalls accessorisch beigemengtem Titan-eisen, welches oft in regelmässigen Gestalten noch als Rest inmitten seines weisslichen Umwandlungsproductes liegt.

Dass Krystalle in ähnlicher Weise, wie die Pyritkrystalle von Osnabrück, gesetzmässig angegriffen werden, ist bereits auch an anderen Pseudomorphosen bekannt. So ist ein von BLUM im N. Jahrb. für Min. 1868 pag. 811 abgebildetes Oktaëder von Bleiglanz (von New Galena, Jowa), in der Richtung der krystallographischen Axen unzersetzt geblieben und in den zwischenliegenden Hohlräumen hat sich das Umwandlungsproduct als Anglesit angesetzt. Ferner erwähnt BLUM an derselben Stelle und P. 36, dass die Pseudomorphosen von Malachit nach Rothkupfererz oft auch nur aus einem Krystallgerippe bestehen, indem der Krystall in den Richtungen der Axen und Kanten umgewandelt und das Übrige weggeführt werde. Beachtenswerth ist dabei die Thatsache, dass derartige Erscheinungen am besten bei ringsum ausgebildeten Krystallen auftreten.

16. Malachit und Kupferlasur nach Rothkupfererz, Chessy bei Lyon.

BLUM, P. 39; III. 34; P. 215. — REUSS, über einige Pseudomorphosen, Sitzber. d. k. Ak. d. Wiss. Wien 1853. X. pag. 63. — SILLEM, N. Jahrb. f. Min. 1851. pag. 386. — ZIRKEL, Mikr. Besch. pag. 101.

Das Zusammenvorkommen von Malachit und Lasur als Umwandlungsproductes des Rothkupfererzes wird in den erwähnten Schriften als eine seltene Erscheinung aufgeführt. Man sieht an den Präparaten, dass meist die Lasur sich erst später in Malachit umgewandelt hat, dass also zwei auf einander folgende Umwandlungen hier vorliegen. Doch greift auch an vielen Stellen Malachit direct in das Rothkupfererz ein, zum Beweis, dass derselbe hier wohl gleichzeitig mit der Lasur aus dem Rothkupfererz entstanden ist. Im letzteren Falle liegt die Thatsache vor, dass ein und dasselbe Mineral sich in zweierlei Stoffe umgewandelt hat.

Der Malachit greift theils in unbestimmbaren Formen, theils, und zwar meistens in regelmässigen Gestalten, wie sie durch ZIRKEL bereits bekannt worden sind, in das Rothkupfererz ein. Auch die Kupferlasur bildet an den Stellen, wo sie direct in das Rothkupfererz eingreift, krystallinische, neben unregelmässigen Begrenzungslinien. Sie grenzt entweder direct an das ursprüngliche Mineral, oder ist davon durch einen Streifen von Malachit getrennt, so dass ein Krystall an der Spitze und den äusseren Flächen aus Lasur besteht, von welcher die innersten Massen von Rothkupfererz durch Malachitpartien getrennt sind. Dies ruft bei flüchtiger Betrachtung den Eindruck hervor, als sei die Lasur das zweite, von aussen vordringende Umwandlungsproduct. Doch erweist sich diese Vorstellung bei näherer Betrachtung der Verhältnisse des oft auch in krystallinischen Formen erscheinenden Eingreifens von Malachit in die Lasur als irrthümlich. Die Grenze von Malachit und Lasur wird häufig durch eine im durchfallenden Licht rothbraun erscheinende Substanz gebildet, die oft in traubigen, concentrisch gestreiften Massen auftritt, oft auch in Körnern mit der Lasur verwachsen ist.

17. An mehreren Pseudomorphosen von Bleiglanz nach Pyromorphit kann man (neben der unregelmässigen) auch die scharf begrenzten, rechtwinkeligen Formen beobachten, mit welchen der Bleiglanz in die farblose oder bräunliche Substanz des Pyromorphits, meistens ohne die vorhandenen Spalten zu benutzen, hineinragt. Hier zeigt das Umwandlungsproduct die intensivere Krystallisationstendenz, die in diesem Falle vielleicht noch dadurch begünstigt ist, dass das Umwandlungsproduct einem einfacheren Krystallsysteme angehört, als das pseudomorphosirte Mineral.

18. Aragonit nach Gyps, Mansfeld in Thüringen.

BLUM, P. 47; III. 46.

Von dem bekannten und vielfach beschriebenen Schaumkalk wies bekanntlich G. ROSE zuerst nach, dass er eine Pseudomorphose von Aragonit, nicht Kalkspath, nach Gyps sei. Unser Präparat stammt von einem Stücke, welches sehr schön den wasserklaren Gypsspath mit dem perlmutterglänzenden, blätterig-faserigen Aragonit verbunden zeigt.

Der Gyps zeigt unter dem Mikroskope oft feine, geradlinige Spalten, nach den zwei Hauptspaltungsrichtungen verlaufend und ferner an mehreren Stellen Flüssigkeitseinschlüsse von Krystallgestalt. Der Aragonit tritt namentlich im polarisirten Licht durch seine zarte, von der des Gypses verschiedene Färbung leicht kenntlich hervor. Er findet sich in Anhäufungen von, nach der Längsaxe der Säulen parallel angeordneten, kleinen, dünnen Krystallen, die theils gerade, theils schiefwinkelig oder mit einer zweifachen Zuspitzung endigen. Diese Aggregate lösen sich oft da, wo sie an den Gyps angrenzen, in einzelne Krystalle auf, von denen sich einzelne weit in den Gyps vorschieben, oder auch losgetrennt von der Hauptmasse scheinbar isolirt im Gypse liegen. Auch erscheinen die Krystalle nicht immer fortlaufend geradlinig begrenzt, sondern ihre Seiten zeigen regelmässig krystallographisch begrenzte Einbuchtungen, wobei dann oft die zugehörigen, entsprechenden Stücke an der Seite im Gypse liegen. Über diese dünnen Aragonitpartien setzen unverändert in gerader Linie die Gypsspaltungslinien hinweg. Neben diesen Gruppen von ziemlich gleich grossen, parallel liegenden Aragonitkrystallen finden sich an einigen Stellen Zusammenhäufungen von unregelmässig gelagerten Krystallen.

Man sieht bei dieser Pseudomorphose, wie das Umwandlungsproduct nicht erst, wie man vielleicht erwarten könnte, in kleinen Partien, in Flocken, Körnern, Nadelchen oder dergl. sich bildet und dass sich das der Umwandlung unterliegende Mineral nicht erst auflöst in eine trübe Masse; sondern die neugebildete Substanz schiebt sich sofort ohne jede Vermittelung einer Zwischenstufe direct in scharf begrenzten Krystallen in den Gyps hinein.

Wie oft der zonale Schichtenbau des ursprünglichen Krystalles das Vorschreiten der Umwandlung bedingt, ersieht man aus mehreren Präparaten sehr deutlich.

19. So zeigen sich in dem Präparat eines Porphyres von Borneo, aus der Sammlung des Herrn Dr. WICHMANN, Orthoklas-

krystalle, welche überaus deutlich in der klaren Krystallmasse concentrische, den ihrerseits auch angegriffenen Rändern parallele Zonen von dem weissen Umwandlungsproduct darbieten³⁶. Diese Zonen, theils breit, theils nur erst in Körnerreihen angedeutet, entsprechen den Grenzlinien der einzelnen Schichten, welche die Krystalle zusammensetzen, wie man sehr vorzüglich bei Anwendung von polarisirtem Licht erkennen kann. Dass die Umwandlung in die inneren Zonen von aussen her eindrang, ist durch das Vorhandensein mehrerer Sprünge erwiesen, welche sich von aussen bis zu den einzelnen Zonen erstrecken und längs denen sich ebenfalls Umwandlungsproducte (Kaolin) angesiedelt haben.

Eine derartige zonale, d. h. auf gewissen Zonen des Krystalls zuerst und in stärkerem Masse vorgeschrittene Zersetzung lässt sich an vielen Feldspäthen von Porphyren, Diabasen, Dioriten etc. nachweisen. Ebenso ist es bekannt, dass die Zersetzung der triklinen Feldspäthe meist am ersten und am stärksten längs der parallelen Zwillingslamellen auftritt, zwischen denen oft eine noch ziemlich frische Substanz liegt. Die Thatsache, dass solche Zonen der Zersetzung sich innerhalb der noch ziemlich frischen Krystalle finden, schrieb man früher einer von innen erfolgten, räthselhaften Umwandlung zu³⁷, während sie jetzt sehr einfach durch die Sprünge, welche von aussen in den Krystall hineingreifen, zu erklären sind, durch welche den Gewässern ein Zutritt in das stellenweise leichter zersetzbare Innere gestattet wurde.

20. Kalkspath nach Gaylüssit, Sangerhausen, Thür.

BLUM, P. 13; — NAUMANN, Mineral. 9. Aufl. pag. 247 (Pseud. nach Cölestin?).

Diese bekannte »Umwandlungs-Pseudomorphose, durch Verlust von Bestandtheilen entstanden« zeigt eine äussere harte Rinde. Im Inneren treten beim Anschleifen mehrere, den äusseren Contouren parallele Zonen rippenartig hervor, welche aus etwas härterem Materiale bestehen und zwischen sich lockere und bröckelige Kalkspathrhomboëder enthalten, die ein Präpariren sehr erschweren. Im Dünnschliff zeigen die harten Zonen sowohl, wie die zwischen ihnen liegenden Theile dichte Zusammenhäufungen von ziemlich farblosen, kleinen Kalkspathrhomboëdern, zwischen denen hie und da ein helles Quarkorn liegt. Zwischen den, oft fein parallel gestreiften Rhomboëdern liegen regellos an vielen Stellen pellucide, büschelförmig gruppirte und oft fein längsgefaserte Nadelchen und Säulchen von

³⁶ A. WICHMANN, die Pseudomorphosen des Cordierits, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1874. pag. 680.

³⁷ BISCHOF, Chem. Geol. I. pag. 176.

grünlichweisser Farbe. Ob dieselben etwa Reste von unzersetzter Gaylüssitsubstanz darstellen, konnte nicht ermittelt werden.

Die Erhaltung der rohen, äusseren Form dieser Pseudomorphose, mit ihrer rauhen, unebenen und gebogenen, oft auch stellenweise zerfressenen Oberfläche, wurde dadurch ermöglicht, dass sich nach aussen eine festere Rinde bildete, welche an allen Stücken vorhanden zu sein scheint und die nur durch eine festere und engere Aneinanderlagerung von Kalkspathkörnern gebildet wird.

Auch bei der noch räthselhaften (Ausfüllungs- oder Verdrängungs-) Pseudomorphose von

21. Zinnstein nach Orthoklas, von St. Agnes

liess sich an einem Präparate der Einfluss der in dem früheren Krystalle vorhanden gewesen Zonen noch wahrnehmen, indem sich beim Anschleifen des Zwillingskrystalls mehrere, den äusseren Contouren folgende Furchen im Inneren zeigten.

Die Pseudomorphose selbst besteht aus durchaus regellos gelagerten Körnern von Zinnstein und wasserhellem Quarz, von denen die ersteren meist die, bei Zinnerzkrystallen gewöhnliche, parallele Streifung von abwechselnd hell und dunkel gefärbten Lagen aufweisen. Von der äusseren Begrenzung der Pseudomorphose ragen an einigen Stellen ziemlich grosse Quarzkrystalle (Säule mit Pyramide) in das Innere.

Es tritt in den zwei untersuchten Pseudomorphosen der Quarz zurück, während in anderen Quarz und ein glimmerartiges Mineral über die Zinnsteinmenge überwiegen, wie auch PHILLIPS³⁸ in einer kurzen Beschreibung dieser Gebilde hervorhebt. Diese wechselnden quantitativen Verhältnisse dürften für eine Entstehung der Pseudomorphose auf dem Wege der Verdrängung sprechen.

22. Parasit? nach Boracit. — Taf. VII. Fig. 6.

BIOT, Mém. de l'Acad. roy. des sciences de l'Inst. de France. XVIII. p. 539. — O. VOLGER, Poggend. Ann. 92. 1854. pag. 77. — DES CLOZZEAUX, Nouv. recherches sur les propr. opt. des cristaux, Paris 1867. p. 5—7 und p. 82. — BLUM, III. pag. 47. — ZIRKEL, Mikr. Besch. pag. 225. — BREWSTER, Edinburgh Philos. Journal 1821. Vol. V. p. 217. — BREITHAUPF, Die 13 Kryst.-Systeme, Berg- u. Hütt.-Zeitg. 1860. No. 10. 93. — G. ROSE, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. VIII. 1856. pag. 156. — SCHULTZE, N. Jahrb. f. Min. 1871. pag. 844. — NAUMANN, Mineral. 9. Aufl. pag. 125 und 264. — HANKEL, thermoel. Eigensch. d. Bor. Abh. math. phys. Cl. der K. S. Gesellsch. d. Wiss. Leipzig, 1857.

Die auffallenden optischen Erscheinungen des Boracites haben zu zahlreichen Untersuchungen und Erklärungen Veranlassung ge-

³⁸ Journal of the Chemical Society, London, August 1875.

geben. BREWSTER und BREITHAUPt erklärten den Boracit wegen seiner optischen und krystallographischen Eigenschaften für krystallographisch und optisch einaxig, letzterer stellte ihn daher mit Eisenkies und Glanzkobalt zusammen in sein »hexagonisirt tesserales« System. BIOT deutete die Farbenerscheinungen durch Lamellarpolarisation, durch dicht gedrängte, strahlenartige Linien (veines) hervorgerufen. VOLGER zeigte, dass man es meist nicht mehr mit wirklichem Boracit, sondern mit einem Umwandlungsproduct in Krystallaggregate zu thun habe. Die prismatischen Krystalle derselben (Parasit) schiessen in grosser Anzahl senkrecht von den Rhombendodekaëderflächen nach dem Inneren des Krystalls an und bilden nach der genauen Beschreibung VOLGER's ein ausgezeichnetes Beispiel für das Vorschreiten des Umwandlungsproductes in krystallographisch bestimmten Richtungen. DES CLOIZEAUX führte die Farbenerscheinungen in Anschluss an VOLGER auf doppelbrechende Lamellen (fissures ou lamelles) von Parasit innerhalb der einfach brechenden Boracitsubstanz zurück. Doch sind seine Angaben ziemlich unklar und ungenau und es ist ebenso wenig zu verstehen, wie er unter der Bezeichnung »Spalten« (fissures) dasselbe wie Lamellen begreift, als was man von dem Ausdrucke »Spalten von Parasit« zu halten hat. Die Beobachtungen VOLGER's konnten in der Hauptsache auch an unseren Präparaten von zersetztem Boracit von Lüneburg wahrgenommen werden, doch zeigten sich zugleich noch andere Phänomene, die von VOLGER nicht beobachtet worden sind, und durch welche die bisherigen Anschauungen wesentlich modificirt werden.

Die einzelnen Erscheinungen, welche an verschiedenen, unversehrten Krystallen, sowie an mikroskopischen Präparaten beobachtet wurden, lieferten folgende Resultate:

Makroskopisch zeigen die Krystalle von Lüneburg (bei einer Auffassung derselben als regulär, durch Würfel, Rhombendodekaëder und Tetraëder gebildet) sowohl im frischen, als im zersetzten Zustande (wie schon VOLGER a. a. O. pag. 84 bemerkt) einen scharf abgegrenzten Kernkrystall, umgeben von einer denselben völlig conform umhüllenden Schale, welche sich oft an einzelnen Stellen ablöst (und dann den inneren Kern in scharfen Formen hervortreten lässt). Diese äussere Schale besteht entweder aus einem regellosen Aggregate von pelluciden oder durch Faserung getrübbten Körnern von Boracit, oder aus ziemlich breiten, farblosen oder trüben Fasern, die senkrecht zu den Flächen stehen und zwischen sich bei zersetzten Krystallen oft Partien von kleinen Kalkspath-Rhomboëdern, als Umwandlungsproduct, einschliessen. Die Schale ist namentlich auf den Rhombendodekaëderflächen weisslich und undurchsichtig, auf den Würfelflächen dagegen oft noch durchsichtig und lässt dann den Kern und die innere, kreuzähnliche Zeichnung desselben durch-

scheinen. — Der innere Kern ist bei den frischen Krystallen in der Hauptsache farblos und in auffallender Weise von zahlreichen, eckigen Bruchstück-ähnlichen Einlagerungen erfüllt, welche aus derselben Boracitsubstanz, wie die Umgebung, zu bestehen scheinen und die oft beim Anschleifen herausfallen und entsprechende Hohlräume hinterlassen. (Eine schwärzliche Stelle inmitten des Krystalles verdankt ihre Färbung dem Vorhandensein schwarzer, strichähnlicher Mikrolithen und sechsseitiger Täfelchen.)

Bei den zersetzten Krystallen zeigen parallel einer Würfelfläche angeschliffene Flächen den inneren, scharf begrenzten Kern in vier Felder getheilt, die aus senkrecht auf die Rhombendodekaëderflächen (a) stehenden Fasersystemen gebildet werden, welche in einem Diagonalkreuz in geraden Linien endigen, wie es durch die schematische Figur 7 verdeutlicht wird. Die Fasern sind in der Mitte der Fläche am längsten, werden nach den Ecken hin kürzer und lassen oft in der Mitte des Krystalles einen hellen Raum frei. Ebenso finden sich auch oft zwischen den ungleichmässig langen Fasern benachbarter Felder farblose Stellen von frischer Boracitsubstanz. Diese Thatsachen stimmen mit der von VOLGER angeführten Beschreibung überein. Auch von den Flächen (b), welche im Schnitte eines Krystalles den Würfelflächen entsprechen, gehen Fasern aus, erscheinen jedoch in geringerer Anzahl und meist nicht in der Ebene des Schnittes liegend, sondern etwas nach oben gebogen, wie man beim Auf- und Niederdrehen des Objectes unter dem Mikroskope beobachten kann; sie scheinen demnach von den ausserhalb des Schnittes liegenden Rhombendodekaëderflächen auszugehen.

Unter dem Mikroskope erkennt man, dass die erwähnten Fasern als farblose Nadeln erscheinen, die oft gebogen oder auch geknickt, scharf begrenzt, in Spitzen endigen. Dagegen zeigen sie ebenso, wie die ihnen gleich beschaffenen Nadeln in der äusseren Schale, durchaus keine Krystallform. Sie liefern stets lebhaftere Polarisationserscheinungen. Wegen ihrer geringeren Härte fallen sie leicht beim Anschleifen heraus und geben dann beim weiteren Präpariren oft Anlass zum Ansetzen von Luftblasen in die dadurch entstandenen Höhlungen. Ihre Begrenzungen erscheinen als feine, strichähnliche Linien. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass diese beschriebenen Fasern mit den von VOLGER geschilderten Parasitnadeln identisch sind, und zwar finden sie sich allerdings nur bei zersetzten Krystallen in dieser deutlichen Weise ausgebildet, stets durch die regelmässige Verlängerung nach dem Inneren des Krystalles vordringend.

Unabhängig von diesen Fasersystemen liegen sowohl in ganz frischen, als auch in den zersetzten Krystallen, in den unter den Rhombendodekaëderflächen liegenden Dreiecken (c) farblose, schmal linsenförmige, spießförmige Nadeln von verhältnissmässig bedeutender

Länge, welche nach beiden Seiten spitz endigen, aber nicht als Krystalle, auch nicht als breite Lamellen aufgefasst werden können. Sie werfen bei verschiedener Spiegelstellung Schatten und sind nicht als Hohlräume, sondern als körperliche Gebilde anzusehen.

Sie finden sich mehrere einander parallel und sich gruppenweise nahezu rechtwinklig durchkreuzend, so unter den Rhombendodekaëderflächen, dass sie rechtwinklig zu den Würfelflächen liegen. In den Krystallen, wo die Zersetzung weiter vorgeschritten ist, werden sie eher als die Hauptmasse angegriffen und leicht hohl und es bilden sich dann an den Stellen, wo über dieselben die erst besprochenen, senkrechten Fasern hinwegsetzen, grössere Flecken, durch Verunreinigung trübe, so dass oft eine solche frühere linsenförmige Einlagerung jetzt nur noch als eine Reihe dunkler Flecken und Poren erscheint. Diese eben geschilderten, spiessigen Nadeln fanden sich an allen untersuchten Boraciten von Lüneburg und ebenso in Präparaten von frischen Krystallen von Segeberg, in verschiedener Länge, stets sich rechtwinklig, seltener einige stumpfwinklig, kreuzend. Die Nadeln bestehen aus doppelbrechender Substanz und sie zeigen im polarisirten Lichte entweder die Farben der Umgebung oder leuchten auch durch andere Färbung grell aus derselben hervor. Dieselben polarisiren ferner unabhängig von den Spannungserscheinungen, die sich in der umgebenden Boracitsubstanz finden.

Die farblose Substanz, die oft zwischen den Fasersystemen als unangegriffener Rest liegt, zeigt stets bei gekreuzten Nicols verschiedene, meist helle, blaugraue Farben. Selten freilich findet sich, auch bei den frischen Krystallen, ein grösseres Feld, welches ungestört mit ein und derselben Farbe leuchtet, sondern es zeigen sich hier meist Streifen und Ringe von Regenbogenfarben, welche man wohl auf vorhandene Sprünge und Spannungsverhältnisse innerhalb des Krystalles zurückzuführen hat. Diese letzteren sind nicht überall gleich; so zeigt ein Krystall an zwei gegenüber liegenden Dreiecksflächen mehrere, verschwommene, bunte Streifen, welche einer ∞ O-Fläche parallel laufen, während die beiden anderen Felder ziemlich eintönige Farben zeigen. Die erwähnten, parallelen Streifen sind aber keineswegs als eine der Zwillingstreifung der Plagioklasse analoge Erscheinung aufzufassen, da sie nie so scharf von einander abgesetzt sind, wie es bei den Plagioklassen der Fall ist.³⁹

Die Boracitkrystalle von Lüneburg verdanken nach den erwähnten Thatsachen ihre auffallenden Farbenercheinungen bei gekreuzten Nicols nicht den faserigen (Parasit-) Aggregaten, oder den spiessförmigen Einlagerungen und auch nicht lediglich den Spannungsverhältnissen in ihrem Inneren. Da vielmehr Partien, welche

³⁹ Vielleicht liegt bei den erwähnten Streifen eine analoge Erscheinung vor, wie sie von WICHMANN, Pogg. Ann. 157. 1876. pag. 285, an Granaten beobachtet wurde.

frei von diesen drei Dingen sind, dennoch bei gekreuzten Nicols auch in hellen Farben erscheinen, so geht daraus hervor, dass die Boracitsubstanz als solche doppelbrechend ist.

Zur weiteren Verfolgung dieser interessanten Erscheinungen wurden mehrere der scharf begrenzten, farblosen, glasglänzenden Boracitkrystalle von Stassfurt untersucht, welche meist nur die sogenannten Würfel- und Tetraëderflächen zeigen. Es ergab sich hierbei die interessante Thatsache, dass diese Krystalle, wenn sie auf Würfelflächen liegen, bei gekreuzten Nicols stets in grellen, blaugrauen Farben erscheinen, während sie fast ganz dunkel werden, wenn man sie auf eine der Tetraëderflächen stellt.

Senkrecht auf den Würfel- und Tetraëderflächen stehen im Inneren aller dieser Krystalle farblose, gerade, spiessähnlich in Spitzen verlaufende, oft etwas gebogene Fasern, welche meist in einer parallelen Zone endigen, wobei das Innere, als Kern, frei von den Fasern erscheint, oder andere, den Würfelkanten parallele Einlagerungen enthält. In anderen Fällen ragen die Fasern bis in die Mitte und sind dann in der Mitte einer Fläche am längsten, nach den Ecken hin kürzer, so dass es selten vorkommt, dass sie sich schneiden. Diese Verhältnisse sieht man auch sehr deutlich mit blossem Auge bei durchfallendem Lichte, wobei man durch die verschiedenen Stellungen der Krystalle auch die Überzeugung gewinnt, dass es keine Lamellen sind, welche hier senkrecht auf den Flächen stehen, sondern nur nadelähnliche Fasern. Auf den Würfelflächen finden sich oft ganz feine, scharfe, kurze und nicht sehr tiefe Eindrücke, die geradlinig und senkrecht zu den Kanten oder in diagonalen Richtung verlaufen und den Einlagerungen zu entsprechen scheinen. Diese Fasern geben bei gekreuzten Nicols Regenbogenfarben, doch auch die geringen, dazwischen liegenden Massen erscheinen in blaugrauen Farben, allerdings nicht in reinen Tönen. — Dasselbe Bild zeigen kleine, farblose Boracitkrystalle von Segeberg, in denen ebenfalls neben der Aggregatpolarisation der auf den Würfel- und Tetraëderflächen senkrecht stehenden Fasern, die Substanz in verschwommenen Farben erscheint.

Das Vorkommen von Boracitkrystallen, die aus senkrecht auf die Flächen stehenden Fasern zusammengesetzt sind, wurde von G. Rose mit dem Stassfurtit in Verbindung gebracht. Dünnschliffe dieser weissen Substanz zeigen, dass der Stassfurtit aus einem Aggregat von ziemlich grossen, unregelmässig gestalteten Sphärolithen besteht, von denen einige längsgestreckt sind und ca. 0,25 Mm. Länge erreichen. Dieselben grenzen dicht an einander und enthalten in der Mitte einige farblose Körner, von denen nach aussen farblose, prismatische Krystalle, centralfaserig gruppiert, ausgehen. Dieselben zeigen bei gekreuzten Nicols einen, wenn auch schwachen, hellen Schein.

Während SCHULTZE den Stassfurtit für kryptokrystallinischen Boracit ansieht, nimmt ROSE aus verschiedenen, offenbar wohl zu berücksichtigenden Gründen die Möglichkeit an, dass die aus senkrecht zu den Flächen stehenden Fasern zusammengesetzten, undurchsichtigen Boracitkrystalle Pseudomorphosen von Stassfurtit seien, »dessen fasrige Individuen auf den Krystallflächen senkrecht stehen, wie dies öfters bei Pseudomorphosen vorkommt«. In diesem Falle wären dann die Stassfurtit-Individuen identisch mit den Parasitnadeln und man würde wohl erstere Bezeichnung zu Gunsten des schon früher eingeführten Namens »Parasit« fallen lassen müssen.

Indessen fragt es sich doch, ob man die farblosen, senkrechten Fasern, die sich an allen untersuchten Krystallen, — welche z. Th. durch ihre ganz frischen, glänzenden Flächen durchaus nicht das Gepräge auch des geringsten Angegriffenseins an sich tragen — fanden, als erste Producte einer Umwandlung anzusehen hat. Dass sich eine Zersetzung zuerst an den Fasern einstellt und dass dieselbe von ihnen in der nämlichen (senkrechten) Richtung nach Innen fortschreitet; dies ist wohl eine unzweifelhafte Thatsache. Dagegen kann man wohl, wegen ihres ursprünglich frischen Aussehens, Bedenken tragen, sie selbst für ein secundäres Umwandlungsproduct zu halten, wenn auch VOLGER behauptet, dass der Parasit zuerst eine farblose und vom Boracit schwer zu unterscheidende Substanz bilde. Es würde wenigstens die Ansicht, dass die erwähnten senkrechten Fasern ursprüngliche Gebilde innerhalb der Boracit-substanz seien, durch viele Gründe unterstützt werden können. — Von den sich kreuzenden, farblosen, spiessähnlichen Nadeln im Inneren der Krystalle ist es wenigstens wohl erwiesen, dass sie ursprüngliche Einlagerungen in den Krystallen sind, welche an keiner Stelle mit dem Äusseren in Verbindung stehend gefunden wurden; und zwar bestehen sie aus derselben Substanz, wie die umgebende Krystallmasse.

Damit soll jedoch keineswegs die Möglichkeit einer Erklärung dieser Erscheinungen als Pseudomorphose (in ihrem ersten Stadium wohl Paramorphose) abgesprochen werden und jedenfalls steht die Thatsache fest, dass die Umwandlung in dieser senkrechten Richtung den erwähnten Fasern folgend in das Innere des Krystalles eindringt. Schliesslich erscheint eine weitere Untersuchung, namentlich nach krystallographischer Richtung, einer grösseren Anzahl von Boracitkrystallen ebenso wünschenswerth, wie Erfolge versprechend.

III.

23. Sanidin nach Leucit, Ober-Wiesenthal im Erzgebirge.

NAUMANN, N. Jahrb. f. Min. 1860. pag. 61. — BLUM, III. 71; P. 64 und II. 23. — ZIRKEL, Poggend. Annal. 1869 Bd. 136. pag. 545.

Die interessanten Pseudomorphosen besitzen im Inneren zahlreiche Drusenräume mit hineinragenden, weisslichen Krystallspitzen. In mehreren der Drusen werden grössere Krystalle von Eisenglanz aufsitzend gefunden.

Der Krystall ist von dem umgebenden, stark verwitterten Gesteine in scharfen Linien begrenzt, und es wurde hier die Bedingung für die gute Erhaltung der Form durch das umgebende Gestein gebildet. In der, stellenweise durch Eisenoxydhydrat braun gefärbten Pseudomorphose finden sich zahlreiche, ganz pellucide, streifenweise Partien, zwischen denen opakere Massen liegen. Diese hellen Partien erweisen sich unter dem Mikroskope im polarisirten Lichte aus ziemlich grossen, regellos zusammen gehäuften, krystallinischen Körnern bestehend, die niemals Krystallformen ausgebildeter Individuen zeigen, oft aber schiefwinkelige Sprünge; dieselben besitzen im polarisirten Licht meist helle, blaugraue oder braunrothe Farben, wie man sie an dünnen Sanidinpräparaten vielfach beobachtet. Ferner bestehen viele Körner aus zwei verschieden gefärbten Hälften, entsprechend der Karlsbader Zwillingsbildung; niemals aber zeigt sich die für die Plagioklase charakteristische, repetirte Zwillingsstreifung, ein Umstand, den bereits ZIRKEL hervorgehoben hat. Wenn man vielleicht versucht sein könnte, zu glauben, dass die blaugrauen Töne von noch frischer Leucitsubstanz ausgehen, so spricht doch gegen diese Ansicht das Fehlen der für dieselbe bezeichnenden, gitterförmigen Zwillingserscheinungen, ferner die zu hellen Töne, namentlich auch die braunrothen Farben, die man bei ähnlich dünnen Schliften von Leucit nie wahrnimmt. Ähnliche Einwände lassen sich auch gegen die Annahme vorbringen, dass diese farblose Substanz vielleicht aus Nephelin bestehe. — Die Hauptmasse der Pseudomorphose besteht also aller Wahrscheinlichkeit nach aus frischem Sanidin und es schliesst sich dieselbe somit den vom Vesuv bekannten Pseudomorphosen von Sanidin nach Leucit an.

Innerhalb der farblosen Masse finden sich grössere, sternförmig gruppirte Anhäufungen von weisslicher, trüber Zersetzungssubstanz. Ferner zeigt sich in grosser Menge noch ein anderes Mineral, welches über dem Sanidin, und namentlich an den Rändern von Drusenräumen in sternförmigen Aggregaten von kleinen Nadeln vorkommt. Dieselben sind fast farblos, fein längs gefasert und leuchten bei gekreuzten Nicols in grellen Farben aus der dunkleren Umgebung hervor. Sie für Zeolithe zu halten, dagegen sprechen verschiedene ihrer Eigenschaften und man wird sie wohl für Kaliglimmer an-

zusehen haben. Ein Kern von Leucit ist an keinem Präparate beobachtet worden.

Das Vorkommen von stark zersetzten Noseanen innerhalb mancher dieser Pseudomorphosen ist bereits von NAUMANN und ZIRKEL hervorgehoben worden. Derselbe und das trübe Zersetzungsproduct werden wohl den geringen in Salzsäure löslichen Theil der Substanz ausmachen, während die Zusammensetzung des unlöslichen Theils (welche in den verschiedenen Exemplaren sich als sehr schwankend ergeben hat) auch mit der einer Mischung von Orthoklas und Kaliglimmer (in wechselnden Verhältnissen) übereinstimmen kann. Der bei den Analysen sehr schwankende Natrongehalt ist auf den eingewachsenen Nosean zurückzuführen.

24. Speckstein nach Quarz, Göpfersgrün bei Wunsiedel.

BLUM, P. 115; I. 68; II. 49; III. 140.

Mehrere Präparate dieser Pseudomorphose konnten keine bedeutungsvollen Argumente für die Frage liefern, ob »Umwandlungs-« oder »Verdrängungs-Pseud.« im Sinne BLUM's. Der Speckstein ist durchaus feinkrystallinisch, ohne jeden amorphen Bestandtheil, an einzelnen Stellen auch in zarten, gebogenen Nadeln oder Strahlenbüscheln von grünlichweisser Farbe. Oft finden sich kleine, farblose, stark lichtbrechende, unregelmässig eckige oder abgerundete Körner von Quarz innerhalb der Specksteinmasse liegen.

25. Speckstein nach Bitterspath, Göpfersgrün.

BLUM, P. 110; I. 67.

Der krystallinische Speckstein, in einigen Partien durch Eisenoxyde braun gefärbt, zeigt oft scharfe helle Linien, die sich unter spitzen (dem Rhomboëder entsprechenden) Winkeln schneiden, innerhalb welcher der Speckstein eine andere Orientirung besitzt, als die umgebenden Massen. Auch hier finden sich farblose, stark lichtbrechende, oft zackig zersprungene Körner von ? Quarz.

26. Steinsalz nach Carnallit oder Sylvin (nach v. ZEPHAROVICH), Westeregeln bei Stassfurt.

WEISS, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 25. pag. 558. — v. ZEPHAROVICH, Min. Mittheilg. V. Sitzber. d. k. Akad. Wien 1874. Bd. 69. p. 7—11.

Die treffliche und genaue Schilderung von WEISS über dieses Vorkommen — wo man deutlich die Aggregation aus mehreren krystallinischen Salzkörnern, sowie den dünnen Quarzübergang erkennt — konnte bei der mikroskopischen Prüfung eines grösseren Krystalldurchschnittes eine genaue Bestätigung erfahren. Die rothe Färbung ist durch stellenweis massenhaft angehäuften und meist sehr deutliche, hexagonale Tafeln und feine Striche von blutrothem Eisenoxyd bedingt.

27. Nakrit nach Prosopit und ? Topas, Schlaggenwald in Böhmen. — Taf. VII Fig. 4.

BLUM, III. 58; P. 66; ? P. 129; ? II. 137; P. 254; III. 231. — SCHEERER, Pogg. Ann. 1853. Bd. 90. pag. 315. — HAUSMANN, Pogg. Ann. 1854. Bd. 92. pag. 612.

Ein Handstück von Schlaggenwald zeigte auf Greisen aufsitzen Flussspath, Apatit und Zinnstein, daneben pyramidale Krystalle, welche sich durch ihre weiche Beschaffenheit, schmutziggelbe Farbe und Fettglanz als theilweise umgewandelt ergeben. Sie haben keine Ähnlichkeit mit Topas, ein Krystall besitzt eine knieartige Zwillingsform; zu einer Messung waren sie zu wenig isolirt oder scharf ausgebildet. Man wird wohl nicht irren, wenn man diese Krystalle als identisch mit den von HAUSMANN beschriebenen und von SCHEERER als zum Prosopit gehörig bestimmten Vorkommnissen von Schlaggenwald ansieht.

Das ursprüngliche Mineral ist an einigen Stellen farblos, oder etwas trüb, mit geraden, parallelen Streifen, wie sie bei dem unten beschriebenen, echten Prosopit häufig vorkommen. Daneben zeigen einige farblose, an Flüssigkeitseinschlüssen reiche Krystalle, mit blaugrauen Farben im polarisirten Licht, das Vorhandensein auch von unzweifelhaftem Topas an, welcher in meist frischen, deutlichen Krystallen innerhalb der übrigen Massen liegt.

Bei der mikroskopischen Betrachtung erkennt man die bemerkenswerthe Thatsache, dass die ursprüngliche Substanz sich in zweierlei Umwandlungsproducte zersetzt, die sich aus einander entwickeln und auch in das Zersetzungsproduct des Flussspathes eingreifen.

Die ursprüngliche (Prosopit-) Substanz ist oft von zahlreichen Rissen und Sprüngen durchzogen und hat dadurch der Umwandlung den Weg in ihr Inneres gebahnt, wodurch ähnliche Verhältnisse wie an Olivinkrystallen, die von Serpentinadern durchzogen sind, auftreten. Das an den Wänden dieser Spalten erscheinende Umwandlungsproduct ist schmutziggelb, an sehr dünnen Stellen fast farblos, und erscheint bei schwacher Vergrößerung körnig, während es in Wahrheit meist aus kleinen, kurzen, oft büschelförmig und radiaifaserig gruppirten Nadelchen besteht (Fig. 4 kr.). Dieselben erscheinen bei gekreuzten Nicols in hellen Farben. Die von dieser Masse umhüllten Prosopit-Kerne sind entweder gänzlich unversehrt, oder meist in einer Richtung parallel gefasert. Das geschilderte Umwandlungsproduct findet sich auch in grösseren Massen, ohne frische Kerne zu umhüllen und ist oft von verzweigten Sprüngen durchsetzt, längs denen es eine helle Färbung zeigt.

In diese Masse, wie auch direct in die unzersetzte Substanz, greifen nun als das offenbar letzte Umwandlungsproduct, Spitzen

von büschelförmigen, wellig gebogenen Aggregaten ein. Dieselben bestehen aus farblosen oder etwas grünlichen, kurzen Fasern, welche zu wellig gebogenen, spitz endigenden Büscheln vereinigt sind. Sie zeigen buntfarbige, helle Polarisationserscheinungen und stimmen sowohl durch ihr makroskopisches⁴⁰, als mikroskopisches⁴¹ Aussehen mit dem Nakrit überein. Da wo eine derartige Partie gegen die Umgebung angrenzt, sind die Spitzen stets mit einer opaken, braunen Rinde besetzt, welche Masse sich auch oft zwischen den einzelnen Bündeln findet, und welche dadurch entsteht, dass sich hier kleine Nadeln oder Körner derselben Substanz, sternförmig oder nach allen Richtungen hin gruppirt, vorgelegt haben und durch ihre dichte Aggregation die Undurchsichtigkeit verursachen. Oft treffen verschiedene, von einzelnen Punkten ausgehende Nakritpartien in ihrem Vorwärtsschreiten in unregelmässigen, dunklen Linien auf einander. Ferner finden sich da, wo diese Massen gegen die oben erwähnte, kleinfaserige, schmutziggelbe Substanz (welche das erste Product der Umwandlung darstellt) vordringen, zwischen den einzelnen Büscheln noch Theile derselben eingeschlossen, in welche dann von den Seiten kleinere Büschelspitzen eindringen — ein Beweis, dass diese erwähnten Massen ein Zwischenglied bei der Bildung der Nakritbüschel darstellen, welche aber auch an anderen Stellen direct aus dem Proposit hervorgehen. An der Spitze der Nakritbüschel gewahrt man oft quer vorlagernde, längsgefaserete, braune, stark dichroitische Blättchen von Magnesiasglimmer.

Unabhängig von diesen Erscheinungen treten auf der Stufe noch Flussspathkrystalle auf, welche ebenfalls eine Zersetzung erfahren haben. Dieselben erweisen sich als Flussspath durch die der oktaëdrischen Spaltung entsprechenden Sprünge, ihre im Schliche rauhe Oberfläche, den Mangel an Einschlüssen (ausser wenigen Flüssigkeitssporen) und namentlich dadurch, dass sie in allen Lagen bei gekreuzten Nicols dunkel erscheinen. Ihre äusseren Partien sind stets am meisten umgewandelt, während ihr Inneres oft noch ganz frisch erscheint. Das Umwandlungsproduct zieht sich oft in parallelen Reihen durch und besteht aus polarisirenden, regellos gelagerten Körnern, die bei grösserer Zusammenhäufung ein opakes, flockiges Aussehen bedingen. Sie erscheinen genau so wie Kaolin oder Steinmark und man würde, im Falle diese Ansicht richtig ist, hier eine entschiedene Umwandlungs-Pseudomorphose von Kaolin oder Steinmark nach Flussspath vor sich haben, welche auf dem Wege fortgesetzten Austausches von (zugeführten) Bestandtheilen wohl entstanden sein kann, während eine mechanische »Verdrängung« hier nicht stattgefunden hat, wie es BLUM⁴² für die Pseudomorphosen

⁴⁰ NAUMANN, *El. der Mineral.* 9. Aufl. pag. 347.

⁴¹ ROSENBUSCH, *Mikr. Physiographie der Mineral.* pag. 374.

⁴² P. pag. 254.

von Steinmark nach Flussspath aus den Erzgängen des Erzgebirges annimmt. — In dieses körnige Zersetzungsproduct des Flussspathes greift an einigen Stellen deutlich die schmutzigbraune Umwandlungsmasse ein, die vom Prosopit geliefert wird und es scheint auch ferner, als ob die Nakritbündel an einigen Stellen in die weissliche, kaolinische Substanz hineinragen. Dieses enge Verbundensein der drei beschriebenen Umwandlungsproducte bietet bei ihrer sehr ähnlichen chemischen Constitution nichts auffälliges dar.

28. Steinmark ? nach Flussspath. Taf. VII. Fig. 10.

Dass der Flussspath auf chemischem Wege einer Umwandlung in eine steinmarkähnliche Substanz erliegen kann, beweist ein Handstück des Leipziger Museums, leider von unbekanntem Fundorte. Von den aufsitzenden Flussspathwürfeln sind einige Flächen weiss und opak und aufgelöst in ein leicht zerreibliches Pulver, welches aus lauter mikroskopisch kleinen, farblosen, prismatischen Krystallen besteht, welche dem rhombischen Systeme anzugehören scheinen. In Dünnschliffe eines solchen Krystalles sieht man, wie diese Krystalle sich von aussen her in den Flussspath einschieben. Meist liegen mehrere dieser Prismen in bogenförmigen Linien parallel der Längsaxe an einander gereiht. Diese sich eindringenden, polarisirenden Krystalle liegen auch in einer nahe der Aussenfläche gelegenen Schicht, welche mit einer violett gefärbten Anwachszone des Flussspathkrystalles in Zusammenhang steht. Wie hier die Umwandlung von einer äusseren Fläche und Ecke in den Flussspath eindringt, so zeigt sich auch von der Aufwachungsstelle her das Vordringen eines Umwandlungsproductes. Es liegen hier gebogene Büschel von licht grünlichen, lebhaft polarisirenden Nadeln, die in unregelmässig gebogener Grenzlinie in den frischen Flussspath eingreifen, während sie hinter sich eine kurzfasrige schmutzig gelb erscheinende Masse lassen. Man findet hier genau dieselben Erscheinungen, wie bei den Nakritbüscheln, die aus dem oben beschriebenen Prosopit von Schlaggenwald hervorgehen und es ist hier wohl kein Zweifel vorhanden, dass diese Büschel mit dem Nakrit übereinstimmen. Über die Art und Weise der Umwandlung des Flussspathes in ein wasserhaltiges Thonerdesilicat lässt sich kaum eine bestimmte Formel aufstellen, doch ist ein solcher Vorgang leicht denkbar, da Fluoralkalien, kieselsaure Alkalien, Fluoraluminium und andere leicht lösliche oder zersetzbare Aluminiumverbindungen auf den Erzgängen oft vorkommen oder leicht gebildet werden können.

Präparate eines anderen Vorkommens ebenfalls leider von unbekanntem Fundorte, zeigten folgende Eigenthümlichkeiten, die in der schematischen Figur 10 etwas verdeutlicht werden mögen. Die Würfel besaßen eine weisse, opake, scharf nach innen abgegrenzte

Schicht, welche nicht eine Hülle darstellt, sondern vielmehr rasch nach innen verwaschen ist. Das Centrum des Krystalls zeigt einen weissen, opaken Fleck, um welchen ein dem Oktaëder entsprechendes Quadrat liegt, welches jedoch bei einiger Vergrösserung als ein, der äusseren Umgrenzung parallel gelagertes Quadrat, mit regelmässigen Einbuchtungen der vier Ecken erscheint, während über diesen Ecken wieder verschwommene dreieckige Figuren erscheinen. Unregelmässige Sprünge setzen von aussen her in das Innere und ihre Wände erscheinen ebenfalls trüb. — Diese weissen Zeichnungen bestehen aus Zusammenhäufungen von scharf ausgebildeten Krystallen, die sich auch in geringerer Anzahl in der übrigen, noch ziemlich durchsichtigen Masse des Krystalles zerstreut oder in Reihen angeordnet finden, welche den Würfelflächen parallel laufen. Diese Krystalle sind scharf begrenzte, rhombische Täfelchen, oft auch durch Abstumpfung der beiden spitzen Winkel sechseitig; ihre Längsdiagonale hat an einigen der grösseren Exemplare eine Länge von 0,018 Mm. Seltener finden sich prismatische Formen. Sie sind farblos und würden, für sich betrachtet, den Eindruck der das Steinmark zusammensetzenden Krystalle hervorrufen, wie man sie bei Altenberg und am Schneckenstein antrifft. Dieselben liegen meist ganz isolirt in dem sonst frischen Flussspath und dieses ihr scheinbar zusammenhangsloses Auftreten und ihre zonenartige Vertheilung ruft viel eher den Eindruck von ursprünglichen Krystalleinschlüssen hervor, als dass sie die Ansicht befestigen könnte, es sei hier das Umwandlungsproduct zunächst in einer scharfen, rasch verwaschenen, äusseren Rinde und dann in den wunderlichen, inneren Zonen eingedrungen und habe sich hier in ganz frischen Krystallen gleichsam herumschwimmend eingedrängt. Läge hier eine Umwandlung vor, so wäre dieses Präparat eines der schönsten Beispiele dafür, wie die Umwandlung vorhandene physikalische Verschiedenheiten von Krystallen (die meist durch ein verschiedenes Wachsen derselben hervorgerufen sind) benutzt, um an den Stellen, wo sich diese Verschiedenheiten offenbaren, in regelmässiger Anordnung stärker aufzutreten.

29. Nakrit und Flussspath nach Prosopit, Altenberg im Erzgebirge.

BLUM, III. 54. — SCHEERER, Pogg. Annal. Bd. 90. pag. 315.

Von dem typischen Vorkommen der weisslichen, seidenglänzenden Krystalle, die mit Eisenglanz verwachsen sind, wurden einige Präparate gefertigt, welche den Typus einer langsamen Umwandlung darstellen, bei welcher eine äussere Umhüllung durch den umgebenden Eisenglanz vertreten wurde.

Ein Krystall, parallel der Fläche $\infty P \infty$ geschnitten, zeigte eine gerade Linie von der Spitze der Pyramide, parallel der Hauptaxe verlaufend, als Zwillingsnaht. In dem oberen Theile war der umgewandelte Krystall in parallele, scharfe Streifen zerlegt, welche ungestört über die erwähnte Zwillingsnaht hinwegsetzen. Das farblose oder bräunlich getrübe Innere zeigt zahlreiche, zu Büscheln gruppirte Nakritblättchen, welche im polarisirten Licht einen hellen, blaugrauen Ton aussenden. Dieselben liegen in den parallelen Streifen senkrecht gegen die parallelen, äusseren Linien gestellt oder dazwischen in grösseren Büscheln regellos vertheilt. An einzelnen Stellen finden sich farblose, unregelmässig begrenzte Partien, mit deutlichen Spalten. Dieselben werden bei gekreuzten Nicols dunkel und erweisen sich somit als Flussspath, welcher bereits von SCHEERER als ein Zersetzungsproduct des Prosopits erkannt wurde. An einer Stelle wurde auch ein scharf begrenzter Flussspathwürfel innerhalb der Nakritmassen beobachtet.

Bemerkenswerth erscheint noch die Thatsache, dass an einem Handstücke von Altenberg, welches umgewandelten Prosopit und Flussspath besass, ein gelbes Pulver auf den geschützten Stellen sich abgesetzt hatte, welches unter dem Mikroskope äusserst scharfe und deutliche, rhombische und sechsseitig umrandete Blättchen, oft zonal aufgebaut oder mit zackigen Einsprünge an den Rändern, zeigte. Es ist dies Vorkommen des krystallisirten Steinmarks (Nakrit) ungleich instructiver, als das bekannte von dem Topasfelsen des Schneckensteines im sächsischen Vogtlande ⁴³.

30. Martit, ? Pseudomorphose von Eisenoxyd nach Magneteisen.
Taf. VII. Fig. 5.

BREITHAUPT, Schweiggers *Jahrb.* Bd. 24. pag. 158. — BLUM, P. 32; III. 29; *N. Jahrb. f. Min.* 1865. pag. 258. — ROSENBUSCH, *Min. Notizen v. Reise in Südbrasil.* 1870. pag. 35. — HERM. CREDNER, *Gliederung der eoz. Form. Nord-Am.* 1869. pag. 27. — Derselbe, *Vorsilur. Gebilde der ob. Halbinsel von Michigan*, *Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges.* 1869 pag. 27 und 31. — Ders., *Berg- und Hüttenm. Zeitung* 1868. No. 15. pag. 125. — NAUMANN, *Mineral.* 9. Aufl. pag. 563.

Die wohlausgebildeten Krystalle von Martit, Oktaëder oder Rhombendodekaëder, die von der Mehrzahl von Forschern als Pseudomorphosen von Eisenoxyd nach Magnetit, von anderen für ein dimorphes Eisenoxyd angesehen werden, lieferten leider sämmtlich kein Resultat, welches zu einer endgültigen Entscheidung dieser Frage berechtigen könnte.

Von dem Fundorte Digby Neck, Nova Scotia, N. A., stammen zwei Handstücke des Leipziger und des Dresdener Museums, welche

⁴³ ZIRKEL, *Mikr. Besch.* pag. 195; ROSENBUSCH, *Physiogr.* pag. 374.

ziemlich grosse Martitkrystalle, Rhombendodekaëder mit längsdiagonal gestreiften Flächen enthalten, die auf Quarz aufsitzen, der mit Martit verwachsen ist. Der Martit zeigte krystallinisch-körnigen Bruch und war ohne jede Einwirkung auf die Magnetnadel.

Die dünnsten Präparate lassen bei durchfallendem Lichte stets nur einen verschwommenen, rothen Schimmer durch, so dass man gezwungen ist, dieselben bei auffallendem Lichte zu beobachten.

Die Krystalle zeigen, ebenso wie die mit Quarz verwachsenen Partien, eine krystallinisch-körnige Structur, welche meist einer sehr geringen Politur fähig ist. Durch den verschiedenen Lichtreflex erscheinen hier stets kleine, körnige Partien dunkler, während die übrigen ein röthlich glänzendes Licht entsenden. Dieselben verschiedenen Schattirungen zeigen auch die reinen Elbaer Eisenglanzkrystalle, sowie die in einem Eisenglimmerschiefer aus dem huronischen Schiefersystem der Südseite des Lake Superior N. A., befindlichen Körner von Eisenglanz, wo oft die vom Schliche nicht berührten Stücke glatte, hyazinthroth glänzende Flächen zeigen; man hat sich daher hier schon vor Verwechslungen mit der rothen Farbe, die bei durchfallendem Lichte erscheint, wohl zu hüten. In den Krystallen findet sich vielfach farbloser Quarz in kleinen Körnern eingewachsen. In denselben ragt, wie in Drusen hinein, das Eisenerz in oft hyazinthroth glänzenden Oktaëdern, oft auch in fein parallel gestreiften, aber impelluciden Krystallen, die wegen ihrer Farbe und Streifung für Eisenglanztafelchen angesehen werden könnten.

In jedem Krystalle finden sich, meist in der Nähe der Aufwachsungsstelle, mehrere grössere, schwarzbraune, körnige, matt schimmernde Flecken, oft mit ockeriger, gelbbrauner, secundärer Zersetzungsmasse in Zusammenhang. Diese Flecken zeigen geradlinige und rechtwinkelig oder in 30° laufende, aus- oder einspringende Begrenzungen und rufen so den Eindruck hervor, als erfolge das gegenseitige Vordringen von Martitsubstanz und dieser braunen Massen in regulären Formen. Sie besitzen nicht die schwarze und frische Farbe der im Schliche stets körnig erscheinenden Magnetitkrystalle und sind daher wohl kaum als übrig gebliebene Reste von Magnetit anzusehen, sondern sie bestehen aus Brauneisenerz, welches oft wieder an den Rändern oder in Sprüngen Veranlassung zur Bildung von hellbraunem, erdigem Ocker gegeben hat.

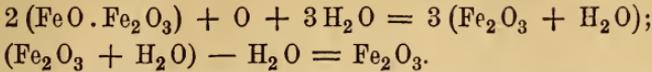
Die Unterlage für die Martitkrystalle bildet farbloser Quarz, welcher mit rechtwinkelig oder abgerundet begrenzten, schmalen, streifenartigen Martitmassen verwachsen ist. Letztere sind entweder ganz frisch abgegrenzt, oder sie zeigen eine äussere Zersetzungszone, die auch oft in das Innere greift und hier als ein innerer, brauner Streifen verläuft, während sie aussen entweder aus opakem, braunem Ocker besteht, oder sich in sehr feine, lichtbraune, pellucide

Nadeln von Göthit auflöst. Die Nadeln sind Säulen mit gerader Abstumpfung oder in Spitzen endigend, in verschiedenen Grössen, oft sternförmig gruppirt und so frisch und gerade in den Quarz hineinragend, dass sie nur als eine gleichzeitige Bildung angesehen werden können. An einer Stelle findet sich der Göthit in verhältnissmässig grossen, honiggelben, pelluciden Krystallen (verschiedene, verzwilligte Prismen, Pyramiden etc.), welche büschelförmig gruppirt in den Quarz ragen, während sie nach der anderen Seite zu in Verbindung stehen mit einem der erwähnten braunen Flecken, der hier aus einem Aggregat von Göthitkrystallen besteht. Neben den Säulenmikrolithen kommen auch an den Rändern des Martits im Quarze liegende, rundliche, braune Kugeln vor, die meist aus radial angeordneten Nadelchen bestehen. Im Quarze liegen ferner an einzelnen Stellen angehäuft Margariten von grossen und kleinen, braunen, sphäroidischen Gebilden, sowie freiliegende, rundliche Punkte, ähnlich wie auf einem Papier die Flecken von einer spritzenden Feder vertheilt werden. Bei stärkerer Vergrösserung sieht man, dass dieselben braune, pellucide Kugeln sind, die oft traubig mit einander verschmelzen oder an dünne, braune Fäden angereicht sind, oder auch frei in geraden oder gebogenen Linien hinter einander liegen. Endlich zeigen sich noch an anderen Stellen zahlreiche, ganz feine, braune Fäden, in Büscheln von einem Punkte ausgehend, oft gebogen, an welchem hier und da einzelne rundliche Nadelaggregate sitzen. Diese Fäden in ihrem ungestörten Verlaufe und ferner die zahlreichen isolirten braunen Kügelchen und Nadelchen erscheinen alle so ungestört in dem Quarze liegend, dass sie unbedingt als mit dem Quarze gleichzeitige oder frühere Bildung anzusehen sind.

Die angeführten Thatsachen können ebenso wenig einen sicheren Beweis für die Ansicht liefern, dass der Martit eine Pseudomorphose von Eisenoxyd nach Magnetit sei, als dafür, dass man denselben als reguläres Eisenoxyd anzusehen hat, wodurch eine Dimorphie des letzteren constatirt würde.

Denn die im Schlicke hervortretende körnige Structur ist ebenso eine Eigenschaft von ursprünglichen, wie von pseudomorphosen Erzen, während die einzelnen, lebhaft roth glänzenden Oktaëder ganz das Aussehen ursprünglicher Frische zeigen. Die braunen Flecken im Inneren der Martitkrystalle bestehen, wie gezeigt, nicht aus Magnetit, sondern aus einem Eisenoxydhydrat, wahrscheinlich Göthit, wie wenigstens aus dem Zusammenhang mit den Göthitkrystallen zu vermuthen ist. Dieselben scheinen secundär in ockeriges Brauneisen überzugehen. Geht man von dem Standpunkte aus, es liegen hier Pseudomorphosen vor, so könnte man sich dieselben so erklären, dass der Magnetit zunächst in ein wasserhaltiges Eisenoxyd, den Göthit, umgewandelt sei, welcher dann wieder zu wasser-

freiem, rothem Eisenoxyd pseudomorphosirt sei, wie man sich durch die folgenden Formeln versinnlichen kann:



Diese Annahme ist jedoch ebenso wenig zu begründen, als die, dass der Göthit sich aus dem ursprünglichen Martit direct gebildet habe. Würde man im Stande sein, die Krystalle genügend pellucid zu erhalten, so könnte allerdings das Verhalten im polarisirten Licht entscheiden, indem eine Pseudomorphose, bestehend aus einem Aggregat von Eisenglanzkrystallen, zwischen gekreuzten Nicols Farbenscheinungen zeigen müsste. Doch gelang es weder durch feinstes Schleifen, noch durch Anätzen oder Pulvern der Substanz, dieselbe zu einem genügenden Grad von Durchsichtigkeit zu bringen.

Ebenso wenig befriedigende Resultate lieferten Präparate von anderen Vorkommnissen: Glänzende Martit-Oktaëder von Mariana in Minas Geraës, Brasilien, welche ich der Güte des Herrn Professor STELZNER in Freiberg verdanke, zeigten glänzenden, muscheligen Bruch und im Inneren keine Spur von zurückgebliebenem Magnetit. Ebenso verhielten sich Oktaëder, die in Rotheisenerz eingewachsen waren, von der New-York-Mine bei Negaunee, in der Oberen Halbinsel von Michigan, welche mir Herr Professor CREDNER aus seiner Privatsammlung gütigst zur Verfügung gestellt hatte. Dagegen zeigte ein Magneteisenerz von der Lagerstätte in el rito Garapata (einem Seitenthale des Sancre de Christo-Passes in Colorado), von Herrn Ingenieur DITTMARSCH gesammelt, neben den Oktaëdern von Magnetit als nachträgliche Bildung rothes, glänzendes Eisenoxyd.

Es ergibt sich somit, dass man aus dem bis jetzt mikroskopisch untersuchten Materiale noch keinerlei Gründe für oder wider die Ansichten finden kann, nach welchen der Martit eine Pseudomorphose oder eine Dimorphie des Eisenoxydes darstellen soll.

Auf das Gebiet der sogenannten Paramorphosen⁴⁴ hat auch die Mikroskopie noch kein befriedigendes Licht geworfen. Man kann niemals einen Übergang aus der einen in die andere Substanz constatiren, sondern man sieht nur günstigen Falles die beiden Mineralien unvermittelt neben einander, wobei allerdings die verschiedene Lagerung derselben oft bemerkenswerthe Thatsachen liefert. Oder man findet nur noch das Endproduct der Umsetzung, welche so unvermittelt von Statten geht, dass es noch nicht gelungen ist, ihr Vorschreiten zu verfolgen. Eine

⁴⁴ W. STEIN, N. Jahrb. f. Min. 1845. pag. 395.

Beobachtung der bekannten Paramorphosen — z. B. der Umsetzung der monoklinen Schwefelprismen in rhombische Oktaëder, von erhitztem Quarze in Tridymit, die Beobachtung, wie die rhombischen Säulen von Kalisalpeter bei der Berührung mit gleichzeitig aus der wässerigen Lösung krystallisirten Rhomboëdern desselben Salzes die letztern wieder auflösen und gleichsam vertilgen, oder die Beobachtung der Umwandlung von Aragonit in Kalkspath, von Augit in Hornblende, etc. — hat bis jetzt noch kein weiteres Resultat geliefert, welches uns eine Thatsache an die Hand geben könnte, um aus dem Gebiete der reinen Hypothese und der wenig sagenden Erklärung durch „Molecularumsetzung“ heraus zu treten.

Der Uralit, welcher bei der Annahme, dass Hornblende und Augit dieselbe chemische Constitution besitzen, ein vorzügliches Beispiel dieser Erscheinung bildet, findet sich nach den neueren Untersuchungen überaus weit verbreitet. Das mikroskopische Bild ist bereits von ZIRKEL⁴⁵ so trefflich geschildert worden, dass ein weiteres Eingehen auf dasselbe hier unnöthig erscheint.

Der sogenannte Traversellit zeigt genau dieselbe Erscheinung von faserigen und krystallinisch körnigen Hornblende-Aggregaten in Augitformen.

Von den zahlreichen, von BLUM⁴⁶ und G. BISCHOF⁴⁷ erwähnten Paramorphosen von Kalkspath nach Aragonit, wurde ein Präparat von dem Vorkommen der Emericusgrube bei Offenbanya in Siebenbürgen gefertigt. Das Prisma, mit Kalkspathrhomboëdern besetzt, ist im Inneren fast impellucid durch Hohlräume und Flüssigkeitseinschlüsse. Dasselbe besteht aus einem Aggregat von kleinen Kalkspath- und Aragonitkrystallen, über welches z. Th. die Spaltungslinien des Aragonits hinwegsetzen. Der Kalkspath und Aragonit liegen ohne jede Vermittelung dicht neben einander, in grösseren hellen Partien. Ersterer zeigt meist die charakteristische, gekreuzte Zwillingsstreifung. Eine äussere Zone, von dem

⁴⁵ Mikr. Besch. pag. 178.

⁴⁶ P. 316; I. 148; III. 263.

⁴⁷ Chem. Geol. II. pag. 113—119. — Über die eigenthümlichen Ätzfiguren bei den theilweise in Kalkspath umgewandelten Aragonitkrystallen berichtet LEYDOLT, in Sitzber. d. k. Wiener Ak. 1856. pag. 28.

Kernkrystall scharf abgegrenzt, besteht lediglich aus klaren Kalkspathkrystallen.

Ein Aragonitkrystall von Kolosoruk in Böhmen, welcher aus einem inneren, farblosen Kern besteht, um welchen in zwei scharfen Zonen eine weissliche Körnermasse liegt, welche aus verschiedenen grossen Aragonitpartien besteht, scheint den Beginn der Paramorphose anzudeuten, indem sich eine äussere Schicht in kleine Krystallkörner aufgelöst hat, welche auch an mehreren Stellen in den inneren, klaren Kern eingedrungen sind. Die Zwillingsstreifung des Aragonits setzt auch über diese Körner hinweg; doch konnte an keinem der kleinen Körner constatirt werden, dass sie aus Kalkspath beständen.

Die Hauptresultate obiger Untersuchungen lassen sich folgendermassen kurz zusammenfassen:

Eine Eintheilung der Mineral-Pseudomorphosen hat lediglich auf dem chemischen Zusammenhange der Substanzen des ursprünglichen und des pseudomorphen Minerals zu basiren.

Der Name „Verdrängungs-Pseudomorphose“ für alle die Pseudomorphosen, bei denen kein chemischer Zusammenhang der Substanzen des ursprünglichen und des pseudomorphen Minerals stattfindet, ist wegen seiner allzu engen Beschränkung wenig angemessen.

Sowohl bei den Pseudomorphosen, bei denen ein solcher Zusammenhang besteht (den sogen. Umwandlungs-Pseud.), als bei denen, wo dies nicht der Fall ist, lassen sich zwei Fälle der Bildungsweise unterscheiden und nachweisen: durch Umhüllung (oft mit nachheriger Ausfüllung) oder eigentliche Verdrängung, von denen namentlich die Umhüllung eine grosse Verbreitung hat, auf welche oft noch einer der beiden anderen Prozesse (Ausfüllung oder eigentliche Verdrängung) folgt. Häufig werden Krustenbildungen als der Beginn von Pseudomorphosen nachgewiesen, wo man sie anfänglich nicht vermuthet hatte.

Eine scheinbar von innen ausgehende Umwandlung von Mineralien ist stets durch Sprünge, welche in das physikalisch verschieden beschaffene Innere des Krystalles hineinragen, bedingt.

In einigen Pseudomorphosen von Chalcedon oder Hornstein nach Kalkspath finden sich krystallinische, mikroskopisch kleine Partien von Kalkspath, die jedoch nicht als Zersetzungsrückstand, sondern als mit der Ausfüllungsmasse gleichzeitig entstandene Neubildungsproducte anzusehen sind.

Dasselbe Phänomen zeigen die als Pseudomorphosen nach Flussspath erkannten Chalcedonwürfel von Trestyan in Siebenbürgen, in denen kleine, frische Flussspathwürfel innerhalb der Chalcedonmassen zerstreut liegen.

Bei einzelnen Pseudomorphosen von Quarz nach Kalkspath beteiligten sich auch Fluoralkalien in chemischen Reactionen.

Flussspath findet sich durch chemische Reactionen in Steinmark-ähnliche, krystallinische Massen zersetzt.

Die Umwandlung des Augites lieferte Grünerde, Kalkspath und Magneteisen. Erstere bildet die äussere Schicht der Pseudomorphose.

Reine Boracitsubstanz zeigt ausgezeichnete Erscheinungen der Doppelbrechung.

Im Boracit finden sich zahlreiche, senkrecht zu den Flächen stehende Fasern von derselben oder sehr ähnlicher Beschaffenheit, wie der Hauptkrystall, längs denen die Zersetzung zuerst in den Krystall eintritt.

Die Leucit-Pseudomorphosen von Ober-Wiesenthal bestehen aus Sanidin und Kaliglimmer.

Eine Untersuchung des Martits lieferte keine, aus der Structur sich ergebende Aufklärung, ob derselbe eine Pseudomorphose von Eisenoxyd nach Magneteisen, oder eine selbständige Mineral-species ist.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Hornstein nach Kalkspath, Schneeberg, No. 3. Traubige, durch rothe Eisenoxydhydrat-Partikel gefärbte Substanz, durch eine scharfe Linie von farblosen, nach aussen liegenden Quarz (mit Anwachsstreifen versehen) abgegrenzt.

Fig. 2. Halbopal nach Kalkspath, Leisnig, No. 6. In der durch Sprünge und Eisenoxydeinlagerungen nicht mehr homogenen Opalsubstanz (op) liegen farblose, wenig Einschlüsse enthaltende Quarze (g) von rhomboëdrischen Krystallformen.

Fig. 3. Grünerde und Kalkspath nach Augit, Fassathal, No. 11. Grünerde (g) am äusseren Rande der scharfbegrenzten Pseudomorphose und auf den Spaltungsflächen des Kalkspathes (k); mit Magnetitkörnern.

Fig. 4. Nakrit nach Prosopit, Schlaggenwald, No. 27. Farblose, an den Spitzen etwas trübe, krystallinische Faserbündel von Nakrit, gegen Prosopit, frischen Topas (t) und die schmutziggelbe, kleinfasrige, fast körnig erscheinende Substanz (kr) vordringend und letztere z. Th. einschliessend (f) in kaolinische Substanz zersetzter Flussspath, nicht geradlinig und scharf gegen die dem Prosopit entstammenden Massen abgegrenzt.

Fig. 5. Göthit, in Krystallgruppen, kugeligen Aggregaten und fadenähnlichen Formen in farblosem Quarz (q) liegend. Aus dem unteren Theile eines Martitkrystalles von Digby Neck, Nova Scotia. No. 30.

Fig. 6. Boracit von Lüneburg, No. 22. Von der geraden Linie, welche einer Rhombendodekaëderfläche entspricht, ragen senkrechte, oft gebogene (Parasit-) Fasern. In der Masse liegen farblose, spiessartige Nadeln, parallel und senkrecht zu den Würfelflächen, sich meist senkrecht kreuzend.

Fig. 7. Schematisches Bild des Durchschnitts eines Boracitkrystalles. a Rhombendodekaëderflächen, von denen senkrecht in das Innere Fasern (von Parasit) ragen, die in einem auf die Würfelflächen b senkrecht stehenden Diagonalkreuz endigen.

Fig. 8 und 9. Angeschliffene Bruchflächen der Pseudomorphose von Brauneisenerz nach Pyrit von Schindelberg bei Osnabrück, No. 13. Natürl. Grösse. Die hellen Streifen bedeuten frischen Pyrit, zwischen ihnen liegt etwas angegriffene Substanz, welche durch die Vereinigung von Pyrit und Brauneisen eine halbgänzende Beschaffenheit erlangt hat.

Fig. 10. Schematisches Bild eines durchschnittenen Flussspathwürfels, mit eingelagerten, farblosen, rhombischen Krystallen, in sehr regelmässiger Anordnung. No. 28. Nat. Grösse.

Fig. 1.



Fig. 2.

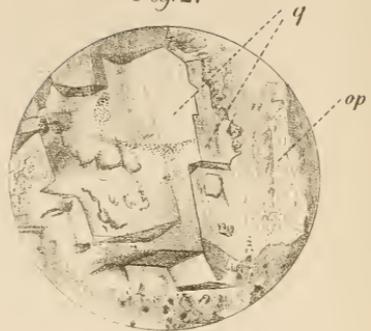


Fig. 3.

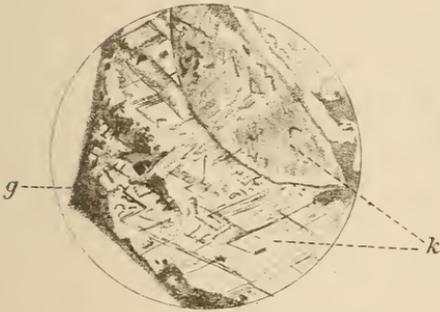


Fig. 4.

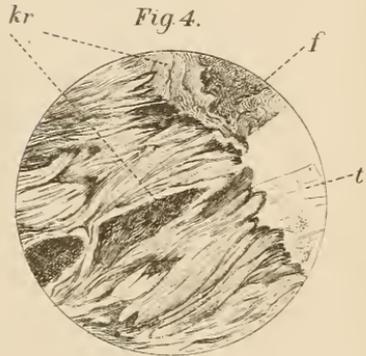


Fig. 5.



Fig. 6.

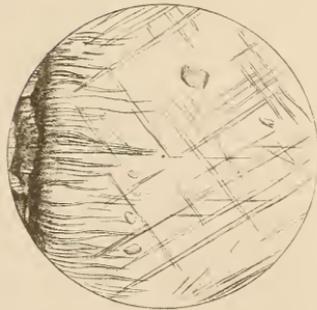


Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.



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: 1876

Band/Volume: [1876](#)

Autor(en)/Author(s): Geinitz Franz Eugen

Artikel/Article: [Studien über Mineralpseudomorphosen 449-503](#)