

Über
die Pseudomorphosen
und
ihre anogene und katogene Bildung.

Von
W. Haidinger.

Vorgetragen am 19. September 1843 in der mineralogischen Section der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Gratz.

Aus den Abhandlungen der k. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften (V. Folge, Band 3.)

Prag, 1844.

Druck und Papier von Gottlieb Haase Söhne.

Über die Pseudomorphosen und ihre anogene und katogene Bildung.

Von

W. Haidinger.

Werner begann das Studium der Pseudomorphosen mit ihrer Erklärung. Man glaubte sie zu kennen, weil man wusste, was Ausfüllung und was Überzug sei.

Haüy's Begriff der Epigenese entspricht gut dem allgemeinen Vorgang der Bildung dieser Körper, die spätere Entstehung bezeichnend.

Erst in der neueren Zeit begannen die Mineralogen die einzelnen Fälle genauer zu studiren, und wir besitzen schon so viele Beobachtungen, und diese werden noch immerfort durch neue in solcher Ausdehnung vermehrt, dass die Anordnung derselben nach gewissen Gesichtspuncten zum Bedürfniss geworden ist, um das Mannigfaltige leichter zu übersehen.

Ich hatte manches bis dahin nicht Beschriebene in der Natur beobachtet, und nebst mehreren Bekannten in einem Aufsatz zusammengestellt, der im Jahre 1827 in den Schriften der königl. Gesellschaft in Edinburg erschien. Um die zunächst mit einander zusammenhängenden Fälle möglichst nahe zu betrachten, versammelte ich sie in gewisse Gruppen, nach einem hervorstechenden chemischen Bestandtheile, der besonders interessante Verhältnisse zu berühren schien. Die Silicate, noch jetzt nicht vollständig durchforscht, boten damals noch weniger Anhaltspuncte. Das Fortführen von mancherlei Beobachtungen, die ich später sammelte, um den Gegenstand ausführlicher wieder vorzunehmen, wurde durch meine Verhältnisse unterbrochen; aber andere Forscher haben auf demselben Felde reiche Ernte gehalten. Mitscherlich, Gustav Rose, Breithaupt, Marx, Zippe gaben manche werthvolle Beobachtungen. Landgrebe *) und Blum **) wurden durch die stets wachsende Menge, die insbesondere Blum durch vieles wichtige Neue vermehrte, zur Aufstellung von allgemeinen Ansichten der Betrachtung dieser Körper bewogen, je nachdem sie durch Aufnahme oder Verlust von Stoffen, durch Austausch gewisser Bestandtheile, oder endlich durch Ersetzung der ganzen Species durch eine neue gebildet werden.

*) Über Pseudomorphosen des Mineralreiches etc. v. Dr. Georg Landgrebe.

**) Die Pseudomorphosen des Mineralreiches v. Dr. J. Reinhard Blum.

W. Haidinger,

Obwohl in kleinere Abtheilungen geschieden, erhält die allgemeine Betrachtung der vorkommenden Fälle auf diese Weise doch keinen rechten Anhaltspunct. Man sondert gewisser massen nur im Grossen einige Fälle ab, bei welchen die chemische Erklärung durch Verlust oder Aufnahme von Stoffen sich dem Forscher aufdringt, von denjenigen, bei welchen sie weniger leicht erscheint, durch theilweisen Austausch gewisser Bestandtheile, d. i. theilweisen Verlust und Aufnahme zugleich; von den noch schwerer erklärbaren endlich, von welchen die ursprünglichen Bestandtheile der übrigbleibenden Form gänzlich verschwunden sind, und durch einen neuen Körper ersetzt werden. Stets wird aber doch die eine mineralogische Species durch eine andere vollständig verdrängt, wenn auch jederzeit durch eine solche, die in der Art, in der Anzahl, oder in der chemischen Beziehung ihrer Bestandtheile mehr und weniger mit ihr zusammenhängt. In jeder Abtheilung bleibt jeder Fall als ein einzelnes Factum stehen, ohne Zusammenhang mit andern.

Wenn aber ein Körper in einen andern verwandelt wird, oder seine Theilchen denen des andern weichen, so müssen wir billig einen dritten voraussetzen, der unter mancherlei begleitenden Umständen im Stande ist, diese Veränderung hervorzurufen. Wir dürfen wohl einen Strom von gewisser Beschaffenheit annehmen, in dem sich dieser Körper bewegt, der eine auflösende Kraft auf die Materie des gegebenen Krystals besitzt. Entweder der Strom löste einen Bestandtheil dieser Materie auf, und führte ihn mit sich fort, so dass der Rest in der Form, gleichsam auf einem Filtro unauflöst zurückblieb, oder die Materie fällte aus der Auflösung, die in dem Strom vorüber ging, einen Körper, der mit ihr oder anstatt ihr unauflöslich zurück blieb. Die Wirkung ist stets chemisch, aber nicht ohne eine mechanische Annäherung der Theilchen, bis zu der Entfernung, wo sie erst chemisch auf einander wirken können. Schlüsse auf diese Körper und die Verhältnisse, welche wirksam gewesen sein können, werden am sichersten begründet, wenn man die Mischungsverhältnisse der zwei gegebenen, des verschwundenen und des pseudomorphen oder neu gebildeten, aus allgemeineren Gesichtspuncten mit einander vergleicht, und dazu ist wohl der elektrochemische Gegensatz derselben der natürlichste, der denn auch diejenigen Fälle, in welchen der Inhalt gänzlich verändert wurde, auf gleiche Stufe mit denen bringt, bei welchen nur Weniges verändert worden ist.

Gewisse Veränderungen, wobei die Form der Körper bleibt, die Materie verändert wird, sind wir im Stande, nach Willkür hervorzurufen. Die wichtigsten allgemeinen Bedingungen sind Temperatur und Pressung der Atmosphäre bei allen Processen, die wir vornehmen, und wo es auf Bildung oder Zerstörung von Körpern durch das Spiel der Affinität ankommt, welche beide eigentlich auf Eins hinauslaufen; denn jede neue Verbindung löst alte auf. Ob wir bei der gewöhnlichen Temperatur absichtlich Wasser im flüssigen Zustande, oder unter dem Gefrierpuncte als Eis, oder in der Glühhitze als Dampf mit Eisenfeile von gleicher Temperatur zusammenbringen: so werden selbst bei gleicher Pressung der Atmosphäre die Resultate sehr verschieden sein.

Aber schon der natürliche Weg im Wechsel der Jahreszeiten bringt so manche auffallende, wenn auch alltägliche Erscheinungen hervor. Der Winter verwandelt das flüssige Wasser in festes Eis. Im weitesten Sinne könnte man annehmen, dass dabei eine Art von

Pseudomorphose gebildet werde, denn das Eis nimmt den äussern Raum ein, den das Wasser früher erfüllte. Ebenso schießt der krystallisirte Zucker innerhalb der bekannten stangenförmigen Gestalten des geschmolzenen amorphen Zuckers an. Diess sind die einfachsten Verhältnisse des Vorkommens von Bildungen eines zweiten Körpers in dem von einem andern erfüllten Raume, die man jedoch gewöhnlich nicht mit den eigentlichen Pseudomorphosen betrachtet, weil die Körper, welche die Gestalt liefern, selbst amorph sind; obwohl man sich ihrer nützlich als Anfangspunct bei den dahin gehörigen Betrachtungen bedienen kann. Der amorphe Zucker ist ebensowenig individualisirt, als das Wasser; erst der krystallisirte, so wie das Eis nimmt unorganische Gestaltung an, er verhält sich zum Zucker wie Wasser zum Eis, er zeigt den Wasserzustand des Zuckers.

Die Physik unterscheidet die Zustände fest und flüssig. Das Flüssige des Wassers zeigt uns keine solche Verschiedenheiten wie das Flüssige der Zuckerlösung oder des geschmolzenen Zuckers selbst. Der letztere geht durch Temperatur-Abnahme durch alle Abstufungen des Düninflüssigen, Dickflüssigen und Zähnen bis zu dem Punct, dass längere Stangen noch biegsam sind, und Eindrücke vom Fingernagel annehmen, und dabei ihre vollkommene Durchsichtigkeit und muschligen Bruch beibehalten und auch noch jenseits desselben, so dass sie vollständig fest erscheinen. Aber zwischen diesen Zuständen existirt kein fester Schmelzpunkt. Die Substanz geht allmählig aus dem festen in den flüssigen über. Wir finden keine feste Grenze. Man begreift diese Art des Festen und das Flüssige unter dem Namen des Amorphen. Aber in dem amorphen Zucker, obwohl scheinbar fest, sind die Theilchen noch so beweglich, dass sie der Krystallisationskraft folgen können, wodurch Individuen gebildet werden. Dieser eine feste Punct findet bei verschiedenen Körpern auch in verschiedenen Temperaturen statt.

Die Eigenschaft der Biegsamkeit bei angewandtem Drucke kommt aber auch krystallisirten Körpern zu. So ist das Steinsalz in den schönsten Krystallblättchen biegsam und nimmt Eindrücke vom Fingernagel an. Wohl darf man annehmen, dass jedes krystallinische Atom ursprünglich bei durchweg gleichbleibenden Verhältnissen eine ebenflächige Lage annimmt. Aber wir treffen theilbare Steinsalz-Varietäten mit in mancherlei Richtungen gebogenen Flächen. Die Mineraliensammlung der k. k. Hofkammer im Münz- und Bergwesen bewahrt deren mehrere, vorzüglich von Aussee in Steyermark. Es lässt sich dabei eine Veränderung der Lage der Theilchen durch Druck voraussetzen. Diese geschah in einem festen individualisirten Minerale. Die Theilchen verschoben sich aneinander, aber doch nur mechanisch, und befinden sich nun in einer Spannung, welche chemischer Affinität, oder erneuerter gegenseitiger individualisirender Anziehung Raum gibt.

Wenn in den bekannten, im Mergel schief gedrückten Salzwürfeln die Theilbarkeit unterbrochen erscheint, und sich neue Individuen mit wenig verschiedener Stellung bilden, so sind diess wahre Pseudomorphosen von Steinsalz nach Steinsalzformen. Denn es findet im Innern eines schon gebildeten Krystalles durch die individualisirende Kraft eine neue Anordnung der Theilchen statt.

Bei tessularischen Formen, wie beim Steinsalz, ist natürlich die Ausdehnung jederzeit gleich, in drei senkrecht auf einander stehenden Richtungen. Bei den rhomboedrigen des

Kalkspathes findet durch die Wärme eine stärkere Ausdehnung in der Richtung der Axe statt, als senkrecht auf dieselbe. War daher bei einer Temperatur die Spannung ausgeglichen, so muss bei einer höheren eine neue von der vorigen verschiedene eintreten, die zur Geltendmachung von neuen Affinitäten Raum gibt.

Während wir oben aus einem Steinsalz-Individuum durch Pressung mehrere entstehen sahen, so gibt eben diese Species Beispiele, wie sich im Laufe der Zeit mehrere nahe an einander liegende nach und nach zu einem einzigen Individuum umbilden. Die k. k. Hofkammer-Mineraliensammlung bewahrt Stücke von Maros Ujvár in Siebenbürgen, welche dieses Verhältniss deutlich darthun.

Das Salz, wie es noch vor unsern Augen sich anhäuft in den Salzseen, in den Meer-salinen, künstlich oder natürlich wie in den Limans in Bessarabien, besteht aus einer Menge einzelner, lose an einander liegender Krystalle, oder vielmehr krystallinischer Anschüsse, die erst später durch fernern Ansatz in ihrer neuen Lage zu Krusten zusammenwachsen, die ein körniges Gefüge haben. Die Krystalle liegen darin natürlich in mancherlei zufälligen Richtungen. Dicke Massen solcher Niederschläge, unter Thon und Schlamm-schichten begraben, erlauben noch den Salztheilchen einige Bewegung. Die zunächst an einander liegenden ordnen sich zu grösseren Individuen. Hexaedrische Theilbarkeit geht durch viele hindurch, zeigt aber keine vollkommen glatte und ebene Flächen. Jede derselben ist wie von Mosaik aus einer Menge in ihrer Stellung wenig abweichender Individuen zusammengesetzt. Nach der Mittheilung meines gewesenen Zuhörers Herrn Karl Foith, von Deésakna, findet man mehr als centnerschwere Massen, welche diese Beobachtung bestätigen. Zu entfernteren Krystallisations-sphären gehörige Theilchen grenzen dann entschieden in abweichenden Stellungen an einander, und bilden grobkörnige oder grosskörnige Zusammensetzungen.

Bei diesen Bewegungen der kleinsten Theilchen werden fremdartige Stoffe ausgeschieden, so das Wasser, atmosphärische Luft, Kohlenwasserstoffgas, das in dem Knistersalz von Wieliczka in so gepresstem Zustande vorhanden ist, dass es bei der Auflösung in Wasser das umgebende Salz zersprengt, auch die bituminösen Stoffe, welche hier insbesondere einen deutlichen Stinksteingeruch hervorbringen, diese ursprünglich durch organisches Leben bedingt, wie man denn in einigen Varietäten des Spizasalzes von Wieliczka Foraminiferen u. s. w. findet; endlich erdige Stoffe, nach Massgabe der Pressung wasserhaltiger Gyps, oder wasserloser Anhydrit, Thon, der später zu Mergel wird, in dem letztern Schwefelkies u. s. w.

Schon in diesem Falle wird gewiss die Beweglichkeit der Theilchen bedeutend durch die gegen die Tiefe zu steigende Temperatur und den gleichzeitig statt findenden Druck, die Spannung von allen Seiten modificirt und erleichtert. Die Materie selbst befindet sich dabei in einem geschlossenen Raume. Bekanntlich ist in geschlossenen Räumen die Spannung durch die Temperatur bedingt. Cagniard de la Tour fand, dass Wasser mit dreimal soviel Luft in einem Gefäss hermetisch geschlossen bei 400° den ganzen Raum gasförmig, als ein gleichförmiges Fluidum erfüllte. Flüchtigere Körper bei niedrigeren Temperaturen, wie denn eine in der Höhlung eines Amethystkrystalles von Sir David Brewster entdeckte Flüssigkeit dieses Phänomen durch die Hand erwärmt zeigte. — Nach dem Gesetze, dass die Temperatur bei

100 Fuss um einen Grad steigt, genügt für diesen Effect schon eine geringe Tiefe zwischen anderthalb und zwei Meilen. Es ist erlaubt anzunehmen, dass bei einer grössern Tiefe Temperaturgrade eintreten, welche bei dem auf der Oberfläche bestehenden geringen Druck Alles in geschmolzenen Zustand versetzen würden. Vieles wird in dieser Temperatur durch den Druck von Oben abgeändert. Aber Wirkung und Gegenwirkung sind stets einander gleich.

Wichtig für die Wirkung von Pressung scheint eine Beobachtung Jeffrey's, von welcher Berzelius*) Nachricht gibt. Schwach gebrannte Mineralwasser-Thonkrüge gefüllt, mit einer Auflösung von $1\frac{1}{2}$ Drachmen kohlen-sauren Natrons in 20 Unzen Wasser und Kohlensäure, unter dem Druck von 8 Atmosphären, liessen beides, Gas und Wasser durch. Stärker gebrannte liessen bloß Gas durch, kein Wasser. Noch stärker gebrannte kein Gas, sondern Wasser mit sammt dem aufgelösten Salze.

Bodensätze von Schlamm, von Thon, von Sand, so wie das Wasser selbst üben einen der Tiefe entsprechenden Druck aus. Aber nicht Alles ist Druck von oben. Der Bergmann weiss sehr gut, dass der Firstendruck verhältnissmässig stärker ist, wenn er wenig Erdreich, besonders rolliges, über sich hat. In tieferen Strecken, ganz im festen Gestein, bemerkt man keinen Druck; die Festigkeit desselben ist selbst das Resultat der Ausgleichung des früher vorhandenen Druckes bei einer Temperatur, welche neuen Affinitäten Bahn machte. So gross sind wir berechtigt, den Grad der gegenseitigen Pressung anzunehmen, dass im Vergleich mit demselben die Schwere, das Resultat der Anziehung aller Körper gegen ihren gemeinschaftlichen Schwerpunct oder den Mittelpunct der Erde, höchst unbedeutend erscheint. Hier im Kleinen wird nun die individualisirende oder Krystallisationskraft thätig, die unter diesen Verhältnissen viel ungehinderter wirken kann als in unseren Laboratorien, wo wir nur bei der einseitigen gewöhnlichen Pressung der Atmosphäre arbeiten. Manches gelingt daher in jenen Räumen, was uns zu erzeugen unmöglich bleibt. Die Gesammtmassen jedoch äussern auch wieder ihren proportionellen Druck gegen die Unterlagen und in der Nachbarschaft. Störungen geben Anlass zu vulcanischen Eruptionen, als Sicherheits-Processe für die Gestalt der Erdoberfläche, zu Erdbeben, wobei sich jene Störungen wieder ausgleichen, deren grossartigste Ereignisse aber jene ungeheueren Zerreibungen der Erdrinde darstellen, wodurch eine neue Form derselben hervorgebracht wird, und Theile einer und der nämlichen Schicht hoch über das Niveau der frühern Lage als Gebirgsmasse emporgehoben wird, während das Gleichgewicht es erfordert, dass sich ein angemessener Theil in die Tiefe hinabgedrückt finde. Ganz verschiedenen Zuständen sind nun zusammenhängende Theile einer gleichförmig gebildeten Gebirgsschicht preisgegeben. Während der emporgehobene Theil nach und nach eine niedrigere Temperatur annimmt, und während er auf der Oberfläche auf mehr mechanische Weise austrocknet, steigt die Temperatur stufenweise in der Tiefe, bis sie denjenigen Grad erreicht hat, welcher der Depression entspricht. Neue Verhältnisse finden nun Statt, eine neue Modification von Druck in den Massen, die ihren Seiten-Zusammenhang verloren haben; endlich werden neue Sättigungspuncte hervorgerufen, die den neuen Verhältnissen von Druck und Temperatur angemessen sind.

*) Jahresbericht 21. II. p. 36.

Die Veränderungen, obwohl gewalthätig im Ganzen und ungeheuer, aus einem allgemeinen Gesichtspuncte, gehen oft über die feinsten, zartesten Bildungen schonend hinweg. Die ursprünglichen Formen organischer Wesen, von Pflanzen und Thieren bewundern wir noch in harten Substanzen, die allmählig den Platz der organischen Materie eingenommen haben. Eben so treffen wir noch die Formen von Krystallen verschwundener Mineralspecies erfüllt von neuen, denen sie fremd sind. Bei einer allgemeinen Betrachtung können wir Versteinerungen und Pseudomorphosen nicht trennen, so wie denn beide am nützlichsten zu dem Zwecke des Verständnisses aus einem gemeinschaftlichen Gesichtspuncte mit den Veränderungen der Gestaltung der unorganischen Materie überhaupt zu betrachten sind, mag diese individualisirt sein oder nicht. Aber um dieses Chaos in Massen zu sondern, dienen uns beide als feste Vergleichungspuncte.

Immer und überall wirken die Stoffe nach den ihnen eigenthümlichen Eigenschaften; in vielen Wirkungen sind wir Herren derselben, andere hängen von Verhältnissen ab, die über unsere Kräfte sind. Diese Verhältnisse zu erforschen, sie in allgemeinen Bildern darzustellen, wird daher der Gegenstand unseres Studiums bei den Pseudomorphosen sein.

Unterstützt von Temperatur-Differenz und Pressung, sind die allgemeinsten Stoffe, deren Wirkung sich bemerkbar macht, die sogenannten atmosphärischen Agentien, Luft und Wasser. In dem letzteren insbesondere sind die wichtigsten, kraftvollsten Stoffe, Oxygen und Hydrogen, mit einander gesättigt, und erwarten, um kräftigst auf andere einwirken zu können, nur die Zerlegung, welche durch die so allgemein verbreitete Electricität, in ihrer galvanischen Wirksamkeit nicht ausser dem Kreise unserer Betrachtung liegt.

Übereinstimmend wird die Vergleichung der Mischung in den Pseudomorphosen mit der elektrochemischen Reihung der einfachen Stoffe, und ihr relativer Gegensatz für ihre leichtere Übersicht im Zusammenhange mit einander grosse Vortheile gewähren.

Eine jede Pseudomorphose drückt uns zwei feste Puncte in der Reihung chemischer Verbindungen aus. Die ursprüngliche Species ist der Anfangspunct, die neue in der Pseudomorphose auftretende die Richtung der Veränderung. Setzen wir Oxygen als Anfang, Kalium als Ende, so erscheint uns Reduction als progressiv, Oxydation als retrograd. So wird die Bildung von Bleiglanz nach Pyromorphit als der Reduction, die von Pyromorphit nach Bleiglanz als der Oxydation analog betrachtet werden können. Ein gänzlich paralleles Verhalten mit dem ersten Beispiel hat der gewässerte Brauneisenstein gegenüber dem Schwefelkies; nebst der Oxydation tritt aber hier noch Wasser zu der Mischung. Wasser selbst spielt aber auch oft die Rolle einer Säure. Eine gewässerte Verbindung steht dann dem Oxygen-Anfangspuncte näher als eine wasserlose. Ein diesem Verhältnisse entsprechendes Beispiel, wenn auch mehr durch die Verhältnisse des Vorkommens in der Natur genähert, ist der Gyps in Anhydrit-Formen. Wir betrachten diess als eine der Oxydation analoge Bewegung.

Mennige statt Bleiglanz ist gewiss Oxydation, Weissbleierz in Bleiglanzformen ebenfalls, letzteres noch dazu in Verbindung mit Säure, Salz statt Sulphuret. Aber die Bildung von Mennige in Weissbleierzformen bleibt immer noch Oxydation, denn das Oxygen selbst ist doch der in der Reihe ganz am Anfange gestellte, der elektronegativste Stoff.

Die Bildung von Quarz, Kieselsäure, in seinen verschiedenen Abänderungen als Pseudomorphose gehört hierher, so wie er abgesetzt erscheint in den verschiedenartigsten Formen nach so manchen theils kieselerdehaltigen Verbindungen, in welchen nur die Basen durch die Säure ersetzt werden, und daher das Ganze mehr elektronegativer erscheint, theils nach ganz fremdartigen Verbindungen von anderen Säuren mit Salzbasen.

Betrachten wir im Allgemeinen einige Umstände, welche das Vorkommen von Veränderungen in der Mischung der Körper in der Natur begleiten, so ist insbesondere die Bildung von Schwefelkies und Brauneisenstein höchst lehrreich. In den Thonstraten, manchen Sandsteinen, Mergeln u. s. w. finden wir einen grauen Kern, von Eisenoxydul gefärbt, und Schwefelkies, manchmal kohlen-saures Eisen enthaltend, umgeben von einer gelben oder braunen Rinde, die Eisenoxydhydrat enthält. Die Rinde und der Kern stehen in dem Verhältnisse von oxydirten und reducirten Körpern. Während die Reduction statt fand, musste die Schicht in anderen Verhältnissen sich befunden haben als nun, wo der entgegengesetzte Process vor sich geht. Sie befand sich in grösserer Tiefe abgelagert, dadurch unter stärkerer Pressung, die jetzt entzogen wird. Die mindere Pressung ist also nun der Oxydation, die stärkere war der Reduction günstig gewesen.

Bei gleicher Pressung ruft Veränderung der Temperatur für sich neue Verwandtschaften des Oxygens hervor; so bekanntlich beim Mercur die Reihe von unserer gewöhnlichen bis zur schwachen Rothglühhitze dreierlei Zuständen entspricht. Bei der ersten ist das Mercur und sein Oxyd unverändert, bei der letzteren wird das Oxygen aus dem Oxyd geschieden, und Metall gebildet. In einer Zwischentemperatur entsteht aus dem Metall Oxyd durch Aufnahme desselben Stoffes. Eisenvitriol, sehr langsam bis zum Glühen erhitzt, gibt Pseudomorphosen von Eisenoxyd; ich machte diese Beobachtung gelegentlich in einem Porzellan-Glühofen; für das Eisen bedingt also eine höhere Temperatur bei gleichem Drucke Oxydation, ein Umstand, der wohl zu manchen Pseudomorphosen von Eisenglanz nach Magnet-eisenstein, z. B. bei den Varietäten aus Brasilien, Veranlassung gewesen sein mag.

Aber auch Oxydation mit gleichzeitiger Entwässerung schliesst sich an Prozesse dieser Abtheilung an, wie unter Andern die Bildung von Pyrolusit nach Manganit, oder von Roth-eisenstein nach Würfelerz. Alles diess in elektronegativer Richtung.

Die entgegengesetzte Richtung, Verminderung des Wassergehaltes nebst dem Abgange einiger Bestandtheile, wie bei Prehnit nach Analzim, oder Schwefelung statt Oxydation, wie bei dem oben gegebenen Beispiele des Bleiglanzes nach Pyromorphit, die Bildung des Schwefelkieses überhaupt, die wir im Gefolge stärkerer Pressung sehen, strebt zum elektro-positiven Endpunct der Reihe. Hier gibt uns aber der Wassergehalt ganz eigenthümliche Betrachtungen an die Hand. In einer nicht zu grossen Tiefe, vermehrt die Pressung die Affinität des Wassers zu gewissen festen Stoffen, während die höhere Temperatur in grösserer Tiefe keinen wässrigen Bestandtheil mehr zulässt. Von dem erstern liefert der Kaolin nach Feldspath einen augenscheinlichen Beleg. In dem Kaolin von Zettlitz in Böhmen finden sich Schwefelkieskugeln. Ich verdanke meinem verehrten Freunde, dem Herrn Geheimen Medicinal-rathe Mitscherlich, mit dem ich vor vielen Jahren diese Localität das erstemal besuchte,

die Berichtigung der bis dahin dort geltenden Ansichten. Man hatte den Kaolin als Resultat der Verwitterung von Granitsand betrachtet. Mitscherlich sprach ihn als an Ort und Stelle verwitterten Granit aus, gestützt zum Theil auf das Vorkommen von nicht verändertem Turmalin. Die Schwefelkieskugeln aus diesem Kaolin sah ich vielfältig in den Lieferungen von diesem Materiale, wie es der Elbogner Porzellanfabrik zugefahren wurde. Wäre der Veränderungsprocess der Oxydation analog gewesen, so würden sich gewiss nicht Schwefelkieskugeln zusammen gezogen haben, sondern alles Eisen wäre zu Brauneisenstein verwittert. Der Process der Kaolinbildung ist also ein in elektropositiver Richtung fortschreitender, der Reduction analog.

Die Bildung dioritischer Gesteine mit ihren Schwefelkiesen, aber auch ihre Verwitterung, bei der sie als weisse wasserhaltige Massen erscheinen, denn auch in diesen kommt der genannte orientirende Körper vor, gehört zu dieser Abtheilung fortschreitender Bildungen, wenn auch in verschiedenen, jener in tieferen, dieser in höheren Lagen innerhalb der Erdrinde, während das der Oxydations- oder elektronegativen Richtung entsprechende Nebenproduct, der mit den Alkalien als ein Theil der Kieselerde aus der Mischung jener Gesteine verschwundene Körper in mannigfaltigen Varietäten, als: Quarz, Hornstein, Chalcidon, Jaspis u. s. w. in Gängen ausgeschieden erscheint.

Speckstein nach Quarz, nach so manchen anderen Species in Pseudomorphosen erscheinend, gehört hierher, während wir genöthigt sind, denselben Körper nach Dolomit gebildet für der Oxydation oder Säuerung analog zu nehmen.

Die Bildung von Braunspath, von Dolomit selbst, aus und nach Kalkspath ist deutlich fortschreitend in elektropositiver Richtung. Fehlte uns Alles, so würden die Schwatzer Fahlerze als Beweis gelten, die sich aus dem Dolomit, also reducirt ausgeschieden haben. Eine spätere geognostische Höhenstellung gab an diesem Orte Veranlassung zu neuen Bildungen im entgegengesetzten Wege, Malachit nach Kalkspathformen, von Blum beschrieben, Kupferlasur nach Fahlerz, wovon ein schönes Beispiel in dem k. k. montanistischen Museum zu sehen ist.

Zur Bezeichnung dieser zwei grossen und wichtigen Abtheilungen der Vorgänge in den Pseudomorphosen durch eigene Ausdrücke passen keine von allen denen vollständig, die im Vorhergehenden angewendet wurden, sobald man ein einzelnes allgemein gültiges Wort auswählen will. Die auf die veränderte geognostische Höhenstellung bezüglichen Ausdrücke anogen und katogen, von den allgemein gebräuchlichen griechischen Wörtern *άνω* *hin* auf und *κάτω* *hin* ab, scheinen alle wünschenswerthe Beziehungen auszudrücken, indem sie nebst diesem Verhältnisse auch auf den verschiedenen Grad der Pressung, endlich auf den galvanischen Gegensatz der Pole einer Säule hindeuten, in welcher diese beiden Stamm-sylben in Anode, dem Zinkpole, an dem sich der Sauerstoff entwickelt, und Kathode, dem Kupferpole, an dem sich der Wasserstoff entwickelt, enthalten sind.

Wir betrachten daher die Pseudomorphosen in zwei grösseren Abtheilungen oder Classen, den anogenen und den katogenen, eine jede unterabgetheilt nach der Gegenwart oder dem Abgange des Wassers in dem Producte, um die Anzahl der zugleich zu be-

trachtenden Fälle in etwas zu vermindern, obwohl auch hier, wie bei allen Reihen die Grenzen nicht fest sind; denn die Quantität des Wassers ist oft an sich sehr geringe, oder es hängt von theoretischen Betrachtungen ab, ob es als der Mischung wesentlich erscheine. So geben frühere Analysen von Klaproth und von Bucholz und Brandes dem Göpfersgrüner Speckstein $5\frac{1}{2}$ pCt. Wasser. Lychnell fand gar keines, aber er hatte das Mineral im luftleeren Raume über Schwefelsäure getrocknet. Es darf hier billig gefragt werden, ob nun dieses letzte Resultat die wahre Mischung des Specksteines, wie er sich in der Natur gebildet vorfindet, darstelle, oder vielmehr die Mischung einer neuen künstlich hervorgebrachten Pseudomorphose nach natürlichem Speckstein, so wie etwa pulveriges wasserloses Glaubersalz auf die nämliche Art aus dem krystallisirten gewässerten erhalten würde, ohne dadurch die wahre Mischung jener Species darzustellen.

In einer gewissen Tiefe der Schichten von der Oberfläche nieder erscheinen Thon und andere nicht krystallisirte Mineralien im constanten feuchten Zustande; die Untersuchung dieses Zustandes wäre gewiss nicht unwichtig zur Beurtheilung des Abstandes dieser Körper von dem Zustande bei der gewöhnlichen Austrocknung an der Atmosphäre von einer gewissen Durchschnittsbeschaffenheit. Die Zweckmässigkeit der Anwendung einer so gewaltsamen Austrocknungsmethode, als die bei gänzlich aufgehobener Pressung, muss wohl immer dem Urtheil des Analytikers anheim gestellt werden.

Bei dem Speckstein gibt der Versuch in der Glasröhre oder im Kolben über der Spirituslampe stets Wasser, selbst bei Stücken, die lange Jahre in trockenen Sammlungen gelegen hatten.

In dem nachstehenden Verzeichnisse habe ich die meisten der von Blum gesammelten Pseudomorphosen nach den elektrochemischen Gegensätzen in den angeführten zwei grossen Abtheilungen und innerhalb derselben in kleinere Gruppen zur bequemeren Übersicht gesondert. Vollständigkeit suchte ich hier nicht zu erreichen, so dass auch mehrere, die ich theils selbst beschrieben, theils später beobachtet, nicht mit registriert sind. Manche problematische, auch die von Blum als solche betrachteten, blieben weg. Es war mir hier mehr um das Princip, die allgemeine Ansicht dieses Verhältnisses zu thun.

Überhaupt ist es keineswegs für wahre Kenntniss förderlich, die unsicheren Angaben älterer Schriftsteller gleichen Schrittes mit den genaueren Angaben bewährter Mineralogen der neueren Zeit aufzuführen. Auch verdienen diese Angaben selbst die möglichste Sichtung. Besser ist es weniger, und das mit möglichster Sicherheit zu geben. Sind die Daten erst festgestellt, dann gebietet die literarische Gerechtigkeit, den Quellen nachzuforschen; nur heisse es immer »*amicus Plato, sed magis amica veritas.*« Erst die Natur, dann die Autorität.

Bei den Pseudomorphosen so vieler Silicate entbehren wir noch der genauen Kenntniss der Mischungen der ursprünglichen und der neu gebildeten Species. Aber was noch jeder Schriftsteller, der sich mit diesem Gegenstand beschäftigte, gewünscht hat, wir werden nach und nach von dem Eifer und der Anzahl der Naturforscher alle Verhältnisse, die genaue Bestimmung der Species, das vollständig beobachtete geognostische Vorkommen in

der Natur, endlich die Mischung der beiden Species, mit einem Wort die genaue Kenntniss der beiden festen Punkte in der elektrochemischen Reihe, erhalten.

Zu mehreren Abschnitten folgen kurze Bemerkungen, die mehr das einzelne Detail berühren. Ob auch Alles richtig gedeutet sei? Ich will es nicht behaupten, doch scheint mir dieser erste Versuch einer elektrochemischen Reihung viel für die spätere Ausführung zu versprechen.

I. Anogene Pseudomorphosen.

1. Wasserlose.

a) Sulfurete nach Sulfureten.

1. Buntkupfererz nach Kupferglanz,
2. Kupferkies nach Kupferglanz.

Kupferglanz wird zu Buntkupfererz Cu zu $\text{Cu}^3 \text{Fe}$, durch Aufnahme von zwei Drittel Atomen des elektropositiven Eisens gegen eines des elektronegativen Schwefels, bei gleichbleibenden Kupferverhältnissen zu Kupferkies Cu Fe durch Aufnahme von 2 Fe und 3 S, also mehr des elektronegativen als des positiven Elementes. Sie finden sich in Cornwall. Ich beobachtete sie unter andern in Allan's Sammlung.

3. Schwefelkies nach Arsenikkies.

Diese Verbindung Fe nach $\text{Fe S}^2 + \text{Fe As}^2$ entsteht durch Verschwinden des elektropositiven FeAs^2 . Sie wurde von Blum an einer Freiburger Varietät beschrieben.

Der mehr negative Zustand der pseudomorphen gegen die ursprüngliche Species ist klar, weniger auffallend jedoch als bei den nun nachfolgenden Abtheilungen bis zu den Bildungen von Salzen in den Formen anderer Salze.

b) Oxyde nach Metallen oder Sulfureten.

1. Antimonit nach Antimon,
2. Antimonit nach Antimonglanz,
3. Pyrantimonit nach Antimonglanz,
4. Wismuthocher nach Nadelerz,
5. Mennige nach Bleiglanz,
6. Rotheisenstein nach Eisenkies.

c) Salze nach Sulfureten.

1. Bleivitriol nach Bleiglanz,
2. Pyromorphit nach Bleiglanz,
3. Weissbleierz nach Bleiglanz,
4. Gelbbleierz nach Bleiglanz.

d) Oxyde nach Salzen.

1. Mennige nach Weissbleierz,
2. Rotheisenstein nach Spatheisenstein,
3. Pyrolusit nach Kalkspath,
4. Hausmannit nach Kalkspath,
5. Rotheisenstein nach Kalkspath.

e) Oxyde nach Oxyden, Fluoriden.

1. Eisenglanz nach Magneteisenstein,
2. Rotheisenstein nach Fluss.

f) Salze nach Salzen.

1. Schwerspath nach Witherit.

Bei der Bildung von Schwerspath $\text{Ba S}^{\ddot{}}$ nach Witherit $\text{Ba C}^{\ddot{}}$ tritt die elektro-negativere Schwefelsäure an die Stelle der Kohlensäure, welche als mehr positiv verschwindet. Die Varietäten von Dufton.

2. Pyromorphit nach Weissbleierz.

Die chemischen Zeichen des ersteren $\text{PbCl} + 3\text{Pb}^{\ddot{}}\text{P}^{\ddot{}}$ und des zweiten $\text{Pb C}^{\ddot{}}$ stellen keinen klaren Gegensatz dar. Dass die Pseudomorphosen hier ihren richtigen Platz haben, schliessen wir aus dem auf dem Gange zugleich vorkommenden Brauneisenstein nach Spatheisenstein (I. 3. e.), in welchem diese Richtung unverkennbar ist; wie diess Blum an dem von ihm beobachteten Falle von Markirchen beschreibt.

3. Speckstein nach Dolomit oder Bitterspath.

In den Formeln $\text{Mg Si}^{\ddot{}}$ nach $\text{Ca C}^{\ddot{}} + \text{Mg C}^{\ddot{}}$ erscheint die Veränderung deutlich. Erst verschwindet das elektropositive Element $\text{Ca C}^{\ddot{}}$, dann wechselt die positive Kohlensäure $\text{C}^{\ddot{}}$ gegen die negativere Kieselsäure $\text{Si}^{\ddot{}}$.

4. Speckstein nach Spinell.

Hier weicht $\text{Mg Al}^{\ddot{}}$ dem $\text{Mg Si}^{\ddot{}}$, theoretisch also die positivere Alaunerde der negativeren Kieselsäure. Der Pleonast vom Monzon enthält nach Abich:

Kieselsäure . . .	1,23
Thonerde . . .	66,89
Talkerde . . .	23,61
Eisenoxydul . . .	8,07
	99,80

In den pseudomorphen Octaedern aus dem Fassathal fand einer meiner Zuhörer, Hr. Joseph Stadler in Löwe's Laboratio

Kieselsäure . . .	37,5
Thonerde . . .	15,7
Talkerde . . .	25,8
Kalkerde . . .	8,7
Eisenoxyd . . .	4,6
Manganoxyd . . .	1,7
Wasser . . .	6,0
	100,0

Diese Analyse stimmt keineswegs mit der obigen theoretischen Formel für das, was Speckstein sein sollte, wobei noch nach Lychnell ein gänzlicher Abgang an Wasser angenommen ist. Die Fassa'er Pseudomorphosen wurden übrigens auch über Schwefelsäure, aber bei der gewöhnlichen Pressung der Atmosphäre getrocknet.

g) Säuren nach verschiedenen Körpern.

1. Quarz nach Bleiglanz,
2. Quarz (Quarz, Chalcedon, Hornstein) nach Fluss,
3. Quarz (Quarz, Prasem, Eisenkiesel, Chalcedon, Karniol, Hornstein) nach Kalkspath,
4. Quarz mit Feldstein nach Kalkspath,
5. Quarz (Chalcedon, Quarz) nach Bitterspath,
6. Hornstein nach Spatheisenstein,
7. Quarz (Quarz, Chalcedon) nach Baryt,
8. Quarz nach Weissbleierz,
9. Quarz nach Pyromorphit,
10. Quarz nach Scheelit,
11. Quarz nach Datolith,
12. Jaspis nach Hornblende,
13. Hornstein nach Glimmer.

Unbezweifelt ist das Vorkommen dieser Körper ein Fortschritt der Bildung in elektronegativer Richtung. Den Quarz mit Feldstein reihen wir billig hier an (4), so wie den nachfolgenden Quarz mit Zinnstein, wenn auch letztern mit minderer Evidenz, beides Gemenge.

h) Säuren und Oxyde, gemengt nach Salzen.

1. Quarz und Zinnstein nach Feldspath.

i) Dimorphe Körper.

1. Kalkspath nach Aragon.

Vorzüglich deutlich tritt aus den Beobachtungen die bestimmte elektronegative Richtung der Umwandlung von Aragon zu Kalkspath hervor. Bei gleichem Druck bildet

sich nämlich in höherer Temperatur unter dem Siedpuncte des Wassers Aragon, bei geringerer Kalkspath. Über der Temperatur der Aragonbildung tritt zwar ebenfalls Kalkspathbildung ein, doch lässt sich jene erstere in den Pseudomorphosen nachweisen. Die Temperaturgrenzen sind übrigens nicht erforscht.

2. Entwässerte.

a) Oxyde nach Oxyden.

1. Pyrolusit nach Manganit,
2. Hausmannit nach Manganit.

Pyrolusit entsteht häufig zugleich mit Brauneisenstein aus der Verwitterung des Spatheisensteines durch elektronegativen Fortschritt. Er zeigt geringere Affinität zum Wasser als der letztere, daher kann auch in den oben benannten Pseudomorphosen ein vollkommen analoger Fortschritt statt finden, obwohl der Körper entwässert wird.

b) Oxyde nach Salzen.

1. Rotheisenstein nach Würfelierz.

Bei der Bildung von Rotheisenstein überhaupt nehmen wir billig ohne Fehler eine höhere Temperatur als jene an, bei welcher sich durch Hydro-Oxydation ebenfalls elektronegativ Brauneisenstein gebildet hätte.

Diese, so wie der nächste Fall, Quarz nach Gyps, schliessen sich vollständig an die vorhergehende Abtheilung an.

c) Säuren nach Salzen.

1. Quarz nach Gyps.

3. Gewässerte.

a) Oxyde nach Sulfureten.

1. Göthit und Brauneisenstein nach Schwefelkies,
2. Brauneisenstein nach Strahlkies,
3. Brauneisenstein nach Bleiglanz,
4. Antimonocher nach Antimonglanz,
5. Kupferschwärze nach Kupferglanz,
6. Kupferpecherz nach Kupferkies.

b) Salze nach Sulfureten, Arsenieten u. s. w.

1. Eisenvitriol nach Eisenkies,
2. Kobaltblüthe nach Speisskobalt,

3. Malachit mit Brauneisenstein nach Kupferkies,
4. Kieselzink nach Bleiglanz.

c) Oxyde nach Oxyden, Fluoriden u. s. w.

1. Brauneisenstein nach Eisenglanz,
2. Brauneisenstein nach Rothkupfererz,
3. Brauneisenstein nach Fluss,
4. Psilomelan nach Fluss.

d) Salze nach Oxyden, Fluoriden u. s. w.

1. Malachit nach Rothkupfererz,
2. Kupferlasur nach Rothkupfererz,
3. Steinmark nach Fluss.

e) Oxyde nach Salzen.

1. Brauneisenstein nach Spat Eisenstein,
2. » » Ankerit,
3. » » Kalkspath,
4. » » Bitterspath,
5. » » Weissbleierz,
6. » » Pyromorphit,
7. » » Baryt,
8. » » Skorodit,
9. » » Würfelerz,
10. Manganit nach Kalkspath,
11. Psilomelan nach Baryt,
12. Psilomelan nach Würfelerz.

Bei allen diesen Fällen ist wohl der elektronegative Fortschritt augenscheinlich und unzweifelhaft, nämlich bei der Bildung von gewässerten Oxyden und Salzen nach Sulfureten, nach Oxyden, Fluoriden und wasserlosen Salzen.

f) Salze nach Salzen.

1. Gyps nach Anhydrit.

Diese in geognostischer Beziehung wichtige Thatsache, die Entstehung von Gyps an der Oberfläche von Anhydritmassen, gehört offenbar hierher, es ist eine anogene Bildung.

2. Malachit nach Kupferlasur,
3. Malachit nach Kalkspath,
4. Malachit nach Weissbleierz,

II. Katogene Pseudomorphosen.

1. Wasserhaltige.

a) Salze nach Chloriden.

1. Gyps nach Steinsalz,
2. Polyhalit nach Steinsalz.

Die katogene Bildung von den unlöslichen Salzen nach dem mehr löslichen Steinsalz ist augenscheinlich unter vermehrtem Drucke geschehen, da sich ja sonst das Salz nur spurlos verloren hätte.

b) Hydratsalze nach Hydratsalzen.

1. Prehnit nach Analzim,
2. Prehnit nach Laumonit.

Auch Prehnit nach Leonhardit. Nach Zippe *) liegt die Abweichung der Axe beim Laumonit in der Ebene der grossen Diagonale, nicht wie Blum **) angibt in der Ebene der kleinen Diagonale, die schiefe Fläche ist daher überall auf die scharfe, nie auf die stumpfe Kante aufgesetzt. Die Bestimmung des Leonhardits ist daher eine Berichtigung einiger der früheren Angaben über Laumonit.

Die katogene Bildung durch vermehrte Wärme und entsprechenden Druck ist bei der Bildung des Prehnits nach mancherlei Kuphonspathen, denn auch Mesotyp kommt auf diese Art verändert vor, unzweifelhaft.

e) Hydratsalze nach wasserlosen.

1. Kaolin nach Fedspath,
2. Kaolin nach Porzellanspath,
3. Kaolin nach Leuzit.

Feldspath zertheilt sich, um Kaolin zu bilden, in zwei Mischungen. Die elektro-negative auflöslche $\text{Ka}^3 \text{Si}^8$ wird von dem zersetzenden Strome hinweggeführt; die elektropositive $\text{Al}^3 \text{Si}^4$ bleibt unauflöslich zurück, und erhält noch Wasser. Dass der Fortschritt der Veränderung in positiver Richtung ging, beweisen überdiess die Schwefelkieskugeln, welche in dem neugebildeten Kaolin sich ausscheiden.

4. Chlorit nach Amphibol,
5. Chlorit nach Feldspath,
6. Steinmark nach Topas.

*) M o h s 2. Theil p. 258.

**) Pseudomorphosen p. 105.

5. Chrysokolla nach Weissbleierz,
6. Kieselzink nach Kalkspath,
7. Kieselzink nach Bitterspath,
8. Meerschaum nach Kalkspath.

Die Malachitbildung nach verschiedenen Carbonaten, die Silicate nach Carbonaten, beurkunden die elektronegative Bildungsrichtung.

9. Kieselzink nach Pyromorphit,
10. Pseudotriplit nach Triphylin.

Ein phosphorsaures Lithion verschwindet, um einem neuen Antheil Oxygen und Wasser Platz zu machen.

11. Cimolit nach Augit.

Bei den Silicaten fehlt oft ein bestimmter Anhaltspunct. Der von Rammelsberg analysirte Cimolit nach Augit von Bilin, zusammengehalten mit einem Augit aus dem Rhöngebirge, von Kudernatsch analysirt, nicht mit dem Augit von dem gleichen Fundorte, der nicht analysirt ist, zeigt anstatt der elektropositiven Basen, Magnesia, Kalkerde und Eisenoxydul, welche verschwanden, Alaunerde und Wasser. Auch Dr. Reuss' Beobachtung eines Oxydationsprocesses in den begleitenden Gesteinen spricht für die anogene Bildung.

12. Serpentin nach Augit.
13. Serpentin nach Amphibol.
14. Serpentin nach Chrysolith.

Die Bildung von Serpentin in Augit und Amphibolformen deutet auf eine chemische Veränderung in elektronegativer Richtung, durch Verlust von Kalkerde, Aufnahme von Magnesia und Wasser; doch bleibt nicht ganz fest, ob er nicht ein positiver Rückstand eines elektronegativen Processes sei, dessen mehr negatives Ergänzungsproduct sich jedoch nachweisen lassen müsste. Diess dürfte jedoch mehr der Fall mit dem vielbesprochenen Serpentin nach Chrysolith sein, obwohl er hier mit aufgeführt ist, da z. B. der von Snarum von krystallinischem Dolomit, einem unzweifelhaft katogenen Körper begleitet ist.

g) Säuren nach Salzen.

1. Opal nach Kalkspath,
2. Opal (Kieselhydrat) nach Augit.

Diese Bildungen sind wohl unbezweifelbar von anogener Natur, der Oxydation analog.

d) Oxyde nach Säuren.

1. Brauneisenstein nach Quarz.

Bei dieser sonderbaren Pseudomorphose, von Blum nach einem Elbaner Vorkommen beschrieben, ist doch die Basis des Brauneisensteines gegenüber der der Kieselerde bei gleicher Sauerstoffmenge elektropositiv $4 \text{ Fe } 3 \text{ H}$ gegen 3 Si . Die Angaben der natürlichen Verhältnisse des Vorkommens fehlen.

2. Wasserlose.

a) Salze nach Hydratsalzen.

1. Kalkspath nach Gaylüssit,

2. Kalkspath nach Gyps.

b) Salze nach Chloriden, Oxyden etc.

1. Anhydrit nach Steinsalz.

c) Salze nach Salzen.

1. Kalkspath nach Feldspath.

Die zersetzten Feldspathkrystalle von Ilmenau aus dem rothen Porphyr bestehen nach G. Crasso aus einem Gemenge von kohlen-saurem Kalk, etwas Eisenoxyd und in Säuren unlöslichen Silicaten.

2. Kalkspath nach Augit.

Der Gehalt an kohlen-saurem Kalk, 15,24 Procent nach Rammelsberg, in, der sogenannten krystallisirten Grünerde aus dem Fassathal von Bufaure, verdient es hier die Pseudomorphose zu erwähnen, da dieses Vorkommen hauptsächlich den Charakter einer katogenen Bildung darbietet.

3. Dolomit nach Kalkspath.

Unbezweifelt ist die Bildung von Braunspath oder Dolomit nach Kalkspath in katogener Richtung fortgeschritten, obwohl ein mehr elektronegativer Bestandtheil $\text{Mg } \ddot{\text{C}}$ zu dem $\text{Ca } \ddot{\text{C}}$, nämlich Magnesiakarbonat zu dem Kalkkarbonat, getreten ist. Aber schon das Krystallinischwerden des Kalkspathes selbst, ist ein katogener Fortschritt; auch bei diesem scheiden sich, wie in Rézbánya, Schwefelverbindungen aus. Das Gleiche findet bei Dolomit Statt. Auf so manchen Erzgängen ist der Kalkspath in beiden Richtungen der Zerstörung ausgesetzt, und weicht in elektronegativer Richtung dem Quarz, in elektropositiver Richtung dem Braunspath. Die krummen Flächen des letzteren in den Pseudomorphosen lassen wohl auf eine fortgesetzte allmälige Temperaturveränderung während der Bildung schliessen. Wurde Kalkspath in einem Gange sammt dem umgebenden Gestein tiefer hinabgedrückt, und während der allmäligen Erwärmung durch Braunspath ersetzt, so konnte dieser bei einer neuen später erfolgten Erhebung des

Ganzen wieder von Quarz verdrängt werden. Die Sammlung des k. k. montanistischen Museums in Wien besitzt einen merkwürdigen Fall dieser Art von den mächtigen Gängen von Felsöbánya in Ungarn.

Aber auch zu Kalkstein wird der Dolomit durch den Process der Anogenie wieder umgebildet, wenn er in eine dazu günstige Lage sich gehoben findet. Bekanntlich treffen wir ihn oft zerklüftet, so dass er beim Daraufschlagen sich leicht in eckige Fragmente trennt. In den Klüften setzt sich Kalkspath in gangförmigen Massen ab; die Dolomit-Individuen in den Fragmenten verlieren ihren Zusammenhang und zerfallen zu Pulver, welches durch Auflösung immer mehr und mehr vermindert, endlich nur ein körperliches Fachwerk von Kalkspath zurücklässt, porös, und die Eindrücke des früheren Gesteines zeigend. Während des Zerstörungsprocesses trifft man oft Gyps in kleinen Krystallen in den Höhlungen. Dieses Stadium der Zersetzung zeigen insbesondere Varietäten von Pitten in Österreich und zwar südwestlich von diesem Orte in der Nähe des Kalkofens. Ich sammelte sie dort in Gesellschaft des k. k. Herrn Hofraths Grafen A. Breunner für das k. k. montanistische Museum. Schwefelkies, der sich in Dolomit katogen ausgeschieden, verändert sich bei diesem anogenen Process in Brauneisenstein, der unter Andern in der Nähe, in dem Rudolphibaue dieses Eisenwerkes, eine unregelmässige Folge unterbrochener Massen bildend, zu Gute gebracht wird. Rauchwacke, auch Zellenkalk genannt, und Asche sind das Resultat der fortschreitenden Zersetzung des Dolomits in elektronegativer Richtung, so wie dieser früher in elektropositiver aus Kalkstein gebildet wurde.

Durch meinen verehrten Freund Wöhler wurde ich auf die Beobachtung, die auch Mitscherlich und L. Gmelin anführen, aufmerksam gemacht, dass man Dolomit in Pulverform künstlich zerlegen kann, wenn man eine Auflösung von Gyps durch denselben dringen lässt. Bittersalz wird gebildet und kohlenaurer Kalk bleibt zurück. Dieser Versuch erläutert wohl mit hinreichender Evidenz die Bildung des Kalkspathes aus Dolomit bei unserer gewöhnlichen Temperatur und atmosphärischer Pressung. Häufig beobachtet man in den vielen Gypsbrüchen der östlichen Alpen, z. B. zu Füllenberg bei Heiligenkreuz unweit Baden, zu Weidmannsfeld östlich von Bernitz Ausblühungen von Bittersalz als Vollendung des Kreislaufes in der Bildung und Zerstörung von Dolomit.

4. Zinkspath nach Kalkspath,
5. Spatheisenstein nach Kalkspath,
6. Spatheisenstein nach Bitterspath,
7. Weissbleierz nach Bleivitriol.

Wir haben augenscheinlich katogene Bildungen, wo immer Kohlensäure statt Schwefelsäure in die Verbindungen eintritt.

8. Weissbleierz nach Leadhillit,
9. Weissbleierz nach Schwerspath,
10. Wolfram nach Scheelit,
11. Amphibol nach Augit.

Blum rechnet nach den Analysen von nicht eisenhaltigen Varietäten, dass Amphibol aus Augit gebildet wird durch Verlust von 5 C gegen 3 Mg, also Verlust des positiveren gegen den negativeren Bestandtheil, ganz wie beim Dolomit nach Kalkspath. Auch hier dürfen wir dennoch katogene Veränderung annehmen. Augit können wir durch Schmelzung bei der gewöhnlichen Pressung der Atmosphäre hervorbringen, Amphibol nicht. Überhaupt ist aber Gustav Rose's Ansicht*), dass der Uralit durch pseudomorphe Bildung aus Augit entstehe, bis ins Kleinste der Dolomitbildung analog. Das Vorkommen der mit Amphibol besetzten Augitkrystalle in Arendal u. s. w. stellt sich parallel den Schemnitzer Braunspathen; bei den einen wie bei den andern sind die Individuen in symmetrischer Lage in Bezug auf die Krystalle. Das den Gebirgsdolomiten analoge Vorkommen ist der Uralit im Uralitporphyr. Die Vergleichung der chemischen Mischung fehlt, da wohl der Amphibol, nicht aber der Augit des Uralits analysirt ist.

12. Disthen nach Andalusit,
13. Glimmer nach Andalusit,
14. Glimmer nach Wernerit,
15. Glimmer nach Turmalin,
16. Talk nach Disthen,
17. Talk nach Feldspath,
18. Talk nach Pyrop,
19. Speckstein nach Quarz.

Die chemische Stellung des Specksteines gegenüber der reinen Kieselsäure ist gewiss eine elektropositive. Es war ein katogenes Fortschreiten, welches diese Pseudomorphose bedingt. Dennoch muss der krystallisirte Quarz selbst früher ebenfalls einem ähnlichen Process seine Entstehung verdanken, und zwar in einem absolut tieferen Niveau, als dasjenige, in welchem er dem Speckstein zuletzt weichen musste. Dieses plötzlich verändert, gab zu dem neu eingeleiteten Process Anlass. Mehrere andere Speckstein-Vorkommen sind hierher geordnet, obwohl in einigen der Speckstein als Silicat negativer dasteht als die Drittsilicate des Granates oder Glimmers, oder die Zweidrittsilicate der Augite und Amphibole. Aber im Grunde sind uns in den meisten Fällen die eigentlich mit einander zu vergleichenden festen Punkte unbekannt. Wir besitzen Analysen der Körper, suchen allgemeine Ansichten zu entwickeln, vergleichen sie hypothetisch, aber den einzelnen Fall gerade von dem Speckstein, und gerade das Vorkommen der einzelnen Varietät der andern Species, mit welcher er verglichen werden soll, das eben fehlt.

20. Speckstein nach Topas,
21. » » Glimmer,
22. » » Wernerit,
23. » » Turmalin,

*) G. Rose Ural. Bd. II. p. 247 — 378

- 24. Speckstein nach Staurolith,
- 25. » » Granat,
- 26. » » Idokras,
- 27. » » Amphibol,
- 28. » » Augit.

d) Sulfurete nach Salzen.

- 1. Bleiglanz nach Pyromorphit.

Die elektropositive Richtung der Sulfuret-Pseudomorphosen nach Salzen, im Bleiglanz nach Pyromorphit besonders ausgezeichnet, ist nicht zu verkennen.

- 2. Schwefelkies nach Kalkspath,
- 3. Strahlkies nach Kalkspath,
- 4. Schwefelkies nach Baryt.

e) Sulfurete nach Sulfureten.

- 1. Glaserz nach Rothgiltigerz.

Das elektronegative Schwefelantimon oder Schwefelarsenik verschwindet aus der Verbindung mit Schwefelsilber, um Glaserz pseudomorph nach Rothgiltigerz zurück zu lassen.

- 2. Schwefelkies nach Sprödglasserz,
- 3. Strahlkies nach Sprödglasserz,
- 4. Schwefelkies nach Rothgiltigerz,
- 5. Strahlkies nach Rothgiltigerz.

Bei den Pseudomorphosen von Eisenkies nach den bekannten silberhaltigen Sulfureten tritt das elektronegative Antimon und Silber gegen das positivere Eisen aus.

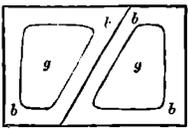
Schon bei der Aufzählung der einzelnen Pseudomorphosen verlangten die denselben in vieler Beziehung parallel gestellten, analoge Verhältnisse darbietenden Gebirgs-
gesteine Berücksichtigung. Auch bei diesen lassen sich in grosser Allgemeinheit die beiden
Bewegungen des Zustandes, in elektropositiver und elektronegativer Richtung, die katogenen
und anogenen Resultate verfolgen.

Wir werfen einen Blick auf die verschiedenen Bildungen, wie sie vor unsern Augen
entstehen. Einfache mechanische Ablagerungen aus Wasserfluthen sind Gerölle, Schotter,
Sand, Schlamm; Producte des organischen Lebens, Kieselguhr und Infusorienlager, Humus-
bildung, Torfmoore und Treibholzablagerungen. Die vulkanischen Producte erscheinen als
glasige und steinige Laven, als Auswürflinge und Asche, die mit Wasser gemengt die Schlamm-
fluthen, Breccien und Tufe geben. Jedes einzelne dieser Glieder für sich von den neuesten
Perioden nieder verfolgt, erlaubt die Herstellung einer Reihe von Felsarten, von welchen je
zwei stets unmittelbar aneinander gekettet sind. Schlamm setzt sich bald so fest zusammen,

dass die Thone entstehen, in welchen sich bereits so manche erkennbare mineralogische Species ausscheiden, während die Grundmasse, ein Gemenge aus zerstörten zerriebenen Mineralien, keine methodische Bestimmung zulässt. Während des Festwerdens sondern sich die Bestandtheile. Besonders erscheinen Kalkconcretionen und Schwefelkies, letzterer vorzüglich in der Nähe vegetabilischer Reste; der kohlen saure Kalk oft sich in den kalkhaltigen Schalen anlegend, die nun nicht mehr locker, sondern spähig erscheinen, oder auch Salz, Gyps, Spatheisenstein. Beides, kohlen saurer Kalk und Schwefeleisen sind charakteristische Resultate katogener Bildung in elektropositiver Richtung fortschreitend. Die Mergel, die Schieferthone zeigen schon ein festeres Gefüge, obwohl sie sich unmittelbar an die vorhergehenden anschliessen. Die Anzahl der in denselben sich ausscheidenden Mineralspecies wird immer grösser, sie sind oft weniger auflöslich im Wasser; unter den Pseudomorphosen dieses und des vorigen Stadiums erwähnen wir des Gypses, des Anhydrites nach Steinsalz von Gössling und Hall.

Mergel und Schieferthon zertheilen sich nicht mehr wie der Thon im Wasser. Man trifft sie aber dafür vielfältig zerspalten und zerrissen an. Die Wässer, welche in den Klüften ausgepresst werden, stellen die Verbindung mit der Oberfläche her. Während nämlich vor unseren Augen, bewiesen durch die Producte katogener Bildung, ein elektropositiver Fortschritt, eine wahre Reduction vor sich geht, was sich insbesondere durch die graue Färbung, durch Eisenoxydul verräth, findet an der Oberfläche und entlang den Klüften das Entgegengesetzte statt, das Eisenoxydul verwandelt sich in Eisenoxydhydrat, erkennbar an den gelben

Fig. 1. und braunen Farben. So ist in Fig. 1. der Kern *g* grau, die Rinde *b*



braun, letztere oft mit concentrischen, mehr und minder dunklen Streifen gezeichnet. Die Umgegend Wiens in den Schichten des Wienersandsteines zeigt mannigfaltige dahin gehörige Erscheinungen. So die Ruinenmarmore gelblich oder graulich des Leopoldsberges u. s. w., die von den feinsten

nur etwa 8 Procent Thon haltenden Schichten bis zu den grösseren festeren übergehen, welche gegen 60 Procent Silicate enthalten. Man wird manche Varietäten mit Nutzen zu hydraulischen Cementen verwenden können. Die Theorie einer gewissen Classe von Gangbildungen mit den zugleich stattfindenden Veränderungen der Grundmasse kann man nirgends besser studiren, als in einem Abraum zwischen Lainz und Ober St. Veit, südwestlich von Wien, aus dem der Stein für die Strassenbeschotterung gewonnen wird. Dünne Lagen, im Durchschnitt von zwei bis acht Zoll dick festeren, Gesteines liegen zwischen Schichten von rothem Mergel mit *Aptychus imbricatus* und *latus*, mit *Belemnites clavatus*, und angeblich Ammoniten. Der *Aptychus imbricatus* setzt noch in den darunter hervorkommenden Kalkstein nieder, die Schichten sind in der Mitte des Abraums, der auf einem Hügel liegt, horizontal, und neigen sich südlich und nördlich, fast wie die Oberfläche desselben. Der Kalkstein setzt westlich gegen St. Veit mit dem *Aptychus* fort. Bei St. Veit selbst sind vor vielen Jahren in den südlich vom Orte gelegenen jetzt nicht mehr bearbeiteten Steinbrüchen mehrere Exemplare von *Ammonites humphriesianus* gefunden und von Seiner kaiserl. Hoheit, dem durchlauchtesten Erzherzoge Rainer, in dem k. k. Hofmineralien cabinet niedergelegt worden.

Ich fand kürzlich Fragmente gleich ausser dem Orte. Die rothen Mergel sind von Eisenoxyd gefärbt, der grössere Theil der Hornsteine zeigt dieselbe Farbe, auch einige der damit zusammen vorkommenden Kalksteine, doch sind die letzteren häufig grünlich grau. Aber in beiden lässt

Fig. 2. sich oft die Beobachtung Fig. 2 bestätigen. Der Kern ist roth gefärbt durch Eisenoxyd, die Rinde grünlich grau durch Eisenoxydul. Wir dürfen wohl für das Fortschreiten in den beiden Fällen Fig. 1 und 2 ein und dasselbe Gesetz annehmen, ebenso wie Eisenoxydhydrat gegen Oxydul anogene Bildung ist, ebenso letzteres gegen Oxyd. Aber absolut wird das Oxydul in Gesteinen dieser Art nur durch Depression, durch Katogenie hervorgebracht. Es ist gewissermassen eine Anakatogenie, eine Wiederholung des Processes fortschreitender Bildungen in elektropositiver Richtung, wenn man annimmt, dass zur Färbung durch Oxyd eine der tieferen Senkung

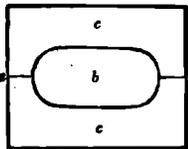
Fig. 3. entsprechende höhere Temperatur erforderlich war, als zur Färbung durch Oxydhydrat. Das Vorkommen gewisser Hornsteinmassen mit einem von braunem Oxydhydrat gefärbten Kern, umschlossen von einer rothen Rinde, spricht dafür, dass das Eisen in der Hornsteinmasse bereits durch Anogenie hydro-oxydirt war, und späterhin erst in grösserer Tiefe durch die zunehmende Temperatur von aussen hinein in Oxyd verwandelt wurde.

Obwohl von einer andern Localität, und ein anderes Verhältniss erläuternd, muss ich hier die in Fig. 4 dargestellten Hornsteingeschiebe des Puddingsteines erwähnen. Sie haben häufig einen von Oxydhydrat braun gefärbten Kern, und werden von aussen hinein schwarz gefärbt durch Oxydul, vermittelt des reducirenden Processes der Katogenie, dem das ganze Flötz unterlag. Die Umbildung schreitet von aussen gegen innen vor, und ist noch nicht vollendet.

Höchst merkwürdig sind in dieser Beziehung gewisse rhomboidalisch zerklüftete Mergel, die bei Gelegenheit eines Strassenbaues unweit Wilenz auf der gräflich Černin'schen Herrschaft Petersburg in Böhmen gefunden wurden. Die Stücke, welche ich bei der Versammlung der Naturforscher in Gratz vorzeigte, wurden mir zu diesem Zwecke von dem Herrn Director des k. k. Hof-Naturalien-Cabinets, Hofrath Ritter von Schreibers, anvertraut. Er selbst hatte sie von dem Herrn Grafen Eugen von Černin erhalten.

Die einzelnen Stücke stellen mit fast krystallographischer Genauigkeit niedrige, gerade, rhomboidische Prismen vor. Die rhomboidische Basis ist Schichtungsfläche, die Seitenflächen durch Zerklüftung entstanden. Zerbricht man die Stücke nach der Richtung *aa* in der beigefügten Skizze, parallel der Rhomboid-Fläche, so geht der Sprung nicht ganz gleichmässig hindurch, sondern es schält sich im Innern, von rundlichen Flächen begrenzt, ein Kern heraus, während sich ein Deckel von einer oder der andern Seite ablöst. Der Kern ist weisslichgrau, die Schale braun, von Eisenoxydhydrat gefärbt. Ohne Zweifel hat eine durch die Klüfte hindurch gepresste alkalische Flüssig-

Fig. 5.



Das Diagramm zeigt ein rechteckiges Objekt, das ein rhomboidales Prisma darstellt. In der Mitte befindet sich ein kleinerer, abgerundeter Kern, beschriftet mit 'b'. Dieser Kern ist von einer Schale umgeben, beschriftet mit 'c'. Die Schale ist durch eine horizontale Linie, beschriftet mit 'a', in zwei Hälften geteilt, was die Zerklüftung des Prismens anzeigt. Die Kernfläche ist weisslichgrau, während die Schale braun gefärbt ist.

keit den Eisengehalt, als Oxydhydrat aus der ganzen Masse an die Oberfläche gezogen und daselbst präcipitirt, nachdem ursprünglich alles in gleichförmiger Mengung abgesetzt worden, und das Eisen in dem Zustande von Oxydul darin enthalten war.

Durch die Verfolgung der Thone, welche die Braunkohlenflötze überdecken, und die selbst schon manchmal fest genug sind, um dem Schieferthon unmittelbar sich zu nähern, gelangen wir zu diesem selbst, zu den Deckschiefern der Alpenkohlen, der Schwarzkohlen, der Anthracite; mit ihren Floren, die eine ursprünglich Thonbildung unabweislich andeuten, und die sich unmittelbar an die Thonschiefer anschliessen.

Die geognostischen Übergänge aus dem Thonschiefer, der selbst in so vielartigen, mehr oder weniger ausgezeichneten Varietäten, von mancherlei Farben, Gefüge und Beschaffenheit erscheint, in die verschiedenen anderen Schiefergesteine, besonders den Chloritschiefer und Dioritschiefer, endlich selbst in Gneuse und Glimmerschiefer, deute ich hier nur mit wenigen Worten an. Sie bilden wahre Reihen, die man nur recht zahlreich machen muss, um sie auch deutlich und vollständig zu haben. Zwischen die durch eigene Namen bezeichneten Charakter-Varietäten reihen sich die, wo man oft in der Praxis zweifelhaft wird, zu welchen Gliedern man sie zählen soll.

Bei den Veränderungen zu den krystallinischen, den metamorphischen Gesteinen, bemerken wir, je tiefer und älter desto mehr Zerstörung der Bisilicate, die sich in einfache Silicate (Glimmer, Granat) und Trisilicate (Feldspathe) lösen, wobei noch überdiess reine Kieselsäure (Quarz) ausgeschieden wird, dabei Schwefelkies, Magneteisenstein, Eisenglanz.

Unter dieser hohen Pressung und Temperatur bemächtigt sich die Kohlensäure des Kalkes; bei hoher Temperatur, aber geringerer Pressung muss die Kohlensäure der Kieselsäure weichen; bei geringerer Temperatur und Pressung endlich ist die Kieselsäure stark genug durch den langsamen Process der anogenen Pseudomorphosen die Kohlensäure sammt dem Kalke zu vertreiben.

Aber es verdient stets unsere Aufmerksamkeit, zu beobachten, ob der Quarz in der ersten Stufe der Bildung, als Hornstein, Feuerstein, Chalcedon mit verschwindenden Individuen aufträte, oder krystallinisch als Quarz mit deutlichen Individuen. Letztere finden wir vorzüglich als katogene Bildung fortschreitend in elektropositiver, erstere als anogene Bildung zurückgeworfen in electronegativer Richtung.

Gleicherweise ist der Kalkspath, die Zusammensetzungs-Individuen im körnigen salinischen Marmor katogene Bildung, während der auf Gängen gebildete häufig ein elektropositives Nebenproduct eines Fortschreitens in negativer Richtung ist, so der Absatz in den Klüften, des verwitterten Spatheisensteines, der anogen zu Eisenoxydhydrat wird.

Billig hat Berzelius verlangt, man solle die chemische Orientirung bei einer Bildung, wie die von Keilhau aufgestellte des Porphyrs aus Sandstein, nicht aus den Augen setzen. Die Chemie muss uns stets leiten. Aus Sandstein, der nur Quarzgeschiebe enthält, werden wir wohl auf nichts, als auf die grobkörnige Grauwacke geleitet, und sodann auf mehr krystallinisches Quarzfelsgestein. Aber wir haben so viele Gesteine, auch Sandsteine, die nicht bloss aus Quarz bestehen, die wir in ihrer Depression verfolgen kön-

nen, dass uns ein Weg ohne zu gewagte Hypothesen offen stehen wird. Auch die Veränderung in der Masse so mancher abnormer Gesteine wird uns dabei in den Forschungen leiten, doch verfolgen wir sie hier nicht weiter.

Das nach und nach immer mehr Krystallinischwerden der, sei es organischer, sei es sedimentärer Absätze von kohlensaurem Kalke verlangt nur erwähnt zu werden. Die Reihe ist leicht mit denen in der Natur vorkommenden Varietäten vollständig gemacht. Dass es ein wirklich katogener Process sei, beweist das Vorkommen von Schwefelkiesen; und so mancherlei anderer Schwefelmetalle, die man in dem Kalksteine, vorzüglich in den zunächst der Sohle der Flötze liegenden Theilen antrifft, wo sie sich während des Krystallinischwerdens des darüber liegenden Kalksteins zusammengelagert. Ein Gleiches findet während der Dolomitisation Statt.

Die organischen oder mechanischen sedimentären Quarz-Ablagerungen von Infusorien oder feinem Sand werden nach und nach zu Hornstein, Kieselschiefer, Wetzschiefer, Quarzfels. In der Ratten in Steiermark zeigt ein merkwürdiger; zu dem dortigen Übergangsgebirge gehöriger Wetzschiefer einen unreinen geschichteten gemeinen Quarz von grünlich grauer Farbe, der von ganz reinen Bergkrystall-Gängen durchsetzt wird. Er bildet ein vollständiges Analogon zu den von Kalkspathgängen durchsetzten dichten und geschichteten Kalksteinen.

Die katogene Bildung von Kalkspath in der Stelle der organischen Räume zwischen den schon als Kalkspath in den Schalen gewisser Thierclassen gebildeten Gerüste von kohlensaurem Kalke ist vorzüglich dadurch merkwürdig, dass die Lage der Krystallaxen durch die in lebenden Körpern schon vorhandenen krystallinischen Kalkabsätze bedingt wird. So in den Radiarien u. s. w.

Die Verkieselung des Holzes erhält die feinsten Details unverändert dadurch; dass verschwindend kleine Individuen von Hornstein u. s. w. oder auch der amorphe Opal nach und nach dieselben Gefässe zwischen den organischen Theilen erfüllt, welche das Wasser einnimmt, wenn Holz damit durchdrungen wird. Warum sich Opal, warum sich Hornstein bilde, der amorphe oder der rhomboedrische Quarz, ist so wenig ausgemacht, als warum prismatischer oder hexaedrischer Eisenkies krystallisiren. Manches spricht dafür, dass auch hier, wie beim Aragon und Kalkspath Temperatur-Verschiedenheiten Veranlassung zur Bildung des einen oder des anderen geben. Oft bildet sich erst prismatischer Eisenkies, dann Schwefelkies, mit welchen die Krystalle des ersteren, z. B. in Littmitz, in merkwürdig paralleler Stellung besetzt sind. Aber auf diesen ist wieder neuerdings prismatischer Eisenkies in schönen Krystallen abgelagert. Der Thon, in welchem sie eingewachsen vorkommen, ist unter Verhältnissen entstanden, wenig abweichend von dem Basalttuf, der bei Schlackenwerth die zu Kalkspath gewordenen Aragon-Baumstämme enthält, und bei dem wir sicher genug Abkühlung voraussetzen. Hier lässt sich ein Wechsel vermuthen.

Prismatischen Eisenkies kennt man auch in zarten Flimmern im edeln Opal eingewachsen, zu Czerwenitza. Ein höchst merkwürdiges Stück davon findet sich in der Sammlung des Johanneums zu Gratz.

Bei Baszarabasza in Siebenbürgen kommt versteinertes Holz vor, das im Kern von Hornstein, an der Aussenseite von Opal versteinert ist. Die Farben von zufällig anwesendem Eisengehalt deuten darauf hin, dass sich der Kern gegen die Schale im katogenen Réductionsprocess befinde.

Vorzüglich merkwürdig, und ganz den Veränderungen in unorganischen Sedimentärbildungen entsprechend, sind insbesondere die Veränderungen in den vegetabilischen Körpern. Das Leben, die Existenz alles Organischen schwebt, wie Liebig insbesondere in neuerer Zeit so umfassend dargethan und ausgeführt hat, vornehmlich zwischen den Einwirkungen des Sauerstoffs, des Wasserstoffs, des Kohlenstoffs, also einer fortgesetzten Oxydation und Reduction. Von dem Oxygen der Atmosphäre getrennt, können wir auch hier eine fortgesetzte Reduction, eine Veränderung in elektropositiver Richtung oder Katogenie erwarten, die denn wirklich auch, begünstigt durch Druck und steigende Temperatur, nach und nach eintritt.

Schon im Torf beginnt die Entfärbung der organischen Stoffe, im mineralischen Torfe schlägt sich, wie in Franzensbad, Schwefelkies in den Quellengängen, den Wurzeln u. s. w. nieder. Es entsteht Essigsäure, Schwefelnatrium. Kohlensäure, gleichzeitig gebildet, bricht mit den Mineralwässern und für sich in Gasquellen aus.

Noch dauert auch in manchen Braunkohlen die Entwicklung von Kohlensäure fort, während durch den andern Bestandtheil des Wassers, das Hydrogen, mancherlei Kohlenwasserstoffverbindungen gebildet werden.

Die Kohlen der Alpen, noch mehr die Schwarzkohlen in verschiedenen Ländern, selbst schon reicher an Kohlenstoff, schreiten nun weiter in elektropositiver Richtung fort, durch Ausscheidung gasförmiger Kohlenwasserstoffverbindungen, bis endlich im Anthracit der reine Kohlenstoff übrig bleibt.

Dieser wird krystallinisch im Graphit, dessen geognostische Verhältnisse in den krystallinischen Schiefen so sehr an das Vorkommen der Steinkohlen erinnern, endlich erscheint der elektropositivste Körper der Reihe, der Diamant in seinen ursprünglichen Lagerstätten nach den neuesten Nachrichten, unter Verhältnissen, die ihm, analog den Granaten im Glimmerschiefer, seinen Platz im Quarz, Itacolumit, eingewachsen anweisen, der selbst eine Säure, also negativ gegenüber dem Diamant steht, aber katogen gebildet. Bei dem Fortschritte der Bildung war keine Basis gegenwärtig, mit welcher der Kohlenstoff in der Gestalt von Kohlensäure-Verbindungen hätte eingehen können. Es müsste also entweder Kohlenstoff oder Silicium entstehen. Höchst merkwürdig bleibt das Vorkommen des Diamants mit Kieselsäure, dem Quarz, verglichen mit dem Vorkommen des Graphits mit mancherlei Silicaten.

In der ganzen Reihe der Steinkohlenbildung verschwindet zunächst der Oberfläche der Sauerstoff, doch nicht ohne Kohlenstoff mit sich hinwegzunehmen, sodann der elektropositivere Wasserstoff, der gleichfalls Kohlenstoff auflöst; das elektropositivste Glied, der Kohlenstoff, bleibt zuletzt rein übrig. Die Wasserbildung im Anfange der Zersetzung aus den zwei elektronegativsten Körpern gibt ein Product, das weniger auffallend erscheint, als die anderen, weil es ohnediess überall verbreitet ist.

Nicht uninteressant wird die Betrachtung der besonderen Lagerstätten, Lager und Gänge in Verbindung gebracht mit den beständig fortschreitenden Veränderungen der Gesteine. Aus den Thonen, im Reductionsprocesse begriffen, so lange sie nicht zu fest geworden sind, setzen sich die Schwefelmetalle u. s. w. nach ihrer Schwere ab, und da diess während der ersten Absatzperiode geschehen musste, so sind die Lager den Schichten der Schiefergesteine parallel. Sie tragen in ihrer Zusammensetzung den vollständigen Charakter katogener Bildung, indem sie Quarz neben kohlelsauren Basen, Kalk, Eisen u. s. w., Schwefelmetalle und dergleichen enthalten.

Den gleichen Charakter zeigen andere Gänge, besonders in den grösseren Teufen. Sie entstanden aus Gesteinen, in welchen die perpendiculäre Bewegung der reducirten Körperteilchen durch die bereits erreichte grössere Festigkeit des Gesteines unmöglich war. Die neu entstandenen Species sammelten sich an den Kanten der quer durchgebrochenen Schichten, wie wir diess in kleinen Beispielen leicht übersehen, aber auch von diesen bis in die, durch den Bergbau erschlossenen, von den grössten Abmessungen verfolgen können; wenn auch eben das Gigantische der Letzteren gar oft einen Massstab erfordert, den man kaum anzulegen wagt.

Hier sind wir aber eigentlich erst auf den wahren Schauplatz der Pseudomorphie angelangt. Die Gänge stellen in vieler Beziehung die Fortsetzung der Oberfläche vor, geschützt von den wilden Einflüssen mechanischer Kraftäusserungen. Nach Henwoods Beobachtungen *) sind die Gänge in Cornwall kälter, als das sie enthaltende Gestein, ein entschieden elektronegativer Gegensatz, der insbesondere bei der anogenen Pseudomorphosenreihe durch die Bildung von Eisenoxydhydrat aus Schwefelkies oder Spatheisenstein, bei der Bildung der Bleisalze aus Bleiglanz, bei der Bildung der Quarzpseudomorphosen nach Kalkspath u. s. w. durch zahlreiche Beweise dargethan wird. Eine entgegengesetzte Richtung, das katogene Ersetzen von Kalkspath durch Braunspath zeigt sich bei anderen Gängen. Bei vielen sind zahlreiche Abwechselungen wahrzunehmen, sei es in der schichtenweisen Ablagerung verschiedener Mineralspecies an ihren Seiten, sei es durch die mannigfaltig wiederholten Prozesse der Pseudomorphie, die sich an denselben beobachten lassen.

Aus diesem Gesichtspuncte sind die Pseudomorphosen von unendlicher Wichtigkeit für die Theorie der Bildung unseres Erdkörpers. Wenn die Formen von organischen Wesen früherer Zeit uns Beweise von aufeinandergefolgten Epochen geben, so sind nicht minder die Formen von unorganischen Species Beweise für einen früheren Zustand, der verschieden von dem gegenwärtigen an dem Orte war, welchen wir jetzt zu betrachten im Stande sind, aber gänzlich gleich mit andern Zuständen, die uns wohl bekannt sind. Dort erscheint ein Fortschreiten, hier ein Kreislauf der Verhältnisse, ein Beweis für die Beständigkeit der Naturgesetze.

Wo immer die Pseudomorphosen und ihr Vorkommen einigermaßen genau betrachtet wurde, lässt sich die Richtung der Veränderung leicht erkennen; stets leitet aber

*) *London Literary Gazette, Schwarz polyt. Journ.* 1843 N. 71.

doch ein Vorkommen auf Fragen, die nur durch absichtliches Forschen aufgeheilt werden können. Die Ströme lösten selbst manchmal gerade das charakteristische Product auf, und führten es mit hinweg, so den Gyps bei der Dolomitbildung, während ein scheinbar negatives als Resultat eines wahren positiven Fortschrittes zurückblieb.

Am meisten unsicher bleiben wir beim Speckstein. Hier erwarten wir selbst jetzt noch das Beste von der Zukunft, von den neuen Analysen gerade derjenigen Varietäten, und der dabei möglichst zu erhaltenden Species, die zerstört wurden, nebst der ganzen Geschichte der Localität. Diess ist nun freilich oft in Handstücken gar nicht zu erreichen. Die Vergleichung der Mischungen von Pseudomorphosen mit anderen unzersetzten Varietäten entfernter Orte erscheint gänzlich unstatthaft, vorzüglich bei diesen erdigen Mineralien, bei denen von einer Varietät zur andern die Bestandtheile variiren, oder gar theoretisch festgesetzt werden müssen, so die Augite, Amphibole, Feldspathe, Kaoline, Specksteine, Steinmarke u. s. w. bei deren Analyse immer am Ende die Beurtheilung folgt, was in ihrer Mischung wesentlich sei, was nicht.

Die Pseudomorphosen mit den ursprünglichen Species verglichen, bilden also auch jetzt noch die interessanteste Aufgabe für die Naturforscher. Wenige sind mit allen Nebenumständen des Vorkommens ausführlich dargestellt. Diese insbesondere mit der durch die Analyse gewonnenen chemischen Kenntniss der Zusammensetzung, verdienen wiederholt in der Natur beobachtet zu werden. Manche Frage wird sich dann genügend beantworten lassen, welche in der ersten Beobachtung unzusammenhängend erschien. Vorzüglich wird es dann möglich die ergänzenden Beobachtungen zu machen, woher die neu hinzugetretenen Stoffe kamen, und wohin die fehlenden ausgeschieden wurden. So die Aragone und Kalkspathe, die selbst im katogenen Gegensatze, zu anogenen Quarzen, dem braunen Glaskopf und Wad stehen, bei der Anogenese des Brauneisensteines aus Spatheisenstein.

