

Das Leben der Mineralien.

In dem Herbstprogramme des Jahres 1860 der Realschule zu Münster haben wir unsere Ansichten über die Ertheilung des mineralogischen Unterrichtes unter der Voraussetzung eines gleichzeitigen chemischen Unterrichtes, also für Schüler der Secunda *) entwickelt und stimmen mit denselben auch heute noch überein.

Da wir hier weder die Ausdehnung, noch die Ziele, welche dieser Unterricht auf Universitäten hat und haben muß, vor Augen haben konnten, so frugen wir uns, worin wir den Hauptzweck desselben, der nach der Unterrichts- und Prüfungsordnung „den Sinn für Beobachtung der Natur entwickeln“ soll, suchen müssen. Wir setzten dabei voraus, daß wir uns anschicken wollten, den gewöhnlichen Gang zu befolgen, der im Großen und Ganzen in einer Kennzeichenlehre und in einer Aufzählung der Mineralien selbst besteht. —

In Beantwortung dieser Frage glaubten wir sodann den Schwerpunkt des ganzen Unterrichtes erstens nicht in die Lehre von den Kennzeichen legen zu müssen. Denn in der gegenwärtigen Zeit sind die im chemischen Unterrichte behandelten Reagenzien für die wichtigsten Mineralien das wichtigste und durchgreifendste Unterscheidungsmittel geworden, dessen Anwendung bei jenen Mineralien, mit Ausnahme etwa der Silikate, auch dem Schüler möglich sein dürfte. Außerdem sind nur Form und Härte, Gewicht und Bruch in beschränkter Ausdehnung, sowie wenige optische Mittel dem Schüler wichtig und zu bestimmen möglich, verdienen daher als nützliche Kennzeichen gemerkt zu werden. Manche optische „Kennzeichen“ sind eigentlich „Eigenschaften“ deren Gebrauch als „Kennzeichen“ bei den meisten, nicht ganz durchsichtigen Exemplaren fast unmöglich ist, jedenfalls einen geübten Physiker verlangt und also einem Schüler ganz nutzlos sein wird. Dagegen werden sie als Eigenschaften in der Physik gelehrt und können demzufolge nur bei der Aufzählung der Mineralien eine Stelle finden. Kann man bei allen Kalkspathen die doppelte Strahlenbrechung, bei allem Glimmer das Frisiren, bei allen Flußspathen das Fluoresciren nachweisen und ist ein Kalkspath deshalb kein Kalkspath, weil er unklar ist und nur diffuses Licht durchläßt? Kann man einem Schüler zumuthen, den Turmalin an den Polarisationerscheinungen erkennen zu sollen, oder ihm in der Mineralogie die Aufgabe stellen, mit dem ersten besten Turmalinkrystallstücke die Polarisationsringe und Streifen zur Anschauung zu bringen? Wie mit den optischen, so verhält es sich auch mit den elektrischen, magnetischen und manchen andern, sogenannten physikalischen Kennzeichen, deren Untersuchung sicher ebenso wenig zur Lehrthätigkeit des Mineralogen an unseren Anstalten gehören kann, als es Sache des Chemikers ist, bei Erwähnung des Wassers die Geseze des Dampfes vorzutragen. Wir können gerade bei steigendem Uebergewichte der chemischen Kennzeichen viele der

*) Nicht für Kinder bis zur Fassungskraft der Quintaner, wie eine seitdem erschienene Abhandlung unterstimmt, und dabei die unserige in nebenbei unkorrekter Weise citirt.

übrigen für die größte Zahl der wichtigsten Mineralien über Bord werfen und stehen hierin dann freilich mit dieser Abhandlung auf einem ebenso sehr von dem Herkömmlichen abweichenden Standpunkte, als dies mit unserer ersten von 1860 der Fall war.

Auch sahen wir zweitens nicht in der Aufzählung der Mineralien den Hauptzweck des Unterrichtes. Wir glaubten nicht, daß unter dem „Sinn für Beobachtung“, der geweckt werden soll, der Sinn zu verstehen sei, welcher den Namen und die Reihe der Kennzeichen, Fundorte und Verwendungen für ein vorgelegtes Exemplar aus dem großen Register mit Hilfe des Gedächtnisses auffindet.

Wir legten den Schwerpunkt des Unterrichtes in einen neuen Theil, der von dem Entstehen, Wachsen und Vergehen der Mineralien und der Rolle handelt, die dem Steine im Leben der Natur zugetheilt ist. Nach dem damaligen Standpunkte der Forschungen mußten wir uns darauf beschränken, einige Pfeiler von dem Gebäude in Bildern, deren eines wir zu skizziren versuchten, aufzubauen, da uns die Materialien fehlten, das ganze Gebäude des Lebens der mineralischen Natur zu errichten. Heute wagen wir und dürfen wir den Bau wagen. Mag auch noch der eine oder andere Stein unrichtig placirt werden: das Gebäude in seinen Grundzügen ist möglich und soll dessen Konstruktion in folgenden Zeilen in einer Ausführlichkeit, wie sie uns der Raum gestattet, versucht werden.

Man wird nach der Durchlesung dieser Blätter ein Urtheil über unseren nunmehrigen Vorschlag fällen können, in der Aufzählung der Mineralien die früheren Systeme, die bekanntlich alle mit Mängeln behaftet sind, zu verlassen und nach der in der Abhandlung skizzirten Weise die Mineralien nach der Reihenfolge ihrer natürlichen Bildung zu ordnen.

I. Gemeinschaftliche Grundzüge des Lebens der Pflanzen-Thier- und der mineralischen Welt.

Wenn im Herbst der Blatterschmuck der phanerogamischen Gewächse, dieser hoch organisirten Wesen, zur Erde fällt, wenn die noch höher organisirten Leiber der Thiere nach den Jahren, die ihrem Leben zugemessen waren, absterben, so beginnen sie zu verwesen und zu faulen. Es zerfallen dabei die complicirt zusammengesetzten organischen Substanzen in einfachere und endlich in die einfachsten Produkte, hauptsächlich in Kohlensäure, Wasser und Ammoniak. Wie die Thiere von den Pflanzen gelebt und aus dem ihnen geraubten, schon complicirten Materiale ihre noch weit complicirtere Substanz gewannen, so dienen jetzt die Zersetzungserzeugnisse ihres zerfallenden Körpers der aufblühenden Nachkommenschaft ihrer beraubten pflanzlichen Nachbarn zur Nahrung. So wächst aus der Kohlensäure, dem Wasser und dem Ammoniak, das die faulende Pflanzen- und Thierwelt entwickelt, eine neue Pflanzenvegetation heran, üppig und nicht verkündend die einfachen Verbindungen, aus denen sie entstand; es erblüht sodann aus der pflanzlichen Nahrung ein neues Geschlecht der Thiere, deren Dasein die Kunde der göttlichen Schöpfung auch den fernsten Zeiten übermittelt.

Das ist die längst gekannte Thatsache des Kreislaufes der organischen Natur, der in dem Wechsel der beiden organischen Formen, der pflanzlichen und der thierischen zu bestehen und mit demselben seinen Abschluß zu erreichen scheint.

In der Wirklichkeit weiß man indessen gegenwärtig, daß man bei Schlingung der Kette nothwendige Glieder außer Acht gelassen hat, nämlich die nur mit geschärftem Auge sichtbare Pflanzen- und Thierwelt, sowie die sogenannten leblosen Naturkörper, nämlich die mineralischen Stoffe.

Schon frühere Forscher vindicirten jenen mikroskopischen Pilz- und Vibrionenarten einen thätigen Antheil an den Zersetzungsvorgängen der organischen Substanzen; aber wir können nach den trefflichen Untersuchungen der Neuzeit von Schwann und Pasteur anfangend, bis zu den allerjüngsten Arbei-

ten von de Bary, Ehrenberg, Hallier, Klob und unseres Collegen Dr. Thomé nicht umhin, die Macht dieser, zwar einfach und niedrig organisirten, doch durch ihre Anzahl und durch ihren verhältnißmäßig ungeheuren Einfluß auf die angegriffenen Theile gewaltigen Wesen anzuerkennen. Jeder faulende Kohl, jedes abgestorbene Blatt, jeder thierische Auswurfstoff, besonders die krankhaften, wimmeln von ihnen, sie sitzen auf und in manchen Theilen auch des menschlichen und pflanzlichen Leibes, sie bevölkern die Luft und jede Hand voll Staub in Schwärmen, deren Glieder nach Milliarden zu zählen sind. Sie bohren und nagen von Außen und von Innen den hoch organisirten Leib, der die hoch complicirten Verbindungen producirt und anhäuft, sowohl der Pflanzen als der Thiere fortwährend und in hellen Haufen an und schaffen so den fortbauernden Streit der „organisirten Gebilde“ mit der „Masse“, in dem der zeitweilige Sieg der letzteren mit dem Alter der ersteren immer mehr hervortritt und mit deren Tode wirklich erfolgt. Bewundert den grünenden Stamm der jungen Eiche, die noch nach hundert Jahren in ungebeugter Kraft der Stürme spottet, preiset das frische Noth der von Gesundheit strogenden Aprikose — aber wisset, daß beide unlagert sind von Scharen unsichtbarer Feinde, der kleinsten Pilzgeschlechtern. Ehe zum zweiten Male die Frucht gereift, ist die Aprikose ihnen verfallen und ehe die Eiche fällungswerth geworden, sehet ihr sie um und um belagert von den Flechten, Pilzen und Moosen. Gewaltig ist die Lebenskraft und Widerstandsfähigkeit des Belagerten, aber die Feste ist nicht unüberwindlich und was der Kraft nicht gelingt, bringt die Zahl der schwachen Feinde mit Hilfe der Zeit zu Stande. Verwundet, zernagt, innen und außen angefressen, gibt der Baum endlich seinen Widerstand auf und ein mitleidiger Sturm schneidet auch die geringe Zufuhr an Stoffen ab, die sein Leben bis dahin gefristet hatten: die morsche Eiche hat den Kern ihres Materials an ihre Sieger abgegeben. Die complicirteren Substanzen sind nun als Bestandtheile der Körper der letzteren Wesen in einfachere übergegangen, entwickeln aber auch im Athmungsprozeß dieser niedrigeren pflanzlichen und thierischen Individuen wiederum Kohlensäure, Wasser und Ammoniak. Aber auch diese Kleinen sterben ab und lassen unorganisirten Moder zurück, der als solcher unangreifbar ist und ohne die mineralische Welt für die Zukunft vom Kreislaufe ausgeschlossen sein würde*). Für die mineralische Welt aber ist er von entscheidender Wichtigkeit. Mit ihm greift diese in die pflanzliche und thierische als vollberechtigtes Mittelglied ein. Auch in dieser gibt es wachsende und lebende Individuen, das sind die Krystalle — auch in dieser gibt es eine mikroskopische Welt, das ist der zermalnte und zerriebene Staub lebensfähiger krystallischer Stoffe — sowie endlich einen Moder, das sind die amorphen mineralischen Ablagerungen. Wie die Pflanzen und Thiere, so haben auch die Mineralien ein Leben, das in dem Wachsthum sogar der Individuen mit äußerst complicirter Masse während deren Jünglings- und Mannesalters besteht, das aber dann dem allgemeinen Gesetze zufolge in die Rückbildung zu immer einfacheren, höher oxybirten und darum haltbareren und unangreifbareren Verbindungen übergeht. Wie der Moder, so würden diese Verbindungen für alle Zukunft wirklich todt sein, wenn sie nicht gerade durch den pflanzlichen und thierischen Moder wieder reducirt, dadurch löslich gemacht und sodann zur

*) Wir gestatten uns, an dieser Stelle auf die ähnlichen Wirkungen hinzuweisen, die durch Erhitzung derselben organischen Substanz bei Luftabschluß, also durch trodene Destillation eintritt. Auch hier wird und zwar mit steigender Temperatur die complicirte organische Substanz (z. B. das Holz mit einer Anzahl von 32 Aequivalenten, worunter 3 verschiedene Elemente) in stets einfachere Verbindungen und zuletzt in die einfachsten übergeführt. Das Holz entwickelt dabei unter anderen Produkten beispielsweise das Benzol (von der Zusammensetzung $C_{12}H_6$, also mit 18 Aequivalenten und 2 verschiedenen Elementen) — bei höherer Temperatur wieder einfachere Produkte — (unter andern Aethylen von der Zusammensetzung C_2H_4 und mit 8 Aequivalenten) — endlich bei den höchsten Temperaturen die einfachsten Verbindungen Kohlensäure (mit 3 Aequivalenten), Kohlenoxydgas (mit 2) u. s. w. Es bleibt zurück Kohle, allerdings noch Wasserstoff- und Sauerstoff-haltig, die aber für sich nicht weiter zerförbar ist, sondern nur in Berührung mit oxybirten Stoffen, wie mit Eisenoxyd, oder mit Sulphaten, oder endlich durch Verbrennung weitere Kohlensäure bildet.

Nahrung heranwachsender Generationen in den Kreislauf zurückgeführt würden. Bei der Reduktion, bei welcher besonders Eisenoxyd *) und Sulphate von der allgemeinsten und größten Bedeutung sind, geht der Moder über in dieselben Produkte Kohlensäure und Wasser, die der Athmungsprozeß der organischen Wesen produzierte, deren Reste der Moder darstellt.

Die Zurückführung der wieder löslich gewordenen Stoffe in den mineralischen Kreislauf erfolgt auch indirekt mit Hilfe der lebenden Pflanzen und Thiere, welche die gelösten Stoffe zu ihrer Nahrung bedürfen, sie während ihres Wachstums anhäufen und nach ihrem Tode abgeben, — und hier stoßen wir auf einen zweiten Punkt, wo die mineralischen Stoffe ihre Berechtigung beweisen, in dem Kreislaufe der sogenannten organischen Substanzen nicht übersehen zu werden, Beziehungen, deren Wichtigkeit die neuere Agriculturchemie vollständig anerkennt, da sie auf ihnen aufgebaut ist.

Man wird uns erlauben, diese Sätze an einem speziellen Beispiele zu erläutern. Jeder Thon, manche Kalk- und jeder Schlammabsatz hochfluthender Flüsse enthält die Keime der Feldspathindividuen, bestehend in der zerriebenen, aber nachweisbar noch krystallisirten Masse ehemaliger großer Exemplare. Dieselben warten — vielleicht Jahrhunderte — auf die Bedingungen, unter denen sie ihren Lebenslauf antreten können. So warten die Pilz- und Vibrionenkeime in und außer dem Leibe der Thiere, bis eine ihrer Entwicklung günstige Blutmischung ihr Wachsen ermöglicht. Je nach der Art der Entmischung, bestände sie in einem Mangel an Wasser, an Eisen, an Fett u. s. w., siedeln sich an und entwickeln sich Keime entweder verschiedener Art oder dieselben Keime in verschiedener Richtung und geben der eingetretenen Desorganisation den Charakter verschiedener Krankheiten**). Gerade so verhält es sich mit den Mineralien.

Zu den Bedingungen, die die Entwicklung der Mineralienkeime begünstigen, wenn sie auch nicht vollständig bekannt sind, gehört jedenfalls die Zufuhr gelöster Nahrung in der die Keime durchtränkenden Feuchtigkeit, die, mit den atmosphärischen Gasen und den mineralischen löslichen Bestandtheilen der oberen Erdschichten beladen, die Tiefen durchsickert. Der Keim wächst durch Anziehung gleichartiger Substanzen heran, aber mit dem Alter nimmt die Anziehung ab, die bei einer gewissen Größe, einem Maximum, welches vielleicht mit der Kraft der Anziehung zusammenhängt und bei den einzelnen Mineralarten verschieden ist, zu Null herabsinkt. Neben jenen Feldspathkeimen sind aber auch die Keime einfacherer anderer Mineralien, deren Assimilationsvermögen geringer ist, abgesetzt, oder werden von den Gewässern zugeführt. Diese hängen sich an ihre bevorzugten Nachbarn an und warten geduldig, bis ihre Zeit gekommen, bis ihre frische Kraft der abnehmenden des andern gewachsen ist. Auf den glattesten Feldspathkrystallen sieht man dann zuerst ein kleines Fleckchen, eine angefressene Stelle, auf anderen, schon älteren Exemplaren lassen sich schon die Formen und endlich auch durch die Analyse die Bestandtheile der kleinen Schmarotzer erkennen, deren Gegenwart im Mutterthon vielleicht nicht nachgewiesen werden konnte. Bald sind es Glimmerblättchen, bald Helminthe, bald andere Individuen, welche, auf Kosten der Feldspathmasse lebend, den Feldspath in die einfacheren Glimmer oder Helminthe o. a. überführen.

*) Wir machen gleichfalls auf die ähnliche Rolle aufmerksam, die bei der Organisation des thierischen und pflanzlichen Leibes gewisse mineralische Stoffe übernehmen. Wie in der Natur die Dryde besonders des Eisens als Ueberträger des Sauerstoffs an den Moder auftreten, so übernimmt auch im Blute das Eisen der Blutkügelchen die Funktion, den Sauerstoff der eingeathmeten Luft aufzunehmen und ihn den gelösten Stoffen des Blutes zu übermitteln. Und ebenso ist es gewiß (Sachs: Experimental-Physiologie, pag. 142), daß Pflanzen, denen man Eisensalze vollständig vorenthält, aufhören, Blattgrün zu bilden. Und da bei Pflanzen, welche auf selbstständige Assimilation angewiesen sind, die Sauerstoffabgabe (ohne welche keine Bildung org. Substanz aus CO_2 , H_2O etc. denkbar ist,) nicht ohne Gegenwart des Chlorophylls eintreten kann, so ist das Eisen als Chlorophyll erzeugende Substanz für den Assimilationsprozeß von höchster Wichtigkeit.

***) Ein ähnliches Verhältniß bietet der Ackerboden. Ist in einem solchen der Gehalt an löslichen Salzen ein abnormer, enthält er z. B. eine vorherrschende Menge Kali, so finden die überall und in der Luft vorhandenen Keime derjenigen Pflanzen, die gerade eine solche Mischung verlangen, einen ihrer Entwicklung günstigen Boden, es wachsen die Kamille, Quecke, Erdbauch — und kein Landmann kann ihren Zuzug hindern.

Weiter wandelt sich die complicirte Hornblende durch Verlust und Austausch von Bestandtheilen in den einfacheren Asbest, dieser in die noch einfacheren Speckstein oder Talk, um mit der Ausscheidung des einfachsten Quarzes zu endigen. Der Quarz aber ist die schwerlöslichste Gattung von Mineralindividuen und wird nur durch das kohlen-saure Ammoniak, welches die thierischen Substanzen entwickeln, wieder gelöst. Auch die bei jenen vereinfachenden Umwandlungen übrig gebliebenen Reste, aus kohlen-sauren Verbindungen und aus Oxyden, z. B. kohlen-saurem Kalk und Eisenoxyd bestehend, werden nur wieder löslich durch die Kohlen-säure und den Moder, welche die sogenannte organische Welt schafft und das infiltrirende Wasser damit vermischt.

Bieten sich einem Krystalle nicht dieselben, sondern isomorphe Stoffe dar, so wächst er heran zu einem ähnlichen, aber nicht ganz identischen Individuum. So sieht man Turmaline, die aus verschiedenen Theilen bestehen, und zwar unterscheiden diese sich nur chemisch durch plötzlichen oder allmählichen Wechsel eines Bestandtheiles der ernährenden Verbindung mit einem isomorphen. So haben sie alle ein allgemeines Gepräge, wenn auch keine Sorte mit der andern identisch sein dürfte.

Aber nicht alle Mineral-Individuen haben während ihres Lebens die Ruhe, welche im Allgemeinen den pflanzlichen und thierischen Organismen zur Seite steht. Die Zeit ihrer Entwicklung berechnet sich nicht nach Jahren, sondern nach Jahrhunderten. In so langer Zeit wird manche viel versprechende Generation in der Jugend oder in vollem Wachsthum gestört durch die alles sprengende Macht der Kälte, Wärme und des atmosphärischen Wasserdampfes. Bei der durch diese Agenzien herbeigeführten Zertrümmerung der Gebirge werden auch die Mineralien zertrümmert, zermahlen und zu dem feinsten Staube zerrieben, so daß sich die Keime, Pünktchen früherer Individuen, meistens nicht einmal mikroskopisch wieder erkennen und unterscheiden lassen. Vorhanden aber sind sie in dem Staube, den der Wind über Land und Meer wirbelt, der die ganze Atmosphäre anfüllt und selbst auf hoher See das Deck der Schiffe anhaut, der durch die feinsten Ritzen und Spalten der Geräthe dringt; vorhanden müssen sie sein in dem grauen Kleide, womit der ewige Schnee der Gletscher tragenden Alpen sich bedeckt, in dem Schlamm, den die Ströme alljährlich zum Meere wälzen, ja in den feinen, durch kein Filter absehbaren Trübungen der klarsten Flüsse. Es sind vorhanden die Keime nicht nur des Glimmers und des Feldspaths, die wir mit bloßem Auge sogar erkennen können, sondern aller Mineralspezies, die überhaupt in den Gesteinen wachsen, durch den Wind und das Wasser überall gemengt, überall verbreitet und überall die Gelegenheit erspähend, sich zu neuen Individuen heranzubilden. Milliarden solcher Keime gehen zu Grunde, Millionen bleiben und finden die Bedingungen in den auf dem Meeresboden abgesetzten Schlamm- und Kalkmassen, welche die Thonschiefer und Kalke der Zukunft sind, in den Spalten, Ritzen und Drusen in dem festesten Gebirgs-gestein, wohinein sie durch die infiltrirenden Taggewässer gelangen. Manche Keime scheinen sehr leicht den Boden zur Entwicklung zu finden, wie die Feldspathe, manche nur selten und so werden wir jene dann häufig, diese selten antreffen, aber überall, unter den verschiedensten Zonen und in den verschiedensten Gesteinen in gleichen, oder nur durch die Gesetze der Isomorphie geänderten Formen.

Die mineralischen Stoffe, denen wir soeben, als durch Moder, Kohlen-säure und Ammoniak im Wasser löslich geworden, begegneten, setzen ihren Weg durch die Adern der Erde fort und treten in der Quelle zu Tage; oder sie wandern in größere Tiefen und es gelangen erst nach wiederholtem Absatz und Umsatz die gelösten Stoffe zur Oberfläche zurück. Sie sammeln sich in den Flüssen, Meeren und stagnirenden Gewässern, nicht immer im Zustande einer gesättigten Lösung, die bei geringer Verdunstung das aufgelöste Material im amorphen, todten Zustande fallen läßt, sondern in einer Concentration, die von diesem Zustande zuweilen weit entfernt ist. In solchem Falle sind es wieder die Pflanzen und Thiere, die jetzt bei ihrem Leben die Stoffe aufnehmen und bei ihrem Tode, durchsetzt mit der Substanz des abgestorbenen Leibes, zusammenhäufen. Diese Massen sind entweder direkt krystallinisch und dann lebensfähig,

oder werden erst durch Umwandlung in den krystallinischen Zustand zum Leben zurückgerufen und dann fähig, wiederum den vielleicht schon hundertmal begonnenen Kreislauf anzutreten.

Und so sehen wir auch für die Mineralien die allgemeine Wahrheit bestätigt, daß allerdings die wohlorganisirten großen Individuen die kleinen verschlingen, aber nur so lange, als sie im Vollbesitze ihrer Kraft heranwachsen, daß dagegen die Menge der einfach organisirten kleinen ausdauernden Widerstand zu leisten vermag, ja schließlich im Kampfe, der ewig sich wiederholt, als zeitweiliger Sieger hervorgeht und dadurch das Gleichgewicht in der Natur wiederherstellt.

Das ist das große Bild des Kreislaufes der mineralischen Stoffe, das sind die Punkte, bei denen er sich mit dem Kreislaufe der pflanzlichen und thierischen Substanzen verschlingt und kreuzt, so daß der eine des anderen zur Vollendung bedarf. Hierdurch erst, durch Einführung und volle Berücksichtigung dieser so lange verachteten und für todt gehaltenen göttlichen Schöpfung, die doch auch vom Schöpfer zum Leben, nicht zum Tode erschaffen ward, gewinnt die gesammte Naturanschauung Einheit und Gleichartigkeit, wahrhafte Großartigkeit und Vollendung, hierdurch auch allein erlangt die Mineralogie wirkliche Farbe und wirkliches Interesse und es erscheint uns die aufmerksame Verfolgung der Prozesse, die den Kreislauf bewirken, die Jeder bei hundert Gelegenheiten beobachten und verfolgen kann, recht geeignet, „den Sinn für Beobachtung der Natur zu wecken.“

II. Von den Organen der Mineralien und den Gesetzen, nach welchen die Bildung und das Wachsthum derselben erfolgt.

Die Mineralien haben Organe, wenn sie auch äußerst einfach, ja nur Elementarorgane sind, die aber mit Elementarorganen, wie den Saftgängen, der Pflanzen wohl verglichen werden dürfen.

1. Die Organe der Mineralien, welche die Aufnahme und Ausscheidung der mineralischen Substanzen vermitteln, die man also Ernährungs- und Verdauungsorgane nennen darf, sind eben so einfach wie deren ganzer Körper konstruirt. Es sind die Poren, die bald regellos, bald nach konstanten Richtungen die Masse durchsetzen, sowie endlich die gesammte Oberfläche. Durch die Poren schwißt der Saft durch, der zuführt und begleitet; an der Oberfläche verdampft die ernährende Flüssigkeit und scheidet die aufgenommenen Bestandtheile ab.

2. Vermehrungs- und Fortpflanzungsorgane besitzt das Mineral nicht. Wohl aber gleicht eine Art seiner Vermehrung der Vermehrung durch Theilung der niedrigsten Thier- und Pflanzengattungen. Das geringste Stückchen eines Feldspathkrystalles vermag, geeigneten Flüssigkeiten und Bedingungen ausgesetzt, durch Anziehung und Auswahl gleichartigen oder isomorphen Stoffes zu einem lebenskräftigen Individuum heranzuwachsen. Werden ihm diese Bedingungen nicht geboten, so kann es Jahrhunderte darauf warten, kann aber freilich durch andere Einflüsse auch zu Grunde gehen und dabei sein Material an andere Individuen abgeben.

3. Das Material zu den Neubildungen und Umbildungen stammt, wie wir schon oben gehört haben, aus zerstörten Mineralien selbst. Der Stein, sagten wir, der sich nicht mehr fortentwickelt, fällt der Zerstörung anheim; sein Material wird durch die Bäche und Flüsse, die Adern des Erdballes, in den allgemeinen Kreislauf zur Bildung neuer Individuen, oder anderen Mineralien zur Weiterbildung und Umbildung zurückgeführt.

4. Wir wollen hierbei ausdrücklich erwähnen, daß die Flüssigkeiten also wässerige sind und keine geschmolzene. Nur das in der Erde überall vorhandene Wasser führt die nährenden und lösenden mineralischen und organischen Stoffe herbei; ohne dasselbe kann kein Mineral in seiner starren Lage Masse zu seiner Vergrößerung heranziehen oder solche abgeben. Ebenso sind die salzhaltigen Gewässer des Erd-

innern fast ausschließlich die Quellen neuer Mineralbildungen, sei es daß diese vor sich gehn im festen Gestein, oder in Spalten, Drusen und Höhlen, sei es endlich in den geschmolzenen oder gesinterten Lavamassen der Vulkane. Wir wollen indessen nicht übersehen, daß während der Zeit, in der jene Massen in geschmolzenem Zustande waren, gleichfalls einzelne Mineralbildungen erfolgten, wie sie denn selbst die einzigen, direkt durch Schmelzung gebildeten Mineralien, die sogenannten vulkanischen Gläser darstellen.

5. Für viele Mineralien sind die Bedingungen, unter denen sie sich zum ersten Male bilden, noch nicht bekannt, das gilt besonders für die complicirten, für die Zeolithfamilie, für die Feldspathe, Augite, Olivine und Turmaline.

Solche Bedingungen, wie die Bildung der ersten Exemplare sie verlangt, mögen, je zusammengesetzter Natur diese sind, desto seltener, in Jahrhunderten vielleicht einmal, sich vereinigt finden: ist aber eines derselben gebildet, so sehen wir in I, wie ihre Weiterbildung und Vermehrung zu Stande kommt.

Für die einfacheren Mineralien läßt sich die Bildung deutlich und klar nachweisen, ja bei einigen unter unsern Augen verfolgen, wenn auch die große Mehrzahl dazu längere Zeiträume verlangt, als ein Menschenleben zu bieten vermag. Die Beweise liegen dann von der Natur selbst klar und scharf aufbewahrt in den Resten der organischen Stoffe, welche die direkte Bildung veranlaßten, oder in den Resten der mineralischen Stoffe, die nach der Bildung durch Umwandlung in dem Mineral zurückgeblieben sind und sich durch die Analyse nachweisen lassen.

Uebrigens verlangen diese Bildungen keine weiteren Beweise als ihre Beobachtung, denn sie stützen sich auf die einfachsten und bekanntesten chemischen Grundgesetze, die keinem Zweifel unterliegen und welche wir unten, zusammenfassend, aufzählen wollen.

6. Die Veranlassungen zur Bildung der einfacheren Mineralien sind folgende:

a) Abscheidung aus gesättigter Lösung. Es entstehen dadurch Mineralien, wie das Steinsalz in abflußlosen See'n. Dasselbe fällt gleich krystallinisch nieder.

b) Unlöslichwerden einer gelösten Verbindung. Verlieren z. B. Gewässer, welche doppelt kohlensaures Eisenoxydul oder doppelt kohlensauren Kalk enthalten, ein Aequivalent Kohlenensäure, so schlägt sich einfach kohlensaures Eisenoxydul oder einfach kohlensaurer Kalk nieder, welches erstere durch Aufnahme von Sauerstoff und Wasser zu Eisenoxyd wird, während letzterer als Tropfsteine die Höhlen kalkiger Gesteine ausfüllt.

c) Zusammentritt zweier sich zersetzender Flüssigkeiten. Kommt etwa gelöster phosphorsaurer Kalk mit in Kohlenensäure gelöstem kohlensaurem Bleioxyd zusammen, so bildet sich phosphorsaures Bleioxyd (Braunbleierz) und es geht gelöster kohlensaurer Kalk weiter.

d) Abscheidung mit Hilfe der Pflanzen und Thiere. Manche niedrigen Pflanzen, wie gewisse Conserven und viele einzellige Algen nehmen in Gewässern, welche kohlensaure Oxyde z. B. kohlensauren Kalk oder kohlensaures Eisenoxydul mittels der Kohlenensäure gelöst enthalten, dieses lösende Aequivalent Kohlenensäure auf und scheiden das Carbonat auf sich nieder. Sie bilden, wie alle Pflanzen, aus dem Kohlenstoff ihre organische Substanz und hauchen den Sauerstoff aus. Das Carbonat, seines Lösungsmittels beraubt, schlägt sich auf der Alge nieder und mauert sie ein zu Tode, während sich auf der steinernen Hülle eine neue Vegetation ausbreitet, die dasselbe Spiel der Ausscheidung wiederholt und auch gleichfalls eingemauert wird. So entsteht, um ein Beispiel anzuführen, der Sprudelstein, so entstehn ähnlich der Maseneisenstein, der Erbsenstein und der Krogenstein.

Die Thiere, Schleim- und Weichthiere, nehmen im Meere die schwefelsauren Salze, wie den Gyps, auf, wandeln ihn durch ihren Lebensprozeß in kohlensauren Kalk um und häufen diesen zu gewaltigen Felsmassen zusammen.

e) Umwandlung eines anderen Minerals. Eine solche Metamorphose kann einfach sein. So z. B. gehen Kalklager (kohlensaurer Kalk) in Spatheisenstein (kohlensaures Eisenoxydul) über, wenn Ge-

wässer sie durchtränken, die das in Kohlensäure schwerer lösliche kohlensaure Eisenoxydul enthalten. Die lösende Kohlensäure tauscht das schwerer lösliche kohlensaure Eisenoxydul gegen den leichter löslichen kohlensauren Kalk ein und führt diesen fort, anderwärts zu neuem Absatz. Solche Umwandlungen gehen nach dem Gesetze vor sich, das eine herantretende unlöslichere Verbindung sich stets an Stelle der früher abgesetzten löslicheren abscheidet. Häufig ist die Metamorphose verwickelter und es tauschen sich, immer nach obigem Gesetze, mehrere Bestandtheile eines Minerals mit neuen hinzugeführten Stoffen um, während wieder andere ausgewaschen werden. Hatte das erste Mineral Krystallform oder sonst eine ausgeprägte Gestalt, so behält das neue diese Form bei. Man nennt solche Truggestalten *Pseudomorphosen*; sie sind von ungeheurer Wichtigkeit, weil sie die Beweise sind für die Entstehung vieler Mineralien und ganzer Gebirgsarten.

Da sämtliche Mineralien dem Einflusse lösender und Stoffe zuführender Gewässer fortwährend unterliegen, also eigentlich selten frisch sind (in welchem Zustande allein ihre Zusammensetzung nach einem festen Verhältnisse gebildet sein könnte und durch eine chemische Formel auszudrücken wäre) sondern in der Bildung, Rückbildung oder Umbildung mehr oder weniger vorangeschritten sind, so müssen die Analysen, besonders der zusammengesetzteren Mineralien schwankend sein. Es kann daher eine chemische Formel, wie die Erfahrung auch lehrt, nur mit Vernachlässigung der kleinen Procente und sogar Verminderung oder Erhöhung hinderlicher Procente der Hauptbestandtheile zu Stande kommen. Wir machen in Folge davon darauf aufmerksam, daß eine so hergestellte chemische Formel nur eine imaginäre ist und einen nur hypothetischen Werth hat.

Fügen wir f) noch die oben besprochene Veranlassung hinzu, wo Mineralien, die als mikroskopische Keime in einer Masse, etwa in einem Thonschiefer vorhanden sind und zu sichtbaren Individuen heranwachsen, also für uns gleichsam neu entstehen, oder wo z. B. in einer augithaltigen Lava die umhüllende Masse ausgelaugt wird, verwittert und dadurch die mittlerweile auch herangewachsenen Augite sichtbar werden und hervortreten.

Wir wiederholen, daß in den meisten dieser Fälle die Neubildungen noch amorph und nicht lebensfähig sind. Sie beginnen sodann ihr Leben, nachdem sie unter dem Einflusse der Gesetze, die wir unter 7 h und i anführen wollen, in den krystallinischen Zustand übergegangen sind.

7. Die Gesetze, nach denen die chemischen Prozesse der Mineralbildungen erfolgen, sind dieselben, welche im Laboratorium herrschen. Wir wollen dieselben kurz aufzählen:

a) alle mineralischen Stoffe sind, besonders in kohlensaurem oder salzhaltigem Wasser, wenigstens ein geringes löslich; unter den Salzen, die die Lösung der mineralischen Stoffe befördern, sind Kochsalz und das durch Fäulniß stickstoffhaltiger organischer Stoffe gebildete kohlensaure Ammoniak die wichtigsten. Häufig geht der Lösung eine Reduktion der Oxyde zu Oxydulen, oder der Sulphate zu Sulphüren, oder endlich ein Umsatz vorher. Die Mineralien unterliegen um so mehr der Umwandlung oder der Wiederlösung, je mehr jene Stoffe, ihre Feinde sich einfinden. Beispiele dazu sind reichlich in III vorhanden. So ist phosphorsaurer Kalk in Wasser löslich — wenn auch schwer; löslicher ist derselbe in Wasser, welches Kochsalz enthält, noch löslicher in kohlensäurereichem Wasser. Quarz ist nach den gewöhnlichen Begriffen unlöslich, wir wissen indessen wohl, daß in einer kohlensauren Ammoniak haltigen Flüssigkeit auch der Quarz sich löst. Eisenoxyd wie kieselbares Eisenoxyd sind gleichfalls unlöslich, wenigstens äußerst schwerlöslich zu nennen; wenn aber das Eisenoxyd durch organische Moderstoffe zu Eisenoxydul reduziert ist, so vermögen kohlensaure Gewässer ersteres direkt als kohlensaures Eisenoxydul zu lösen, letzteres, das kieselbare Eisenoxydul, dann, wenn es durch die Kohlensäure unter Ausscheidung der Kieselsäure in kohlensaures Eisenoxydul umgewandelt worden ist.

b) Wasser, welches Salze gelöst hat, kann dieselben direkt nur abscheiden, wenn die Lösung eine gesättigte ist oder zu einer solchen eintrocknet, wie in den russischen und ungarischen Salzsee'n — also nicht, wenn solches in Spalten herunter tröpfelt oder fließt, wohl dagegen, wenn es durch das Ganggestein in die Spalten langsam durchsickert, wie an feuchten Mauern der Mauerfraß ausblüht, und dabei die geringe Feuchtigkeit Zeit genug hat, beim Eintrocknen zu einer gesättigten Lösung sich zu concentriren.

c) Wasser, welches Bicarbonate gelöst enthält, scheidet die Carbonate ab, falls die lösende Kohlensäure entweichen kann, wie in Höhlen und Spalten. Hierbei sei der allgemeine Satz ausgesprochen, daß eine Bildung um so krystallinischer wird, je langsamer sie zu Stande kommt.

d) Zwei Salze, die, beide oder wenigstens eines in Lösung, zusammenkommen, geben dann zu einem Niederschlage d. i. zu einer Mineralbildung Veranlassung, wenn durch Umtausch der Säuren sich eine unlöslichere Verbindung bilden kann als jede derjenigen war, welche zusammen traten. So führten wir schon das Beispiel von doppelt kohlensaurem Bleioxyd und phosphorsaurem Kalk auf Seite 7 an.

e) Die Verwandtschaftserscheinungen sind in der Kälte verschieden von denen in der Wärme. Nahe der Erdoberfläche zersetzt die Kohlensäure den kiesel-sauren Kalk — während in größeren Tiefen bei der dafelbst herrschenden höheren Temperatur die Kieselsäure wiederum den kohlensauren Kalk zersetzt.

f) Alle krystallisirten Mineralien haben ein Maximum der Größe, wie die Thiere und die Pflanzen. Kein Diamant erreicht die Größe der großen Bergkrystalle, kein Hyacinth die der Kalkspathe — wie keine Fliege die Größe einer Maus, kein Veilchen die Größe der Tulpen erlangt. Im günstigsten Falle erreichen sie dieses Maaß, um alsdann, wie die Thiere und Pflanzen, der Rückbildung anheim zu fallen, nachdem schon während der letzten Jahre die Ursachen, welche die Rückbildung veranlassen, immer mächtiger auftraten. Wir brauchen wohl nicht zu bemerken, daß, eben so wenig wie alle Pflanzen und alle Thiere vollkommen in ihrer Organisation sind, sodas sie alle ihr Maximum erreichen müssen, und eben so wenig als diesen Wesen die Ereignisse fehlen, wodurch sie vor Erreichung des Maximums absterben können — daß eben so wenig auch alle Mineralkrystalle das Maximum ihrer Ausbildung erreichen, sondern entweder durch Mängel ihrer Organisation oder durch zufällige Ereignisse an der Vollendung ihres Körpers gehindert und zerstört werden.

Wir zogen schon oben die für die Aufstellung einer chemischen Formel hieraus sich ergebende Consequenz.

g) Sind schwefelsaure Metalloxyde mit organischen Moberstoffen bei geeigneter Temperatur in Berührung, so faulen sie durch den Sauerstoff der Salze, die dadurch zu Schwefelmetallen reduziert werden.

Wirken Kohlensäure und Wasser längere Zeit auf ein Schwefelmetall ein, so entsteht ein kohlensaures Metalloxyd unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff.

Strömt Schwefelwasserstoff durch wenig poröse Kalkgesteine, so oxydirt er sich zu Wasser unter Abscheidung von Schwefel; in sehr porösen, lufthaltigen Lagern von kohlensaurem Kalk dagegen bildet er Wasser und Schwefelsäure, die unter Entwicklung von Kohlensäure den Kalk in Gyps umsetzt.

h) Steht ein sehr feines Salzpulver längere Zeit in einer feuchten Atmosphäre, so nimmt es krystallinische Struktur an. Hierbei löst sich von allen Theilchen Etwas in der angezogenen Feuchtigkeit, wobei die kleineren verschwinden und die übrig gebliebenen Reste der größeren in der concentrirten Lösung durch Anziehung von Masse ihrer eigenen Art zu ausgebildeteren Krystallen heranwachsen. Man setze nur ein Pulver von Eisenvitriol, oder besser irgend eines schwer löslichen Salzes, wie des oxalsauren Baryts, feucht eine längere Zeit hin, so wird man die gebildeten Krystalle nicht mit der Loupe, sondern mit bloßem Auge erkennen und mit dem Maaßstabe messen können; besonders der oxalsaure Baryt erscheint in schönen seidenglänzenden, nadelförmigen Krystallen.

Wiesenkalk und Ablagerungen von kohlensaurem Eisenoxydul gehen so in Marmor und krystallifirte Kalkspathe resp. in Spathisensteine über.

Ähnlich erfolgt die Umkrystallifirung der Schwefelmetalle in einer Schwefelwasserstoff-haltigen Atmosphäre, worin dieselben etwas löslich sind.

i) Je größere Massen dem Krystallisationsprozeß unterliegen, je größere Zeit dieser erforderte, je verdünnter die Lösungen waren, aus denen sich die Mineralien bildeten, desto größer und schöner werden, immer mit Berücksichtigung von f), die Krystalle. Daher findet man besonders unter den Kalken, die ungeheure Massen bilden, unter den Quarzen, die noch dazu äußerst schwerlöslich sind, die größten Krystalle. Ausgebildet findet man sie besonders in Hohlräumen, wo bei der Langsamkeit des Durchschwitzens der zuführenden Gewässer die Bildungszeit eine besonders große sein mußte, und vor allem in den Gängen, die dazu noch genügenden Raum zur Ausbildung großer Individuen darbieten.

III. Uebersichtliche Darstellung der Bildung und des Lebens der wichtigsten Mineralien.

Zu allen Zeiten ist die Atmosphäre wasserhaltig. Weniger durch den Regen, als besonders durch Auffaugung der porösen Erde wird der atmosphärische Wasserdampf fortwährend von der ganzen Oberfläche der Erde aufgesogen, während andererseits die Flüsse und das Meer durch Verdampfung der Atmosphäre Ersatz zuführen. So kann die ganze Wasserlieferung des Rheines durch eine tägliche Auffaugung von noch nicht $\frac{1}{3}$ im Bereiche seines Quellgebietes erreicht werden, wozu offenbar kein Regen nothwendig ist. Daher ist jeder Boden in der Tiefe feucht, selbst die sandige Wüste Sahara und die St. Thomasinsel, woselbst es nie regnet; daher tröpfeln und rauschen in den Bergwerken die niedergehenden Gewässer Jahr aus Jahr ein, im Frühjahr und im Herbst, im Sommer und im Winter, in trocken wie in nassen Jahreszeiten mit wenig veränderter Gewalt.

Das Wasser, das sich so im Boden niederschlägt, sinkt immer tiefer, senkrecht oder schief nach den Lagerungsverhältnissen des Bodens durch Gesteinsporen hindurch, die man kaum mit dem Mikroskope erkennen kann. Durch die Lagerung und die verschiedene Durchtränkbarkeit des Bodens entsteht eine Reihe von Ungleichheiten in der Absorption und dem Laufe des Wassers, die überall in der Natur vorhanden und auch nothwendig sind, falls nicht jeder Körper in demselben Sinne sich ändern soll — was schließlich einen Stillstand herbeiführen würde. Wo die Adern und Zwischenräume zwischen den Gesteinen zu Tage gehen, oder besonders wo die Scheidungen der Schichten, welche die wichtigsten Wasserleitungen des Bodens sind, an einem tieferen Punkte zur Oberfläche auslaufen als die Gegend ist, von welcher sie gespeist werden, da gelangt das Wasser wieder zu Tage und bildet die Quellen, die Quellen die Flüsse, welche den ganzen Wasservorrath und mit ihm den ganzen Raub der vom Wasser in den Gebirgen gelösten mineralischen Stoffe dem Meere zuführen.

Unsere Darstellung zeigt 1. die Bildung der amorphen, leblosen Grundmassen. Sie folgt zu diesem Zwecke dem Wasser, wie es, mit gelösten und trübenden Stoffen beladen, in abflußlose See'n und stille Meeresbuchten (A) oder ins Meer (B) gelangt, oder langsam durch sumpfige Niederungen (C) strömt. Sie geht dann über 2. zu der Bildung der krystallifirten Individuen und deren Leben, zeigt ferner die Umbildungen, welche das Wasser nach seiner Auffaugung in den mineralischen Gebilden hervorbringt. Endlich widmen wir der ganz speziell charakterisirten Reihe der kiesel-sauren Mineralien ein besonderes Capitel 3, deren Umbildungen wir durch ein ideales Schema zu veranschaulichen versuchen werden.

1.

A. Da, wo Flüsse einmünden in Binnensee'n oder in stillen Meeresbuchten, die eine geringe, vielleicht nur einen Theil des Jahres offene Verbindung mit dem Meere haben, da beträgt die Verdunstung des ruhenden Wassers gewöhnlich, wenn auch nur ein Geringes, mehr als die Zufuhr. In diesem Falle muß sich der Salzgehalt des zugeführten Wassers, wie wenig procentig er sein mag, im See nach und nach erhöhen: der Süßwassersee muß in einen Salzsee übergehen, und das Wasser endlich eine Concentration annehmen, welche die Ausscheidung der Salze nach ihrem Löslichkeitsverhältnisse zur Folge hat. Wir könnten, da in der Natur derartige Verhältnisse nicht einzeln sind, sondern da es Hunderte solcher See'n gibt, die Tausende von Quadratmeilen Oberfläche haben, genug der Beispiele anführen, um die Wichtigkeit und Großartigkeit der Bildungen zu beweisen, von denen wir jetzt handeln. Die gesammten russischen, ungarischen und ägyptischen Salzsee'n, die weitgestreckten sumpfigen Ufer des schwarzen und des kaspischen Meeres, die Buchten des faulen Meeres, der Eltonsee und das todtte Meer sind dergleichen Wasseransammlungen, die in verschiedenem Grade in der Concentration vorangeschritten sind und daher dem beobachtenden Auge des Forschers Gelegenheit bieten, die in ihnen stattfindenden Prozesse gleichzeitig in den verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung zu untersuchen.

Die Sättigung des Wassers ist zuerst für den Gyps erreicht, nicht weil derselbe in größter Menge vorhanden, sondern weil derselbe so schwerlöslich ist; er fällt zu Boden und aller weiter zugeführte schwefelsaure Kalk muß gleichfalls nieder fallen, während die Procente der übrigen Salze noch steigen. Hierdurch aber nimmt wiederum in erhöhtem Maaße die Fähigkeit des Wassers, Gyps zu lösen, ab, so daß bei dem Sättigungspunkte des Wassers für Rochsalz keine Spur Gyps gelöst bleiben kann. Und dieser Sättigungspunkt läßt nicht auf sich warten. Dann kommt nach dem Gyps das Rochsalz zur Abscheidung, dessen Löslichkeit wiederum durch den wachsenden Gehalt des Wassers an Chlormagnesium bedeutend verringert wird. Eine geringe Schlammmasse schützt das niedergesetzte Salz vor der Wiederlösung und so wächst das gebildete Lager zu ungeheurer Größe heran, um den See endlich auszufüllen bis unter seinen Spiegel. Nur die Mutterlauge mit ihrem Gehalte an alkalischen und alkalisch-erdigen Salzen bleibt übrig. Diese kann nicht weiter eintrocknen, da das Chlormagnesium für sich bis zu einem gewissen Maaße Wasser anzieht, also nicht mehr abgeben kann. Die Stürme, der hineingewirbelte Staub und die zugeführten Schlamm Massen, zuweilen ein Naturereigniß, das den Boden verschiebt, beendigen den Prozeß. In dem einen Falle wird die Lauge aufgesogen, und entläßt nach und nach die ausblühenden Salze. So sammelt man in Ungarn in den weiten Ebenen um Szegebin und Debreczin die ausblühende Soda und noch in jüngster Zeit wurde daselbst in der kurzen Zeit von 8 Tagen die restingende Mutterlauge eines Salzsee's von dem zugeführten Staub und Schlamm absorbiert. Sind die Erdmassen, die sich einstellen, gewaltig, so sammeln sich die Salze der Mutterlauge zu Knollen und Schnüren von schwerer löslichen Doppelsalzen, wie das Stafffurter Abraum Salz ein großartiges und die ganze Industrie der neuern Zeit umgestaltendes Beispiel ist. Da finden wir den Karnallit, Kieserit, Polyhalit und Borazit als salzsaure, schwefelsaure oder borsaure Doppelverbindungen der Basen Kali, Natron und Magnesia, stets untermengt mit wirklichem Rochsalz, während ähnlich in Tibet der natürliche Borax, Tinkal, und in Aegypten die natürliche Soda (wie in Ungarn durch Zersetzung des Rochsalzes aus den Salzen der Mutterlauge gebildet) ausblühen und gewonnen werden.

Die Ablagerung des schwefelsauren Kalkes, wollen wir noch bemerken, erfolgt als wasserfreier Anhydrit, der auch mit der Zeit in wasserhaltigen Gyps übergeht; mit beiden wechsellagert das Steinsalz und mit allen dreien jene Schlamm- und Sandmassen.

Außer diesen Mineralbildungen erfolgen in solchen See'n noch Bildungen kieseliger Kalksteine mit Hilfe mancher Algen, ähnlich wie wir sie sogleich im Meere sich bilden sehen werden und es lagert sich gleichfalls, wie an den Mündungen der Flüsse, die ganze Masse der zugeführten organischen Moderstoffe sowohl mit dem Steinsalze ab — das dadurch schwarz wird und sogar schlagende Wetter entwickelt —, als auch senken sie sich in größeren Tiefen zu Boden, um nach der Ueberlagerung durch Schlammmassen, nach der Verdichtung und Zersetzung einen Theil der Steinkohlenlager zu liefern. Hierzu bringt auch die auf dem Boden solcher Gewässer wuchernde Vegetation und die aus derselben hervorgehende mulmige Torf-ähnliche Masse ein reiches Material.

Werden in solche Gewässer Bäume zusammengeflößt, die hier nach und nach, durchschwemmt mit dem herbeigeplutheten Thon, der Vermoderung unter Wasser und bei geringem Drucke unterliegen, so entstehen die wenig gedichteten, theils mulmigen, theils noch mit ihrer Holzstruktur behafteten Braunkohlenlager. „Mit Recht erinnert Quenstedt an die Flöße von Schwemholz, welche aus den von unterwühlten Ufern niedergebrochenen Bäumen der Urwälder im Strome des Mississippi sich häufen. Wie schwimmende Inseln treiben sie dahin oder ankern gleichsam in den stillen Buchten, von üppigem Pflanzenwuchse begrünt, von Thieren bewohnt, stets mehr und mehr an Masse gewinnend, bis daß die Modorung das Holz zu schwer macht, um schwimmend getragen zu werden, und das ganze ungeheure Haufwerk niedersinkt und von Schlamm und Sand bedeckt wird (Volger).“ Als Bernstein wird das ausgeschwitzte Harz der fossilen Bäume Jahrtausende nach ihrem Untergange an die Küste geworfen oder in seinen Lagern von der Industrie der Gegenwart durch den Bergbau aufgesucht.

Wir dürfen also folgende Mineralien anführen, die sich in Binnensee'n, Meeresbuchten und buchtenartigen Flußmündungen bilden: Steinsalz, Anhydrit und Gyps, Karnallit, Kieserit, Polyhalit, Borazit, Zinkal, Soda und Braunkohle.

B. Das Meer ist das Herz der Erde, hier pulst ihr Leben; die Lage des Meeres schwankt wie der Lauf der Flüsse, die sich in dasselbe ergießen. Heute hier, morgen da. Wird der Boden des heutigen Meeres dereinst seine hüllende Decke verloren haben, so treten die Berge und Hügel und die Wasserscheiden der neuen Flüsse in ähnlicher Form und Beschaffenheit, wie wir sie an den heutigen kennen, hervor.

In das Meer, welches fast drei Viertel der ganzen Erdoberfläche und zwar da insbesondere deckt, wo bei der größten Wärme die stärkste Verdunstung herrscht, ergießen fortdauernd zahllose Flüsse ihr salzhaltiges Wasser in Quantitäten, die für einen Tag nach Milliarden Kubikfuß zu berechnen sind. Da sind die Könige der Flüsse, der Mississippi und der Amazonenstrom in den südlichen Zonen, da sind die Grafen und Herzoge, der Rhein und die Rhone, die in den mittleren Breiten herrschen — hinab bis zu den Baronen, deren Herrschaft nur einen Theil des Jahres in Wirksamkeit ist, die Fürsten des Eismeer's, der Ob und die Lena, sie alle sind dem Meere tributpflichtig. Es leisten jene Könige und Fürsten in 1000 Kubikfuß zugeführten Wassers bis zu 7 und mehr Kubikfuß gelben und schwarzen Schlammes, der in manchen Fällen bis zum vierten Theile aus organischen Moderstoffen besteht; dann nämlich, wenn bei den Hochpluthen des Frühjahrs weite Waldstrecken oder moderreiche Torflager aufgesluthet und weggeschwemmt werden.

Sie führen hin zum Meere, dem nimmersatten, gelöst im klaren Wasser, eine große Menge mineralbildender Salze, schwankend freilich sowohl in Quantität, die bei reichen Flüssen in 10000 Kubikfuß wohl auf 2 Pfund und mehr angeschlagen werden darf, als in Qualität. Die Flüsse, die aus kalkigen

oder aus salzigen Gebieten kommen, bringen herbei besonders den Kalk oder das Kochsalz, diejenigen, welche kupfer- und eisenreiche, also vorherrschend metallische Regionen durchströmen, liefern besonders die Kupfer-, Eisen- und Metallprocente, die für eine Wassermenge von 1000 Kubikfuß allerdings nicht beträchtlich sind, in Jahr und Tag aber auf eine wohl anerkennenswerthe Größe anwächst. Das Meer empfängt den Tribut an verschiedenen Stellen, den einen an den Küsten des Eismeeres, den andern an den Ufern der südlichen Gewässer und besitzt die Einrichtung, alle die verschiedenen mineralbildenden Stoffe zu einer im Großen und Ganzen sowohl an Quantität als Qualität der aufgelösten Salzen homogenen Flüssigkeit zu mischen. Das sind die Strömungen, die nach allen Richtungen, sowohl der Länge als der Tiefe nach die Wasser mischen, sodas der Gehalt an mineralischen Stoffen und auch sogar deren hervorragende Glieder in fast gleichen Procenten vorhanden sind im Norden, wie im Süden. Andere Glieder sind freilich ungleich vertheilt und geben dann auch den Neubildungen, denen sie sich zugesellen, einen etwas verschiedenen Charakter nach Schwere, Dichtigkeit, Löslichkeit und Metallgehalt. In der Nähe kupferführender Ströme sind die Absätze merklich kupferhaltiger als anderwärts; dort, wo besonders schwefelsaurer Kalk ins Meer gelangt, wachsen, wenn die übrigen Umstände günstig sind, vorzugsweise die Gyps tödtenden Korallen. Fast die Hälfte der Elementarstoffe ist im Meerwasser nachgewiesen, dessen Salzgehalt durchschnittlich $3\frac{1}{2}\%$ beträgt, einzelne freilich in so geringem Maße, daß sie der Analyse spotten; der andere Theil ist entweder auch auf dem Lande sehr selten, oder kann indirekt nachgewiesen werden in der Asche der Seepflanzen und Seethiere.

Das Meerwasser ist keine gesättigte Lösung; sein Procentgehalt ist auch seit historischen Zeiten nicht im Wachsen begriffen. Da aber täglich ganze Mengen von Salzen in dasselbe hineingeführt werden, so muß auch eine beständige Abscheidung derselben erfolgen, jedoch nicht in der Weise, wie wir dies in A gesehen haben, wo eine Flüssigkeit vorhanden war, die dem Sättigungs-Zustande der in ihr enthaltenen Salze entgegen ging oder ihn erreicht hatte. Auch verschwinden ja Salze, die wir in den Flüssen nachweisen können z. B. der schwefelsaure und phosphorsaure Kalk im Meerwasser, ohne daß für sie die Concentration erreicht wäre.

Die Abscheidung der zugeführten aufgelösten Salze und die Bildung mineralischer Formen erfolgt hier besonders durch die Lebensthätigkeit (a) pflanzlicher und (b) thierischer Organismen; die Abscheidung der Trübungen des zugeführten Wassers dagegen (c) auf mechanischem Wege. Auch hier schützen die Schlammmassen, sowie in den Neubildungen durch organische Thätigkeit die Leiber der abgestorbenen Pflanzen und Thiere das neugebildete Mineral vor der Wiederlösung durch das vom Sättigungspunkte sehr weit entfernte Meerwasser.

a) Die Wasserpflanzen und Schleimalgen, Diatomen, Tange, Moose, entziehen den Bicarbonaten des Kalks, der Magnesia und des Eisenoxyduls sowie anderer zufällig vorhandener Metalloxyde, wie des Kupfers und des Bleioxyds die lösende Kohlensäure und schlagen das unlösliche Carbonat auf sich nieder; auf ihren Leibern, gefüttert durch ihren Moder, erhebt sich eine neue Generation, mit derselben Thätigkeit ausgerüstet, aber auch zu demselben Schicksal bestimmt und so wächst die abgelagerte Schicht zu einer immer größeren Dicke heran, durchwoben und durchsetzt mit den Leibern der Wesen, denen sie ihre Abscheidung verdankt. Die Schicht ist im Grundtypus ein Kalkstein, kann aber nach dem Gehalte an andern Carbonaten sehr modificirt sein. Auch die Kieselsäure, welche zur Zellbildung verwendet wurde, mengt sich den Absätzen bei, ebenso Kochsalz und die meisten Salze des Meeres werden Bestandtheile des Pflanzenkörpers, als solche begraben und vor der Wiederlösung durch die gleichfalls zurückbleibende organische Substanz geschützt. Jedes Schneckengehäuse und jede Muschel am Boden des Meeres wird mit Algen überrindet. So entsteht der Kogenstein, dessen Körner ein kleines Foraminiferen- oder Schneckengehäuse als Kern einschließen, so entsteht der Muschelkalk und die durch Kalk gekitteten Sandsteine.

b) Die Thiere nehmen besonders den schwefelsauren Kalk aus dem Wasser auf, indem sie denselben in ihren Leibern zu kohlen-saurem Kalk umbilden und aufspeichern. Die Umbildung erfolgt durch ihren Lebensprozeß aus dem Kochsalz, welches sich in kohlen-saures Natron und dieses mit dem Gyps in schwefelsaures Natron und in kohlen-sauren Kalk umsetzt. Ersteres tauscht schließlich von dem Chlormagnesium wieder das Chlor ein. Die Schwefelsäure der aufgenommenen Salze bleibt theilweise im Thierkörper zur Bildung schwefelhaltiger organischer Substanzen, die Phosphorsäure gleichfalls zur Bildung der Knochen der höheren Thiere zurück. Sämmtliche aufgenommenen Salze setzen sich nach dem Hinstorben der Thiere und Pflanzen, vermischt mit den nunmehr modernden organischen Substanzen und geschützt durch Sand- und Thonlager, in ungeheuren Massen am Boden des Meeres an.

Unter den Thieren sind von der größten Bedeutung 1) die Weichthiere, Muscheln und Schnecken, solche von beträchtlicher Größe bis zu denen, die einen Stecknadelknopf an Größe nicht erreichen. Der abgeschiedene Kalk zeigt im Anfange aragonitisches Gefüge und nimmt erst später das kalkspathige Gefüge an. Manche Mergel sind aus solchen Thierresten gebildet. 2) Die Korallen sammeln nicht allein in der Haut, sondern auch im innern Gewebe den kohlen-sauren Kalk an und bilden, in Kolonien wachsend, jene kolossalen Korallenstöcke, die mit den hineingeschwemmten Muscheln, Staub und Schlamm als Berge im Meere emporsteigen. 3) Die kleinsten Thierchen, die Rhizopoden sind besonders durch ihre Anzahl von Wichtigkeit; sie sind überall vorhanden; von ihnen wimmelt das offene Meer, sie fehlen in keinem Schlamm an den Mündungen der Flüsse; alle Abfälle sind von ihnen voll. Der Sand selbst der Meeresufer besteht größtentheils aus den kalkigen Gehäusen dieser Thiere. Der Hirsenstein von Paris, der Jurakalk und die Kreide sind meist zu Staub zerfallene Gehäuse dieser „Wurzelfüßler“, vermischt mit der Kieselsäure der Zellalgen.

Auf ähnliche Weise, wie eben die Kalkrogensteine, entstehen in eisenhaltigen Theilen des Meeres die Eisenrogensteine und bilden sich an Orten, wo einzelne Punkte hervorragende Kolonien von Zellalgen, vielleicht durch ein Pünktchen Moder angezogen, beherbergen, kieselige Kalkkonkretionen, die unter Umständen durch den Verlust (Auswaschung) ihres Kalkes, wie wir später sehen werden, in Kieselkonkretionen, Feuersteine, übergehen. Daher, wo sich der Feuerstein in der Kreide findet, ist der Kalk sehr gering Kieselsäure haltig und nicht fähig, durch Brennen hydraulisch zu werden, wogegen bei Abwesenheit solcher oder ähnlicher Steinkerne die Möglichkeit vorhanden ist, aus dem Materiale einen Wassermörtel darzustellen.

c) Die schwebenden Bestandtheile der Flüsse werden bei ihrem Eintritte ins Meer von den herrschenden Strömungen erfaßt und weit, oft nachweisbar an hundert Meilen in die Wassermasse hineingeführt. Allmählich aber kommen sie hier in Ruhe und setzen sich in der Tiefe da, wo der Wellenschlag nicht mehr wirkt, in parallelen Lagen an. Sie enthalten im Allgemeinen Thon und Sand, organische Stoffe und den ganzen Salzgehalt des Meerwassers, das sie durchtränkt. Sie lassen sich nach ihrer Dichtung bezeichnen als Thonschiefer, Griffelschiefer und Brandschiefer. Dieselben Massen geben unter Umständen, dann nämlich, wenn die Masse des Moders in dem Schlamm bedeutend ist d. h. 30 — 40 % beträgt, dann, wenn die Hochfluthen, Waldboden oder Torflager überschwemmend, den fein aufgerührten Moder mit sich führen, Gelegenheit zur Entstehung besonderer Moderschichten, indem beim Absatz des Schlammes nach dem spezifischen Gewichte zuerst Thon (der zu Thonschiefer wird), dann moderhaltiger Thon (wird gebichtet zu Brandschiefer und Kohlschiefer), und endlich eine Moderschicht allein sich absetzt, welche nach der Verdichtung und Zerlegung die Steinkohle und endlich den Anthrazit darstellt. Die Lagen schwanken in ihrer Dicke, je nachdem die Hochfluthen mehr oder minder reich an Schlamm oder Moderstoffen waren. Ausgemürbte Baumstämme werden, aufrecht schwimmend, weil der Schwerpunkt in der Wurzel liegt, hingeführt und abgesetzt, dann angefüllt mit derselben wechselnden Masse des

Schiefers und der Kohle. Weiteres Material zur Steinkohlenbildung liefern die Tangmassen. In allen Breiten bedecken sie in ungeheurer Ausdehnung den Untergrund der Meere sowohl als den Spiegel der Hochsee als riesige Wiesenflächen (Sargasso-Meer); sie erzeugen auf dem Grunde des Meeres ungeheure, viele Landbildungen überragende Torfmoore, die nach Dichtung und Zersetzung zu großen Steinkohlenlagern werden. Wir bemerken vorgreifend, daß auch in den festländischen Torfmooren der Wechsel von Torf und von Schlammsschichten Jahrhunderte lang sich wiederholen und dadurch nach deren Dichtung eine Reihe von Steinkohlenflözen entstehen kann — sodaß die Steinkohlen aus drei Quellen abzuleiten sind, aus ins Meer geschwemmtem Detritus, aus modernden Tangmassen und untermeerigen Torfmooren, sowie endlich aus festländischen Torflagern.

Die Tange haben zwar keine Kieselsäure in ihren Zellen, wohl aber eine große Menge von Salzen, 30/0 Natron, 2½ 0/0 Kali, 30/0 Schwefelsäure. Diese Lager sind durch und durch durchsetzt mit den Resten der in den Wiesen lebenden oder dahingeschwemmten Meeresthieren, die bei der Fäulniß nach ihrem Tode eine reiche Quelle von Stickstoff- und Schwefelverbindungen, besonders von Ammoniaksalzen und von Schwefelmetallen werden.

So bestehn also die Mineralbildungen auf dem Boden des Meeres 1. aus kalkigen Massen, durch Thiere oder Pflanzen abgeschieden, in letzterem Falle besonders kieseläurehaltig, in allen Fällen organische Reste in großer Menge führend und steigend in solchem Maasse, daß bei einigen (wie beim Stinkstein) die Moderstoffe überwiegen. In diesen Schichten sind auch die übrigen Salze des Meeres entweder durch organische Thätigkeit, wie die Phosphorsäure und die Carbonate der schweren Metalle, oder mechanisch abgeschieden. Es sind Kalk und Eisenrogensteine, Muschelkalk, aragonitische Kalksteine, Mergel, Hirsfestein, Jurakalk und Kreide, Kalkknollen und Feuersteine (vorgreifend). Hierzu gehören noch die durch kalkige oder thonige Massen gefitteten Sandsteine. 2. Lassen sich als besonders aus vegetabilischem Detritus, gemischt mit mineralischen Stoffen, gebildeten Neubildungen anführen die Steinkohlen und Anthrazit (vorgreifend), sowie die in folgender Ordnung stets weniger an organischen Substanzen reichen Kohlschiefer, Brandschiefer, Griffelschiefer und Thonschiefer, endlich den unter Umständen Kupferkieß führenden Brandschiefer, den man Kupferschiefer nennt.

C) Im norddeutschen Tieflande wie in manchen niedriger gelegenen Landstrichen in der Nähe der Meeresküsten oder zu Seiten langsam strömender Flüsse, nicht allein der gemäßigten, sondern auch der kalten und heißen Zonen, erblickt man viele hundert Quadratmeilen des Bodens bedeckt mit einer einförmigen und gleichartigen Pflanzendecke. Der Wanderer wage nicht, ohne sichere Kunde von der Beschaffenheit des trügerischen Rasens solche Felder zu betreten: unter den grünenden Moosen und Wasserpflanzen stehen die Wasser häufig übermannshoch und auf dem Boden lagert eine mit Moosstengeln und den Wurzeln der Schachtelhalme durchwobene weiche, kalkige, torfige und eisenschüffige Masse. Auf einem solchen, von Quellen langsam überrieselten Grunde überziehen sich nämlich die Wurzeln und Stengel mit Kalk, indem die Pflänzchen den Bikarbonaten der gelösten Salze das lösende Aequivalent Kohlenensäure entziehen. Die geringsten Spuren werden dadurch gesammelt und unmittelbar an die zellige Oberhaut der Stengel befestigt. Theilweise fällt auch der Kalk zu Boden und bildet später jene dichte, mit Moosstengeln durchwachsenen Kalkfelsenmassen. Das Wachstum der Moose wird dadurch keineswegs gestört und während der obere Theil grünt, ist der untere wahrhaft versteinert. So entsteht der in wasserreichen

Niederungen sehr bekannte Wiesenalk. Viele derartige Gewässer enthalten Eisenbikarbonat, das nach demselben Prozeß Lagen von Raseneisenstein oder Sumpferz bildet, die mit Kalk gemengt sind und langsam durch Sauerstoffaufnahme in Eisenoxydhydrat übergehen. Sie wechsellagern häufig auch mit Torf, den (unter günstigen Verhältnissen) späteren Kohlenlagern und bilden sodann in diesem Falle den Kohleneisenstein. Diese Mineralien enthalten die Phosphorsäure, welche die im Wasser lebenden Conchylien und Foraminiferen in ihrem Leibe anhäuferten, nachdem sich dieselben bei ihrem Tode in dem allgemeinen Schlamme einbetteten. Die Phosphorsäure bildet mit dem Kalk den Apatit und mit dem Eisenoxydul das Eisenblau, Mineralien, die fast stete Begleiter des Wiesenalks und des Sumpferzes genannt werden können.

Noch wichtiger als die Moose sind die auch an diesen Orten massenhaft lebenden Faden- und einzelligen Zellalgen oder Diatomeen. Sie überrinden den Boden langsam fließender, fast stagnirender Gewässer mit ihrem Kalkabsatz. Schilfrohr und Wurzelwerk werden allmählich dadurch zu einem festen, mit Pflanzenstengeln gefitteten Kalkstock umgewandelt. Der Sauerstoff, den diese Wasserpflänzchen abgeben, hebt die Algen und den an ihnen haftenden Kalk und bildet so den Mittelpunkt für neue Anheftungen und neue Auscheidungen von Kalk. Ist das Kügelchen zu schwer, so fällt es zu Boden, alle werden sie gefittet durch denselben Prozeß zu den Mineralmassen, wie sie im Erbsenstein von Karlsbad zu sehen sind. In Wasserleitungen entsteht auf diese Weise der parallelstreifige Sprudelstein. Diese Bildungen enthalten noch eine Menge Salze, die aus dem Wasser sich in die Zellen der Algen abluden und das Material liefern zu den mannichfachsten Umbildungen.

Häufig sind es moderne Thier- und Pflanzenreste, ja ein Pünktchen Moder, an denen sich die Algen befestigen und dann keine kontinuierliche Bildung, sondern hier und da, an vielen Stellen, einen Absatz von Kalk herbeiführen, Kalkknollen, welche Anfangs noch die rohen Umrisse der umringten Körper zeigen, allmählich aber mehr und mehr veränderte Formen annehmen und zuweilen im Innern einen Moderstoff oder sogar ein Hohlbläschen enthalten. Diesen Knollen fügt sich die Kieselsäure der Zellen, die Salze des Wassers z. B. die phosphorsauren, wie schon oben bemerkt, hinzu, und außerdem unter Umständen manche Procente anderer Carbonate z. B. des Eisens. Ja es können diese letzteren so sehr vorwiegen, daß sich die Knollen als wirkliche Eisenknollen, Glaskopf, charakterisiren.

Die Kieselsäure, die in den Zellen der Algen sich absetzt, ist schwankend, oft ganz beträchtlich bis zur Hälfte des Absatzes. Wo der Kalkgehalt gering ist, da entstehen statt Kieselsäure haltiger Kalklager, kalkhaltige Kieselsäureabsätze; der Moder verwest mit der Zeit, nimmt dabei als Kohlensäure den geringen Kalk mit sich fort und von der torfartigen Masse bleibt das weiße Kieselmehl, der Polirschiefer, fälschlich Infusorienerde genannt, zurück. (Nach Otto Volger.)

In solchen sumpfigen und moosreichen Niederungen bildet sich unter der Rasendecke und noch über dem sich abscheidenden Kalk aus den verwesenden Moosstengeln, Blättern und Wurzeln der daselbst üppig wuchernden Wasserflänzchen und der in sie hineinfallenden Theile der Bäume, welche in und neben den Mooren wachsen, der Torf. Die Torfmoore in den Niederungen der Flüsse, sagt Lafard, befinden sich durch die fortschreitende Vermoderung in einem Zustande des Zusammenschwindens. In Folge der dadurch entstehenden notwendigen Senkung oder in Folge von Hochwassern werden diese ganzen, mit Moderstoffen erfüllten Schichtenreihen von den sie durchströmenden Flüssen überschwemmt und mit neuen, je nach der Stromgeschwindigkeit des Flusses verschiedenen Massen, Sand oder Schlamm Massen, überlagert. Nachdem die Wasser sich verlaufen, beginnt in den zurückbleibenden Wasserlachen auf der ganzen Sumpffläche das organische Leben mit seinen kleinsten Anfängen von Neuem. Den Algen, welche, in dem stagnirenden Wasser sterbend die erste Moderschicht als Grundlage für den Torfbildungsprozeß abgeben, folgen schwimmende Moose und diesen wieder höhere Pflanzen, wie Schlauchkräuter, Laichkräuter, Wasserlinsen

Mit diesen und mit dem vom Ufer vordringenden Schilfrohre arbeiten Schachtelhalme, Binzen und Wollgräser mit ihrem dichten Wurzelgestlecht gemeinschaftlich daran, die Wasserlache zu schließen, indem sie dieselbe in eine Sumpflache verwandeln, von der eine Menge zierlicher Torfmoose, vor Allen das Sphagnum, Besitz ergreifen. Durch ihre Eigenschaft, das Wasser vermittle der Oeffnungen in den Zellwänden ihrer Blätter schwammartig aufzusaugen und durch die Unterhaltung einer fortwährenden Feuchtigkeit den Zutritt der Luft zu verhindern, vermögen die Torfmoose mit ihren absterbenden Körperchen fort und fort die Anhäufung der vermodernden Torfmassen zu bewirken. — — — Auf dem mehr oder minder durch Wechsel der mineralischen und Torfschichten fest gewordenen Dache der Hochmoore wachsen die höheren Pflanzen; wir begegnen vor Allem den Coniferen-Arten, der Fichte und der Föhre, Laubhölzern, wie der Birke, und Sträuchern wie dem Kreuzdorn. An den Rändern der Torfmoore wachsen besonders die Farne und Schachtelhalme, von dem Dache und den Rändern stürzen hinein die daselbst wachsenden Bäume, oder werden ganze Wälder von der fortschreitenden Torfmasse unterfangen und verschlungen.

Als Resultat solcher Mineralbildungen treten also auf: Wiesenkalk und Raseneisenstein; Erbsenstein, Sprudelstein; Kalkknollen, Glaskopf; Apatit und Eisenblau; Kieselmehl, Polirschiefer und Infusorienerde; endlich der Torf.

2.

Fäuterung und Umbildung der Neubildungen.

Die meisten der in I aufgezählten Bildungen trugen sowohl in ihrer äußern Form, als im Gehalte einen gekennzeichneten Charakter: Kalk-Absätze, Eisen-Absätze, ohne indessen von anderen Stoffen frei zu sein, — die Kalkbildungen von Eisen und organischen Substanzen, diese von Kalk und Eisen, — ja es erheben sich diese Nebenbestandtheile zuweilen zu so hohen Procenten, daß man ungewiß ist, ob man ein Mineral z. B. als kalkhaltigen Eisenstein, oder als eisenhaltigen Kalkstein ansprechen soll.

Nachdem indessen die Bildungen erfolgt, nachdem sie durch schlammige, sich verhärtende Thonüberschüttungen vor der völligen Wiederlösung in dem darüberstehenden Gewässer auch dann geschützt sind, wenn die einhüllende organische Substanz zu faulen und damit zu verschwinden beginnt, erfolgt die Fäuterung der Absätze, deren Resultat

A) die Auflösung und der Weggang der Moderstoffe nebst einer ersten, vorläufigen Umwandlung ist, die mit der Zeit die Trennung der darin vorhandenen Gesteinstoffe zur Folge hat, —

B) die Ueberführung der getrennten Bestandtheile in Formen ist, welche nicht allein haltbarer und beständiger sind, sondern auch äußerlich als wohl charakterisirte krystallisirte Individuen sich darstellen.

Bevor wir dazu übergehen, diese Umbildungen aus einander zu setzen, gestatte man uns einige Bemerkungen. Offenbar brauchen bei der Unregelmäßigkeit, die in der Natur herrscht und herrschen muß, der zu Folge nicht alle Theile denselben Einflüssen ausgesetzt sind, und sich also auch nicht in demselben Sinne und Grade ändern können, die gebildeten Absätze nicht alle gleichmäßig sich zu ändern, noch wird die Aenderung, die sicher nicht überall durch dieselben Einflüsse erfolgt, überall in demselben Sinne sich gestalten. Wenn wir also hier die Veränderungen aufzählen, so ist zu verstehen, daß es mögliche sind, daß aber nicht alle Absätze alle zu schildernden Veränderungen erlitten haben, so daß man gegenwärtig Exemplare fast jeden Zustandes antrifft. Wir machen aber auch darauf aufmerksam, daß man schwerlich einen ersten Mineralabsatz finden dürfte, der bei den Einflüssen, die ihn umringen, gar nicht geändert wäre: im Gegentheil, sie werden alle täglich geändert, durch Zutreten oder Wegnahme von Bestandtheilen. Und wenn auch bei demselben Mineral die Veränderung erst nach langen Zeiten sich der äußeren Beobachtung darstellen kann, so begreift man doch, daß die chemische Analyse der vorhandenen, also in der Veränderung begriffenen Mine-

ralien, wenn auch in kleinen Procenten, jene Veränderungen beweisen müssen, daß ferner die Methode, durch Vernachlässigung dieser kleinen, oft hinderlichen Procente eine chemische Formel zu construiren, den wirklichen Verhältnissen in keiner Weise Rechnung trägt — wie wir dieses schon oben ausgesprochen.

A) Die Moder-Steinlager beginnen, von lufthaltigem Wasser durchtränkt, eine Reihe von Zersetzungen, die den Moder zerstören und die verschiedenen mineralischen Bestandtheile isoliren, letzteres theilweise durch Wiederlösung und Wiederabsatz in krystallinischer Form. Die Zersetzung und die Endprodukte sind verschieden, je nachdem der atmosphärische Sauerstoff in den obersten Lagen bei reichem Modergehalte verbraucht wurde und die untern Schichten also mehr trocken destillirt werden, als faulen (a), — oder je nachdem der atmosphärische Sauerstoff frei und voll hinzutreten kann, oder Dryde und schwefelsaure Dryde zugegen sind, deren Sauerstoff alsdann die Rolle des atmosphärischen vertritt (b). In beiden Fällen können wir noch weiter unterscheiden, ob die Gebilde vorherrschend aus Moder (α) oder aus mineralischen Stoffen (β) bestehen. — Wir verfolgen die hier angedeuteten Prozesse in getrennten Richtungen, obgleich diese in der Natur nie streng geschieden sind.

a) Bei vorherrschender Destillation solcher Abfälle, in denen die Moderstoffe vorwiegen, nimmt die Zersetzung diejenige Richtung, welche als Zwischenprodukte die Steinkohle, die wir oben vorgreifend schon erwähnten, so wie Erdöl, Naphta, Asphalt und als Endprodukt den Anthrazit liefert. Mit den Quellen, die hier dem Boden entfließen, quillt das Erdöl und Erdpech hervor; manche der Moderhaltigen Schiefer und Kalke haben so viel Erdöl und Asphalt, daß sie angezündet, brennen, — geschmolzen, eine reiche Ausbeute von Asphalt, oder destillirt viele Procente Steinöl liefern: so der Posidonienschiefer in Schwaben, der Asphaltstein bei Hannover, der Jurakalk des Traversthales. Weniger zur Gewinnung geeignet, treten dieselben Produkte in geringen Moderhaltigen Lagern auf, in Steinsalz und Gypslagern, wie in den Karpathen und den Umgebungen des kaspischen Meeres (siehe oben). Bei diesen Moderprocessen nimmt die Menge durch Zersetzung und Dichtung bis zur Hälfte und mehr ab: aus sehr mächtigen Lagern werden geringe Kohlenschichten, ja Schichten, bei denen die organischen Bestandtheile die unorganischen überwogen, bieten jetzt eine steinartige Beschaffenheit dar.

Die Zersetzung der organischen Substanz kann noch zwei andere Richtungen nehmen, deren Chemismus unbekannt, und die statt des Anthrazits als Endprodukte den Graphit und Diamant hervorbringen.

a β) Wiegt in den Ablagerungen der Moder nicht vor, so wird mit durch Zersetzung schwindendem Gehalte an diesem Stoffe der Sauerstoff der eindringenden Luft die Richtung des Processes immer mehr aus der Destillation in die einer Fäulniß leiten. Während dieser Uebergangszeit treten dann beide Produkte, die der Destillation und der Fäulniß, gleichzeitig auf, wie wir dieses in den Maremmen von Toskana heute erkennen, Prozesse, die wir unter dem Buchstaben b zu besprechen uns vorgenommen hatten. Die beständigen Begleiter dieser Prozesse, Schwefelwasserstoff, Kohlenwasserstoff, Oele, Erdpech, Ammoniak u. s. w. finden sich daselbst an vielen Orten. Das kohlen-saure Ammoniak zerlegt bor-saure Verbindungen; das bor-saure Ammoniak wird durch Dampfströme, die der chemischen Aktion des Fäulniß- und Destillationsprocesses ihre Entstehung verdanken, (zerlegt) an die Oberfläche hinaufgerissen, wo die Entstehung des Bor-säuregehaltes durch die Gegenwart des Ammoniaks in dem condensirten Wasser der Dampfströme bewiesen wird. — Die Produkte der Fäulniß sind: kohlen-saures Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Kohlen-säure und Wasser; wir können daher die Veränderungen, welche wir in der folgenden Abtheilung zu besprechen haben, zweckmäßig nach der Wirkung dieser Fäulnißprodukte gruppiren.

b. Unter den Produkten der Fäulniß muß besonders das Ammoniak hervorgehoben werden, welches mit Kohlen-säure verbunden, in ungeheurer Menge entsteht und, im Wasser gelöst, alle Bildungen durchtränkt. Manche Stoffe sind in kohlen-saurem Ammoniak löslicher, als in reinem Wasser und werden bei dessen Entstehung somit weggeführt, andere, z. B. der Schwefelwasserstoff wirken auf die Metall-salze der Basen Eisen, Nickel, Kobalt, Mangan und Zink nur bei Gegenwart dieses Salzes; für die Kieselsäure ist es

das Mittel, sie aus ihrer Lösung niederzuschlagen und zum Absatz zu bringen; andere Salze z. B. der Gyps werden erst durch kohlensaures Ammoniak recht löslich gemacht, indem sie durch dasselbe in Carbonate übergeführt werden, die in freier Kohlensäure löslich sind. Da dieses Salz also nur in Verbindung entweder mit Schwefelwasserstoff oder Kohlensäure zur Wirkung gelangt, oder nur auf reine Gesteinstoffe influirt, so beabsichtigen wir die näheren Angaben bei Gelegenheit dieser Körper zu machen.

Der Schwefelwasserstoff entsteht sowohl direkt durch Fäulniß der schwefelhaltigen organischen Substanzen (der Tang-, Torf- und Modermassen, oder der Leiber der Schleimthiere), oder durch Reduction schwefelsaurer Salze durch Moderstoffe und Zersetzung der gebildeten Schwefelmetalle durch Kohlensäure und Wasser. Strömt der Schwefelwasserstoff auf feuchte Metallsalze, einfache oder gemengte, die besonders durch kohlensaure Gewässer zur Lösung disponirt sind, wie z. B. auf kohlensaures Bleioxyd, kohlensaures Kupferoxyd, kohlensaures Zinkoxyd, kohlensaures Eisenoxydul (bei Gegenwart des nie fehlenden Ammoniaks), so setzen diese sich um in Kiese, Glanze, Blenden, in Bleiglanz, Kupferkies, Zinkblende, Eisenkies u. a., die wir uns noch nicht mit dem scharfen, wohl ausgeprägten Charakter zu denken haben, wie wir ihn an den Handstücken der Sammlungen kennen, in welche Formen diese Verbindungen erst später übergehen. — Gelangt der Schwefelwasserstoff in höhere Teufen, wo die Gesteine porös und lufthaltig sind, so bildet sich entweder Schwefel, wenn der Sauerstoff zur Drydation des Wasserstoffs und des Schwefels nicht ausreichte, oder es entsteht bei sehr zerklüfteten Gesteinen Schwefelsäure. Ablagerungen von jüngern kohlensauren Kalken gehen so über in Gyps, Witheritlager in Schwerspath, während ältere Gypslager nach dem eben Gesagten zu kohlensaurem Kalk werden. So findet sich denn auch der Schwefel in zerklüfteten jüngern Kalken, auch mit Gyps und Steinsalzlagern, die mit dem Moder wechseln, aus dem der Schwefelwasserstoff entstand.

Der durch die Fäulniß in größter Menge entstehende Körper ist das Kohlensäuregas, welches, in Wasser gelöst, alle Neubildungen durchströmt. Die Gesteinstoffe, denen der Moder beigemischt war, sind entweder in einer Form, welche durch Kohlensäure direkt gelöst werden kann, wie sämtliche Carbonate, oder sie befinden sich in einem Zustande, der vor der Lösung noch eine Umwandlung erfordert. So die Trümmer früherer Gesteine, die nach Vollendung des Kreislaufes, der sie in den Zustand größerer Haltbarkeit und höchster Drydation überführte, zerstört, zerrieben und aufgesluthet, als neue Absätze den schon einmal gewanderten Weg beginnen, da sie bei dem Absätze denjenigen Körper aufgenommen haben, der allein ihnen dazu die Möglichkeit bereitet: den Moder. Nur durch dessen allmähliges Wegfaulen konnten sie ehemals in einfachere, höher oxydirte und haltbarere Verbindungen übergehen. Die erforderliche Umwandlung besteht theilweise in einer Reduction, theilweise in einer Umsezung. So wird Eisenoxyd, zu Oxydul reducirt, in Kohlensäure löslich; so wird Eisenoxydsilikat gleichfalls, durch organische Stoffe reducirt und durch kohlensaures Ammoniak zu kohlensaurem Eisenoxydul zersetzt, in Kohlensäure löslich. Verfolgen wir dies so gelöste Eisencarbonat als Muster anderer Metallcarbonate, so sinkt es nach der Bildung in die Tiefe und kommt entweder in der Quelle zu Tage, um hier an der Luft Absätze von Eisenoxydhydrat (Verlust der Kohlensäure und Aufnahme von Wasser und Sauerstoff) zu bilden. So entstehen die Gelb-, Braun- und viele Raseneisensteine. Findet es auf seinem Wege Kalklager, so wandelt es diese in Sphärosideritlager, Kalkknollen in Sphärosideritknollen*) um, die noch häufig die Formen der organischen Körper zeigen und im Innern den phosphorsauren Kalk nachweisen lassen, der, wie

*) Man vergleiche hier die Angaben Heymanns: Da bei genauer Beobachtung sich ergibt, daß sogar die festesten Sphärosideritblöcke von weichen Partien umgeben sind, welche ein Gemenge von Thon mit Sphärosiderit in kleinen Körnchen oder oolithischen Aggregaten von Körnchen bilden, so dürften wir in diesen Körnchen den ersten Moment der Entstehung des Sphärosiderits im Thone vor uns haben. Diese Körnchen gruppieren sich durch einfache Massenattraction nach und nach zu größeren oolithischen Partien zusammen, aus denen allmählich, durch weitere Anziehung vom Kerne aus, im Innern dichter, reiner Sphärosiderit entsteht, während die entfernten Partien von innen auch außen uns die verschiedensten Uebergänge dieser Bildung darbieten, und der früher bei-

wir oben hörten, den Kalkknollen*) eigenthümlich ist. Diese Umwandlung stützt sich auf die auf S. 7 Nr. e und S. 8 Nr. a angeführten Gemischen Gesetze. Statt des Eisenbifarbonates wandert das Kalkbifarbonat weiter. Auf dieselbe Weise wandelt sich auch der Wiesenkalk in Sumpferz oder Maseneisenstein um. Man begreift ebenfalls, wie Kalklager, die etwa Baryt, Magnesia und Eisencarbonate enthalten, durch die Kohlenensäure sich separiren müssen. Hat das durchtröpfende Wasser, welches Kohlenensäure enthält, in den obersten Lagen sowohl Baryt, als Kalk gelöst, und kommt es tiefer, so tauscht es den hier vorhandenen Kalk gegen den zugeführten unlöslicheren Baryt um: die Barytprocente des Lagers steigen; langt neues Wasser an, so wiederholt sich der Vorgang, bis aller Kalk ausgewaschen und der schwerer lösliche Baryt sich zusammengefunden hat. So können gemischte Kalklager außer in Eisencarbonate sich in ihre Bestandtheile, Kalk, Witherit (oder Strontianit), Magnesitlager separiren, oder durch Zuführung solcher Salze Kalklager in Witherit (Strontianit), Magnesit, oder Eisenlager übergehn.

Der Prozeß der Separirung dieser Lager, die neben dem Kalkcarbonat als Hauptmasse auch noch andere kohlenfaure Verbindungen führen, und zwar nach Maaßgabe der Löslichkeit der Bestandtheile in den kohlenfauren Taggewässern, ist eben so allgemein und häufig, als die Umwandlung solcher Abfälle durch zugeführte unlöslichere schwere Metallcarbonate. Außer Eisencarbonat sind es besonders die Carbonate des Zinks, des Kupfers und des Bleies, die, sowohl auf die erste, als zweite Weise, große Anhäufungen zu Stande bringen, trotzdem sie bei ihrer Neubildung in der Masse des Kalkabfages nur in geringen Procenten gegenwärtig waren, oder im andern Falle das einfiltrirende Wasser nur Spuren

gemengte Thon nach außen gedrängt, ausgeschieden wird. Bei der Bildung von obigen Concretionen haben auch häufig Pflanzenreste mit Veranlassung geboten, wie die häufig eingeschlossnen Holzstücke und Blätter beweisen. Solche Bewegung in dem tertiären Thone darf uns nicht im mindesten wundern, da derselbe nur relativ wasserdicht ist und eine Reihe verschiedener Thatsachen darthun, daß sowohl Wasser darin verändernd circuliren, als auch continuirliche Bewegung in diesen Schichten Statt findet. Ich erwähne nur der Gypskrystallbildung im tertiären Thone, wo schwefelkieshaltige Braunkohle sich zerlegt, wobei ebenfalls Raum durch Verdrängung des Thones entstehen muß, und der Thatsache, daß die Zusammenziehung, Verdichtung des Sphärosiderits noch unter unsern Augen von Statten geht. Berücksichtigen wir, daß die Sphärosiderit-Vorkommnisse fast immer mit mehr oder weniger mächtigen Braunkohlenflözen wechsellagern, daß ferner die Hauptmasse oder doch ein großer Theil des Thones im niederrheinischen Tertiärbecken der Zersekung großer Basaltmassen seine Entstehung verdankt, so möchte ein großer Theil dieser Thonlager nicht als oxydulhaltiger blaugrauer Thon, sondern als ein mit Eisenoryhydrat gemengter gelber Thon oder Lehm von den damaligen Seen abgelagert worden sein. Die durch Zersekung der in den Braunkohlenflözen angehäuften Pflanzenresten bewirkte Reduction in den umhüllenden Thonschichten wird die einzige Ursache von deren Entfärbung sein, bei welcher sich der Eisengehalt als kohlenfaures Eisenorydul, zuerst in kleinen Körnchen in der ganzen eisenhaltigen Thonmasse vertheilt, ausgeschieden hat und sich wohl an vielen Stellen heute noch ausscheidet, während die weitere Zusammengruppierung dieser Körnchen zu größeren Massen, wie oben erläutert, wohl noch sicherlich heute von Statten geht. Für die Desoxydation des Thones durch die Braunkohle spricht auch noch die Thatsache, daß in der Nähe der Braunkohle, besonders im Hangenden dieselben, die eisenfreiesten, weisesten Thonlager sich befinden, häufig nach oben übergehend in eisenhaltige Thone, mit Sphärosiderit.

*) Interessant dürfte hierbei sein, was Mohr über den Kreislauf der Phosphorsäure und des Fluors zusammenstellt: Die geologische Abstammung des Phosphates kann nicht zweifelhaft sein; es ist der phosphorsaure Kalk jener Schalthiere, welche den unterliegenden kohlenfauren Kalk bildeten. Alle diese Thiere enthalten in ihren Schalen kleine Mengen phosphorsauren Kalkes, die bis zu 1 $\frac{1}{2}$ pCt. gehen. Der phosphorsaure Kalk kommt als Mineral heragonal krystallin vor, ist aber in diesem Zustande niemals rein, sondern immer mit Fluorealcium oder mit Chlorkalium, oder zugleich mit beiden vergesellschaftet. Diese Beimengung gab die Veranlassung ab, seine Abstammung zu ermitteln. Das Meerwasser enthält kleine Mengen von Phosphorsäure und Fluor. Diese beiden Stoffe gehen nun beim Wachsen der Pflanzen in die Thiere. Die Schalen der Seethiere und besonders die der Foraminiferen, welche die Kalkgebirge bilden, enthalten beide Stoffe. Auf diese Weise kommt Phosphorsäure und Fluor in die Kalkgebirge. Mit den Kalkgebirgen gelangen beide Stoffe auf das Festland. Aus dem Kalle werden sie gezogen und entweder als reiner Flußspath oder als ein Gemenge von Flußspath und phosphorsaurem Kalk, als Phosphorit und Apatit, in Gängen abgesetzt. Indem die Kalkgebirge zerstört werden, theils durch Lösung, theils durch Zertrümmerung, gelangen beide Stoffe in den Kreislauf des Festlandes. Im Zusammentreffen der lösenden Flüssigkeit mit anderen Stoffen des Festlandes sind alle Mineralien entstanden, welche Phosphorsäure und Fluor enthalten. So haben die Kalkgebirge in der Bildung der Erde auch die Wirkung, daß sie beide Stoffe über die Erde verbreiten. Aus den Kalken sind beide Stoffe in die Melaphyre, Diorite, Basalte übergegangen, und aus der Verwitterung dieser in die Dammerde. Es erklärt sich daraus das beständige Begleiten dieser beiden Stoffe und ihre ungeheure Verbreitung auf der Erde. Das Wachsen der Pflanzen ist über-

jener Salze enthielt. Auf diese Weise kommt die Bildung der Mineralien Galmei,*) Malachit und Lasur, sowie des Weißbleierz zu Stande.

Wir haben den Chemismus dieser zweierartigen Umwandlungen schon auf Seite 7 erläutert und weisen an dieser Stelle darauf hin.

Durch gänzlichen Verlust des Moders geht an der Oberfläche dunkles Kieselmehl über in hellweißes; stark kalkhaltige Kieselsäure-Absätze durch mehr oder weniger vollständige Auswaschung des Kalkes in weißen, sogenannten Infusorienmergel. Kalkknollen, mit Wasser befeuchtet, das Kohlenäure und kohlen-saures Ammoniak enthält, verlieren den Kalk, an dessen Stelle durch das letztere Salz die gelösten Spuren der Kieselsäure niedergeschlagen werden. Sie bilden den noch kalkhaltigen, lockeren Schwimmstein und endlich den fast kalkfreien, gedichteten Feuerstein. So trennt sich gleichfalls, wo der kieselige Kalkstein Knollen bildete, der Kalk in Lagern von der Kieselsäure, die in der Form der vorigen Knollen in dem Lager sich einbettet. Ähnliche Prozesse und Bildungen erfolgen, wenn die durch thierische Gallerte befestigte Schale der Weichthiere bei deren Fäulniß gelockert wird. Hier geht der thierische Körper in sogenannte Steinkerne über, die theilweise, aber auch inclusive der ehemaligen Kalkschale in Kieselsäure verwandelt sind.

B. Wenn auch, wie wir früher gesehen haben, die ursprünglichen Neubildungen amorpher Natur waren, so sind nun schon viele der eben geschilderten Umwandlungsprodukte krystallinischer Natur, die wir jetzt besonders ins Auge fassen wollen.

Wir erinnern an das Beispiel des Eisennitriols auf Seite 9, dem wir das Beispiel des oxal-sauren Baryts an die Seite stellen konnten und werden dann begreifen, wie separirte Lager von kohlen-sauren Salzen unter dem Jahrhunderte langen Einfluß der kohlen-sauren Gewässer, womit sie in Berührung sind, und welche die kleinen Partikeln vorzugsweise lösen, um die großen damit aufzufüttern, endlich zu krystallinischen Gebilden sich umwandeln. Je größer das Lager, je länger die Zeiträume (besonders wegen der Schwierigkeit der Lösung, also wegen der Verdünntheit derselben), die zur Umwandlung erforderlich waren, desto größer und vollkommener ist der krystallinische Charakter. So wandeln sich aus dem Wiesenalk um zu großkrystallinischer Form die Kalkspathe und die aus dem Wiesenalk separirten Witherite und Strontianite; aus dem Sumpferz bildet sich der Spatheisenstein; aus ihm separirt sich der Manganspath. Magnesiashaltige Kalke werden zu krystallinischen Dolomiten nach festem Verhältnisse der beiden Carbonate; aus diesen trennt sich als solide Felsmasse der Magnesit. Und selbst die Aragonite gehen in kohlen-saurem Wasser, welches gleichzeitig noch kohlen-saures Ammoniak enthält, in Kalkspathe über.

all ein Beweis für die Gegenwart der Phosphate, und wenn man nachsucht, so findet sich das Fluor in den meisten Fällen. Aus den Gesteinen haben die Mineralwasser es aufgenommen. Durch die Flüsse gelangt es wieder ins Meer, und damit ist der Kreislauf geschlossen. Zur Vertheilung der Phosphorsäure tragen wesentlich auch die Pflanzen, Thiere und Menschen bei. Die Bäume ziehen den kleinen Gehalt von Phosphorsäure tief aus dem Boden herauf und streuen ihn als Laub und Zweige über die Oberfläche; daher die vorübergehende Fruchtbarkeit frischen Waldbodens nach dem Abholzen. Die Thiere lassen ihren Gehalt an Phosphorsäure oberirdisch wieder der Erde zukommen, und es entsteht dadurch keine Verminderung des Reichthums an diesem Stoffe.

*) Ueber eine Art des Vorkommens von Zinkspath gibt Nöggerath folgende Erläuterungen: Von Herbesthal auf der preussischen Gränze in einer Entfernung von etwa zwanzig Minuten Weges auf belgischem Gebiet, an der Localität, welche den Namen Diecbusch führt, ist jüngst ein mächtiger Erzgang im Devon'schen Kalkstein aufgeschlossen worden. Wenig tief unter der Oberfläche führt derselbe Bleiglanz und Weißbleierz, in größerer Tiefe aber Zinkspath. Der Zinkspath ist von schaliger Beschaffenheit, die Schalen sind wechselnd einige Zoll bis zu einigen Linien dick und unter einander, jedoch mit Zwischenlücken, zusammengewachsen. Sie zeigen deutlich, daß sie der Absatz aus Lösungen sind. In diesen schaligen Gebilden von Zinkspath liegen größere und kleinere, meist eckige Blöcke und Stücke von Kalkstein, welche von den Seitenwänden des Ganges in ihn hinein gefallen sind. Die Kalkstein-Fragmente erscheinen auf der Oberfläche angefrissen und sind um und um von den Zinkspath-Schalen umschlossen, man kann sagen, so eingehüllt, als wäre das Kalksteinstück in zahlreiche Bogen von dickem Papier oder biegsamer Pappe eingepackt. Unverkennbar ist nach und nach der Kalkstein von der zinkhaltigen Flüssigkeit aufgelöst und zum Theil von Zinkspath ersetzt worden.

Auch die Sulphate machen die ähnliche Wandlung durch, wenn die Bildung der Schwefelsäure fort-dauert, durch welche sie selbst aus Carbonaten geschaffen sind. So entstehen die krystallinischen Gypse, Maaabaster, Baryt-, Cölestin- und Bitterspath.

Dieselbe Veränderung erleiden die gebildeten Schwefelmetalle, die in Schwefelwasserstoff haltigem Wasser, zuweilen bei Gegenwart von Ammoniak, das ja nicht fehlt, löslich sind — freilich sehr gering, aber dafür auch desto reinere und wohlausgebildete Mineralien liefern, wie wir sie an den schon oben aufgezählten Bleiglanzen, Schwefelkiesen, Zinkblenden u. s. w. kennen.

Wir müssen hier nachholend bemerken, daß die durch Wegfaulen der organischen Substanz lösbar gewordenen alkalischen Fluorüre den Kalk zu Fluorkalcium überführten, der in dieser Periode zu groß-krystallinischem Flußspath umkrystallisirt.

Ja, auch das reine Wasser sogar reinigt die Neubildungen, indem es sie krystallinisch macht und Krystalle bekanntlich außer etwas Mutterlauge keine ihnen fremden Stoffe aufnehmen. Da ist z. B. das anfangs durch Moder und Schlamm Massen geschützte Kochsalz, welches theilweise sich in der Feuchtigkeit löst und den nicht gelösten Theilen Material bietet, zu rein und klar krystallinischem Stein Salz heranzuwachsen. Zuweilen fließt die Mutterlauge durch Abflüsse fort, zuweilen scheidet sie auch noch Abraumsalze aus.

Dieser Prozeß ist einer der großartigsten in der Natur. Die Lösungen schwinden hierbei vielfach hinein in die Klüfte, Spalten und Hohlräume, die sich zwischen den Gesteinen durch Eintrocknen oder durch Auswaschung bilden und setzen auch hier durch Verdunstung des lösenden Mittels das gelöste Mineral in um so vollendeter krystallisirter Form ab, je langsamer der Prozeß vor sich geht und je schwieriger die Lösung ist. Man findet daher von den Mineralien, die wir bisher durch Umkrystallisiren in die krystallinische Form umgewandelt und dadurch bedeutend gereinigt fanden, die am schönsten krystallisirten und relativ reinsten Exemplare in den Gängen, Spalten, Blasenräumen und Höhlen. Wir wiederholen hier nochmals, daß es nicht eine niedertröpfelnde oder abwärts fließende Flüssigkeit ist, welche das Mineral abseßt — etwa wie man in Bergwerken auf den Schichtungsflächen die Wasser in Masse heranrauschen hört — da wäre keine Zeit, sie so zu concentriren, daß eine Abscheidung erfolgen könnte — nein, es ist die durchschwizende Feuchtigkeit, welche die löslichen Salze herbeiführt. Sobald der durchgeschwitzte Hauch sich concentrirt hat, scheidet er eine schwache Menge des Salzes ab. Wir lassen es hier unentschieden, ob direkt durch dieses Eintrocknen die in solchen Gängen sich findenden krystallisirten Mineralien sich bilden können, oder ob man das Vorhandensein eines Keimes eines Minerals derselben Art voraussetzen hat, der sein gleiches Material aus der ihn umgebenden Lösung anzuziehen vermag und dadurch heran wächst. Als Keim, haben wir früher angeführt, dient jedes kleinste Stückchen eines Minerals; jedes kleinste Stückchen Alaun ruft seine Vergrößerung durch Alaunsubstanz selbst in einer Lösung hervor, die neben Alaun auch andere Salze enthalten kann. Ein solcher Keim in möglichster Kleinheit würde sicher mit durch die Poren schwinden, aber er braucht nur im Gesteine selbst vorhanden zu sein, um auch an den Trennungsflächen der Gänge nothwendig vorausgesetzt werden zu können: und in den Gesteinen finden sich wirklich die Substanzen vieler Mineralien, deren Prachtexemplare wir in den Gängen auffuchen. Dem sei nun, wie wolle, nachdem der erste Absatz sich gebildet, beginnt derselbe sofort seine eigenthümliche Anziehung auf die ihm gleichartigen Theilchen, welche von dem Nebengestein durch die durchschwizende Feuchtigkeit zugeführt werden, und wächst, indem er sich mit ihrer Hülfe vergrößert, zugleich sich aber Raum erzwingt und die Fuge erweitert.

Hierdurch füllen sich auch die Blasenräume der Mandelsteine mit einem an dem Gesteine nicht haftenden Kerne und bei der Zerstörung desselben herausfällt (Machtkugeln, Mandeln, Bomben). Auch größere Hohlräume, wie Höhlen, werden gefüllt. Solche können sich nur in wasserreichen Gegenden bilden, deren Gesteine vorzüglich kalk-, salz- und gypshaltig sind. Während das Kalkbicarbonat durch tröpfelt, scheidet sich sowohl an der Decke, als auch am Boden der Höhle eine geringe Menge des einfach kohlen-

sauren Kalkes ab, als Stalaktiten und Stalagmiten mit reinweißer Farbe, schaliger Struktur und aragonitischem Gefüge. In Folge der in jenen Gegenden sehr häufigen Erdbeben werden die Tropfsteinmassen abgebrochen und zu einem Trümmerwerk auf der Sohle angesammelt. Bekittet durch weitere Zuflüsse wachsen sie zusammen zu den unregelmäßigsten, aber reinsten Marmorlagern.

Bevor wir die Reihe dieser Bildungen abschließen, wollen wir noch einige Worte den größten und verschiedenartigsten Bildungen der Kieselsäure widmen, die besonders in jenen Hohlräumen, von denen wir eben sprachen, vor sich gehen und die Mineralien Quarz, Chalcedon, Achat, Jaspis und Opal mit ihren mannigfachen Varietäten liefern. Die Quarzbildung resp. Ausscheidung, sagt Bischof, erfolgt in allen Bildungsperioden der übrigen Mineralien; sie erfolgt sowohl sofort in den Neubildungen, als bei deren letzten Umwandlungsprozessen. Der Quarz verdrängt nach seiner Unlöslichkeit und nach der Bildungszeit fast alle Mineralien, die jüngsten, wie die ältesten, von den Kalken, die noch leichtlöslich sind, bis zu den Eisenglanzen, die schwerlöslich sind. Die Silifikation der Baumstämme der Steinkohlenformation ist eine große Verdrängung, wie auch die verkieselten Baumstämme der nordafrikanischen Wüsten.

Wir wollen gleich im Anfange darauf aufmerksam machen, daß manche Quarzvarietät sehr einfach durch einen zufälligen Gehalt an Eisen (Eisenkiesel), oder Mangan (Amethyst, Rosenquarz), oder organischen faulenden Stoffen (Stinkquarz) entsteht. Andere zeigen Holzstruktur, wie der Holzstein, Holzjaspis, Holzopal, indem sie wirklich durch Verdrängung von faulendem Holze entstanden sind. Dasselbe bildet kohlen-saures Ammoniak und dieses schlug die Kieselsäure einer Lösung an Stelle der Holztheilchen nieder. So ist ferner der Aventurin ein Quarz mit glitzernden Glimmerschüppchen, der Achat ein Gemenge aus 3 Quarzarten, aus Chalcedon, Jaspis und gemeinem Quarz. Der sogenannte edle Opal verdankt sein Farbenspiel einem Gehalte an feinen Quarztheilchen. Andere Varietäten, wie der Heliotrop, können ihre Entstehung nur der Gegenwart eines zweiten oder dritten Stoffes verdanken, dessen Einfluß sich bei der Quarzbildung bemerklich machte, und bedürfen hier keiner weiteren Entwicklung. Bei keinem Mineral hat man so enorme Mengen Varietäten, die sich auf zuweilen ganz unbedeutende Zufälligkeiten stützen, ja einige derselben hat man sogar unter die „Edelsteine“ versetzt. Es gibt aber auch wichtige Glieder der Quarzfamilie, für welche der Grund ihrer Verschiedenheit bis jetzt durchaus nicht allgemeinen fest steht und braucht man nur zu diesem Zwecke sowohl die ältern, als neuern Lehrbücher durchzublätern. Vielleicht ist es natürlich, daß man gerade deshalb keine durchgreifenden, allgemein acceptirten charakteristischen Unterschiede aufstellen kann, zwischen Quarz, Chalcedon, Jaspis und Opal und ihren Varietäten, weil es überall Stufen gibt, die einen Uebergang zwischen diesen Königen der Quarzwelt vermitteln, vielleicht, daß sie theilweise aus einander entstanden sind. Wir könnten dafür gewichtige Gründe anführen, die gewisse Uebergänge zwischen ihnen zur Wahrscheinlichkeit erheben, — wollen indessen hier nur einfach erklären, daß wir heute nicht sicher wissen, unter welchen Umständen eine Kieselsäureausscheidung als Quarz, oder als Chalcedon, Jaspis oder Opal auftritt. Wohl aber wollen wir die Prozesse der Kieselsäurebildung, denen die genannten Mineralien ihre Entstehung verdanken, neben einander hier zusammenstellen.

Die Ausscheidung erfolgt erstens durch Umwandlung und Trennung kieselsäurehaltiger Kalkabsätze, wie wir sie bei der Bildung von Feuerstein, Kieselmehl und ähnlichen Mineralien erkannten. Sie erfolgt zweitens durch direkte Abscheidung aus im Wasser gelöster freier Kieselsäure, entweder zu einer Gallerte, die nach dem Eintrocknen den wasserhaltigen Opal darstellt, oder beim Absatz aus heißen Quellen den Kieselstein des Geisirs gibt. Drittens kann ein durchschwitzendes Silikat durch die Gegenwart von kohlen-saurem Ammoniak seine Kieselsäure abscheiden und rühren von dieser Zersetzung manche Opale, vielleicht manche Jaspisarten her. Viertens zerlegt sich ein durchschwitzendes Silikat beim Eintrocknen in ein niederfallendes saures Silikat und ein weggeführtes basisches, wie man es in den Quellen findet. Das abgesetzte saure Silikat verliert mit der Zeit durch Auswaschung mittels kohlen-säurehaltiger Gewässer die ihm anhängenden Basen und stellt sich als krystallinische Kieselsäure dar. Manche Quarze dürften diesem

Processe ihre Entstehung verdanken, da in ihnen wechselnde Mengen alkalischer Basen nachzuweisen sind; durch Auflösung und Umkrystallisiren in feuchter Luft wachsen sie heran zu großkrystallisirten Bergkrystallen. Manche Quarzadern und mit Quarz ausgefüllte Spalten sind endlich durch direkte Zersetzung von Silikaten z. B. der Eisenoxydsilikate, der Feldspathe, Serpentine u. a. mittels der infiltrirenden Kohlensäure, Auflösung und Wegführung der abgeschiedenen Kieselsäure sowie Absatz derselben durch Eintrocknen der durchgeschwitzten Flüssigkeit entstanden. Wir wiederholen indessen, daß wir nicht vermögen, weder sichere Kennzeichen der verschiedenen Kieselsäurevarietäten, noch die genaueren Umstände ihrer Bildung in dieser oder jener Form anzugeben.

Noch eine Art von Mineralien verdient es, daß wir ihrer speciell mit einigen Zeilen gedenken, weil ebenso wie die Quarzbildung, ihre Entstehung in alle Epochen der Umbildung fällt und ihr Dasein überhaupt von dem ungeheuersten Einfluß auf die Cultur und Industrie gewesen ist und noch ist: wir meinen die Eisenmineralien und die Erze überhaupt.

Wir haben deren Lagerbildungen durch directen Absatz oder durch Umbildung von Kalklagern mit Hülfe der Kohlensäure oder des Schwefelwasserstoffes schon auf Seite 19 besprochen und kommen an dieser Stelle nicht mehr darauf zurück. Wir wollen hier besonders in's Auge fassen diejenigen Erze, die sich in Gängen und Spalten ausscheiden.

In den meisten Gesteinen, welche erzführende Gänge enthalten, läßt sich nachweisen, daß die Erze aus den Gesteinen, in denen sie sich zerstreut fanden, in die Gänge gelangt sind, durch Lösung und Durchschwitzen, — gewiß ein Vorgang, der allein die Gewinnung der meisten Metalle ermöglicht, die aus den gering procentigen Gesteinen nicht darzustellen wären. In den Gesteinen sind sie gleichzeitig mit diesen zum Absatz gekommen und so erwähnten wir schon auf Seite 13, daß die Absätze auch noch metallische Verbindungen enthielten, meist zufällig, je nachdem ein Fluß seinen Schlamm und seine gelösten Salze, die er zum Meere führt, aus verwitterten Eisen- oder Kupfer-, Blei- oder Zinkhaltigen Gesteinen entnommen, je nachdem der Schlamm in dieser oder jener Gegend des Meeres durch die Strömungen getrieben, abgesetzt worden ist. Wir deuten nun die Processe an, welche die Erze aus den Gesteinen in die Gänge führten. Vor allem ist es wieder die Kohlensäure, welche kiesel-säure Verbindungen zersetzt und auch die durch organische Stoffe zu Oxydulen reduzirten Oxyde (des Eisens) auflöst. Weitere Umwandlungen können die abgesetzten Carbonate durch Verlust der Kohlensäure, Aufnahme von Sauerstoff und Wasser in bloße Oxyde und Oxydhydrate erleiden, — ein Prozeß, welcher die Rückbildung der in den Gesteinen befindlichen Verbindungen ist. Die Carbonate verwandeln sich bei Gegenwart von schwefelsauren Alkalien und organischen Substanzen in Schwefelmetalle. Ob die in der Natur vorhandenen Schwefelmetalle sämmtlich aus Carbonaten entstanden sind, ist ungewiß, bei einigen sind kaum Anzeichen vorhanden, daß sie aus Carbonaten entstanden sind; ja es scheint sogar Blende auch aus Schwefelkies durch bloßen Metallumtausch entstehen zu können. Gewiß ist aber, daß die meisten Schwefelmetalle direct gebildet sind, wie wir schon Seite 9 g und Seite 19 anführten. Aber auch hier findet die Rückbildung Statt. Die Schwefelmetalle unterliegen der Zersetzung; aus den Riesen werden durch Oxydation Sulphate, oder durch doppelte Umsetzung mit phosphorsauren, chromsauren und anderen Alkalien, deren Vorkommen nur von localer Bedeutung ist, auch Phosphate, Chromate und ähnliche Metallverbindungen. Wir brauchen als Beispiele der letzteren Umwandlung nur Braunbleierz, Rothbleierz, Gelbbleierz und Phosphorkupfer sowie andere ähnliche Metallverbindungen anzuführen.

Diese letzteren Processe richten sich offenbar viel nach der Localität, Zutritt von Sauerstoff und Kohlensäure oder von Schwefelwasserstoff oder endlich von organischen Substanzen. Es kann unter Umständen eine Bildung von Riesen durch Zutritt von Sauerstoff in eine Sulphatbildung, oder durch Zutritt von Kohlensäure und Wasser in eine Carbonatbildung übergehen, so daß man in solchen Fällen Carbonate oder Sulphate mit Riesen gemengt findet.

In Anwendung dieser auseinander gesetzten Prozesse können wir speziell bei den Eisenerzen uns jetzt erklären, weshalb bei denselben der fortschreitende Proceß ihres Lebens bald ein Oxydations-, bald ein Reduktionsproceß ist, wie aus einem Eisenglanz durch Reduktion ein Magneteisen entstehen kann, wie aber auch rückwärts jener sich aus diesem durch Oxydation bildet. Wir erklären uns ferner, daß Spatheisensteine durch Verlust der Kohlensäure und Aufnahme von Sauerstoff in Rotheisenstein, von Sauerstoff und Wasser in Brauneisenstein und Gelbeisenstein übergehen, daß hingegen diese ihrerseits wieder rückwärts durch Verlust des Wassers in Rotheisenstein übergehen können. Wir erklären uns endlich, wie Magneteisen ebensovohl durch Oxydation des Spatheisensteines, als durch Reduktion des Eisenglanzes gebildet, nachweisbar ist; wie das Eisen, das durch Ausscheidung mittels der Kohlensäure aus den Eisenoxydsilikaten, die in fast sämtlichen Gesteinen zugegen sind und nach der Reduktion zu Oxydul durch eine neue Menge Kohlensäure in Lösung gelangt, darauf in den Gängen wiederum zum Absatz kommt — wir begreifen, wie dieses Eisenoxydul sich wieder höher oxydirt und nach und nach in Magneteisen und Eisenglanz übergeht, wie auch Rotheisensteine durch Reinigung bei der Umkrystallisation nach dem allgemeinen Gesetze in Eisenglanze übergehen können, nachdem sie vorher redivirt, gelöst, als Oxydule abgesetzt und nach und nach durch den Zustand des Magneteisens gewandert sind.

Sollen wir die Mineralien dieser großen Epoche übersichtlich zusammenfassen, so wären es 1. die durch den Moder gebildeten Steinkohlen, Anthrazit, Graphit, Diamant, Erdöl, Naphtha und Asphalt; 2. die durch den Schwefelwasserstoff gebildeten Schwefelmetalle einerseits und die durch ihn gebildeten Schwefelabsätze und schwefelsauren Salze andererseits, deren Aufzählung man uns erlassen möge; 3. der durch alkalische Fluorüre gebildete Flußspath; 4. die besonders durch das kohlen saure Ammonial ausgeschiedene Borsäure und die Kieselsäure bildungen wie Feuerstein, Schwimstein und andere; 5. die durch Kohlensäure isolirten Karbonate der alkalischen Erden und der schweren Metalle, die hier nochmals aufzuzählen wir gleichfalls nicht für erforderlich halten; 6. die umkrystallisirten Marmor, Kalkspath, Gypspath, Steinsalz, Eisenspath u. a., so wie deren in den Gängen vorhandenen reinen und großkrystallisirten Exemplare, wie Doppelspath, Marienglas u. s. w.; 7. die Mineralien, die aus krystallisirter Kieselsäure und zwar der verschiedensten Varietäten bestehen; 8. die Mineralien, welche durch Umsatz der Carbonate gebildet sind, die phosphorsauren, chromsauren und arsensauren Verbindungen.

Anmerkung. Wir verzichten darauf, die große Anzahl der hierhin gehörigen Mineralien näher zu classificiren und ihre sämtlichen Glieder aufzuführen, für deren wichtigste Repräsentanten wir so eben die Bildung versuchten aufzuklären. Dies wäre Sache des ersten Theiles eines mineralogischen Lehrbuches, dessen zweiter Theil von dem Leben der Mineralien handelt und in gleicher Systematik die Entwicklungsgeschichte derselben in der Weise etwa, aber ausführlicher, behandelte, wie wir sie hier in Kürze darzustellen unternommen.

3.

Wir widmen diesen letzten Abschnitt der Entstehung der Silikate, und, da bei Weitem der größte Theil der Erdmasse aus solchen besteht, so begreift sich die Wichtigkeit, welche diesem Theile zuerkannt werden muß. Bei der Neuheit der Forschung und der Größe des Materials, welches in keinen engeren Grenzen, als auf der ganzen Erde, beobachtet werden muß, kann es nicht auffallen, daß hier noch viele Lücken in der Forschung herrschen und auch nur die vornehmsten Silikate Beachtung finden konnten, daß ferner die Meinung, welcher unter den Wegen, die der Natur zur Umwandlung zu Gebote standen, der gebräuchlichere sei, mit der Zeit umgestoßen oder geändert werden dürfte. Es kommt dies nicht von falschen Beobachtungen oder falschen Thatfachen her, sondern von der Nothwendigkeit, einzelne Beobachtungen zu ge-

neralisiren, obgleich man dazu erst ein Recht hat, wenn im Laufe der Zeit durch hundertfache, an allen Punkten der Erde wiederholte Beobachtungen der Einzelfall wirklich eine generelle Bedeutung erlangt hat.

Für die Silikate gilt das insbesondere, was wir über den Werth einer ihre Zusammensetzung darstellenden chemischen Formel auf Seite 8 und Seite 18 gesagt haben. Die Beweise für die Umwandlungen liegen in den Pseudomorphosen, Mineralgestalten, bei denen während des Ueberganges der Substanz a in b die Form der erstern, welche der Substanz b nicht angehört, einstweilen beibehalten ist. Unter denselben sind besonders diejenigen von Interesse, welche noch an einem Ende die ungeänderte Substanz a besitzen, die aber um so mehr unter Beibehaltung der Form in die Substanz b übergegangen ist, je mehr man sich bei der Untersuchung dem andern Ende nähert. Ist die Form später durch Umkrystallisiren verloren gegangen, so ist der Beweis des Ueberganges natürlich nicht mehr zu führen.

Die Silikate sind entweder isolirt in Gängen, oder krystallisirt ausgeschieden in Gesteinen und Laven, oder endlich bildet ihre Masse die Grundlage ganzer Gebirgsgesteine. Wir halten es für nöthig, nochmals auszusprechen, daß die Umbildungen auf nassem Wege vor sich gegangen sind, weil die Pseudomorphosen, auf welchen die Lehre derselben beruht, nicht allein in festen Gesteinen, sondern auch in den Gängen, wo sie nur eine Einwirkung der Gewässer erlitten haben können, sich finden. Ob dasselbe Mineral stets dieselbe Richtung der Umwandlung genommen hat, läßt sich nach allem, was wir schon früher gehört haben, nur negativ beantworten; dasselbe Mineral kann, je nach den Umständen d. i. den einwirkenden Flüssigkeiten, den vorhandenen Keimen der angreifenden Schmarozer, in verschiedenem Sinne sich umwandeln. Wenn wir daher nur eine Suite dieser Umwandlungen besprechen, so soll nicht gesagt sein, daß es die einzige sei; wir nehmen nur eine und nur diese eine, um in einfachen Zügen und unter Benutzung der sichersten Beobachtungen ein Bild der Entstehung der wichtigsten Mineralien zu geben. Die Natur ist reich, sie kann dasselbe Mineral aus mehreren anderen produziren; wir müssen uns hier beschränken, einige ausgeprägte Richtungen zu verfolgen.

Diese Richtungen der Umbildung gehen aus von einzelnen, ganz charakteristisch ausgebildeten Mineralien, die wir Urtypen nennen wollen, und deren wir 6 hiermit aufstellen: die Zeolithe, Feldspathe, Andalusite, Olivine, Turmaline und Augite. Mit ihrer Entstehung müssen wir beginnen, um die Bildung der übrigen von ihnen abzuleiten — stoßen aber dabei sogleich auf die erheblichsten Schwierigkeiten. Wir wollen sofort gestehen, daß wir von denselben die Entstehung nicht kennen, daß wir nicht wissen, ob die Bestandtheile sich durch Schmelzung oder aus mehreren Gewässern zusammengefunden haben, — was beides wenig Wahrscheinlichkeit hat, — oder ob sie durch Eintrocknen einer die nöthigen gelösten Stoffe enthaltenen Flüssigkeit gebildet sind, — was man künstlich nur bei einem derselben, einer Zeolithvarietät nachbilden kann, — oder endlich, ob sie aus sehr kleinen mikroskopischen Keimen durch die bekannte Fähigkeit einer Verbindung, aus einer Lösung Gleichartiges sich zu assimiliren, entstanden sind. Wie unter besonders günstigen Umständen einmal ein Exemplar jener Urtypen entstehen kann, ist unbekannt, daß es aber, einmal gebildet, zu Staub zerstört und einem Absätze beigemengt, Veranlassung zur Bildung von Tausenden neuer Individuen, die in dem Absätze dichter, wie die Granate beispielsweise im Granatschiefer liegen müssen, gibt, — läßt sich völlig begreifen.

1. Gruppe der Zeolithe. Sie enthalten sämmtlich Thonerde und Wasser als Bestandtheile. Es sind besonders: Analzim (mit Natron), Stilbit (mit Kalk), Mesolith (mit Natron und Kalk), Harmotom (mit Kali und Kalk), Apophyllit (mit Kali und Kalk), Laumontit (mit Eisenoxydul und Kobaltoxydul). Von Uebergängen ist es wichtig zu merken, daß der Analzim durch Aufnahme von Eisenoxyd und Kalk in Laumontit, der Laumontit durch Austausch dieser Basen gegen Alkalien in Feldspath (Orthoklas) übergehen kann.

2. Gruppe der Feldspathe. Sie enthalten sämmtlich Thonerde, Alkalien und Kieselsäure in wechselnden Verhältnissen, die Kieselsäure steigt mit der Reihe: Labrador, Leuzit, Oligoklas, Albit,

gläseriger Feldspath, Orthoklas. Die bekannteste Umwandlung derselben ist die in Kaolin sowie weiterhin in Thon *) der verschiedensten Arten, durch Ausscheidung der Alkalien respect. des Kalkes, wo dann das Thonerdesilikat mehr oder weniger mit der abgeschiedenen und noch nicht weggeführten Kieselsäure vermengt, zurück bleibt. Besonders fähig zur Kaolinbildung sind der Albit, Oligoklas und Orthoklas. Merkwürdig ist, daß der Leuzit durch Verlust von Thonerde und Alkalien in gläserigen Feldspath übergehen kann; ebenso der Orthoklas in Albit und selbst in Glimmer.

3. Gruppe des Chiasoliths. Wir zählen zu dieser Gruppe noch den Cyanit und die Varietät des Chiasolith, den Andalusit. Mit leichter Modification geht Chiasolith in Andalusit und dieser mit fortschreitender Umwandlung, die in einem Verluste an Kieselsäure und Kalk und in der Aufnahme von Eisenoryd besteht, in Cyanit über. Alle 3 Glieder gehen — ob immer in der Reihe Chiasolith, Andalusit, Cyanit, oder sprungweise, ist nicht zu bestimmen, — in Glimmer, Speckstein und Kalk über (Verlust der Thonerde und des Kalkes, Aufnahme von Eisenoryd und Magnesia).

4. Gruppe des Olivins. Derselbe ist Gemengtheil der Basalte als sog. Olivinkugeln, die als Auswürflinge von Vulkanen zu betrachten sind, deren aufsteigende Lava sie aus Olivinlagern aufriß; die Kugeln sind mit einer Lavarinde umgeben. Bei ihrer Zersetzung werden sie durch Drydation des Eisenoryduls dunkler von Außen nach Innen, bis sie endlich ockergelb und ziegelroth werden und in gleichem Maaße verwittern. Hierbei wird Magnesia ausgeschieden und das Eisenorydulsilikat zersetzt, aus dem sich Eisenorydhydrat abscheidet.

Er vermag durch Aufnahme von Thonerdesilikat und Alkalien und Verlust von Magnesia und Eisenorydul in Glimmer überzugehn.

5. Gruppe des Turmalins. Ebenso verschieden, wie die Analysen der Turmaline ausfallen (wobei noch zu bedenken ist, daß gerade diese Mineralindividuen wegen der großen Complicirtheit ihrer Zu-

*) Ueber das Verhältniß von Kaolin, Thon, Lehm und Löss zu einander führen wir eine Angabe aus den Berh. des naturhistorischen Vereins von Rheinpreußen bei: Kaolin und Thon entstehen einzig und allein durch die Einwirkung von Kohlensäure auf Silicate. Der Beweis findet sich in jenen Vorkommen, wo das zersetzte, in Thon verwandelte Silicat noch an seiner ursprünglichen Stelle, auf dem natürlichen Silicat, sitzt, sodann daß gerade dort, wo Kohlensäure-Entwicklung häufig ist oder gewesen sein muß, reichliche Thonbildungen sich vorfinden. Daher das häufige Vorkommen von Thon im Braunkohlen-Gebirge. Die Thonbildung geschah nicht gleichzeitig mit der Ablagerung der Braunkohle, sondern lange Zeit nach Ablausen des Braunkohlen-See's, als die Holzstämme in Vermoderung und Verwesung zugleich gerieten. Thon von echtem Trisilicatfeldspath gibt den wenig plastischen, aber ganz eisenfreien Kaolin; Basalt, Diorit, Dolerit, Gabbro geben den sehr plastischen Thon, der zu niederen Töpferarbeiten verwendet wird, weil er leicht Reste von Eisenoryd und Kalk enthält. Lehm ist ein geschlämmtter und wieder abgesetzter Thon. Der Thon aus quarzführenden Silicaten entstanden, enthält diesen Quarz in allen Schichten, weil er durch Kohlensäure nicht aufgelöst wird und ein Schlamm noch nicht Statt gefunden hat. Es findet sich deshalb der Quarz fast gleichmäßig im Thon vertheilt. Auch aus Thonschiefer kann ein sehr feuerfester Thon entstehen, weil Thonschiefer schon von Hause aus wenig Kalk enthält. Eisenfrei wird der Thon, wenn neben der zerstörenden Kohlensäure noch organische Substanzen in Lösung vorhanden sind, welche das Eisenoryd in Drydul reduciren und dadurch wegführbar machen. Es kann demnach, je nach diesem Umstande, aus demselben Gesteine ein weißer plastischer Thon oder ein rother, stark eisenorydhaltiger, gemeiner Thon entstehen. Der Thon an der nordwestlichen Seite des Siebengebirges, der zu Lannesdorf, bei Urbar, Halle ist unmittelbar aus dem Braunkohlen-Gebirge. Der Löss ist eine ganz verschiedene Bildung. Er ist bei weitem weniger bildsam als Thon, sandig genug, daß Wurzeln ihn durchdringen, was bei Thon niemals Statt findet. Er stellt ganz ungeschichtete Massen von ansehnlicher Mächtigkeit dar, welche häufig in Abhängen und in Hohlwegen mit senkrechten Wänden entblößt sind. Der Löss ist entstanden aus der Ansammlung von Gesteinsdetritus in lebenden Pflanzen, besonders in Wiesen. Ueber festem Boden läuft trübes Wasser von starken Regengüssen und Schneeschmelzen trüb ab; in Wiesen läuft es unten klar ab, indem es die trübmachenden Stoffe in dem Filze von Wurzeln und Grashalmen absetzt. Löss entsteht noch, wo zwischen steilen Felswänden am Boden des Thales Vegetation sich ansammelt. Die Oberfläche der Wiese wächst nach oben langsam an, die vergrabenen Wurzeln sterben allmählich ab und ein neuer Pflanzenwuchs erzeugt sich in jedem Jahre auf der Oberfläche. Mit dem Aufsteigen des Wiesengrundes nimmt das Wachstum immer an Schnelligkeit ab, denn die obere Fläche wird mit ihrem Steigen immer breiter, die Seitenwehungen werden mehr und mehr bedeckt und die Gipfel der Berge durch Verwitterung erniedrigt. Die schönen Wiesen in Gebirgen sind künstige Lössvorkommnisse. Der Pflanzenwuchs schützt diese Wiesen gegen Abreißn der Erde durch Plagregen und Wolkenbrüche.

sammensetzung der Zerfetzung am meisten unterworfen sind, daß man also kaum Exemplare findet, in denen die Analyse nicht den Beginn der Zerfetzung nachweisen könnte) — ebenso verschieden ist die Art der Umwandlung: besonders in Glimmer, Chlorit, Speckstein. Bei ihnen ist das Gemeinschaftliche, daß sich fortwährend Thonerde ausscheidet, bis dieselbe in dem letzten Produkte, dem Speckstein, gänzlich verschwindet. Bei der Umwandlung in Glimmer werden Alkalien aufgenommen, bei der in Chlorit und Speckstein werden die vorhandenen ausgeschieden und eventuell Magnesia aufgenommen. Die Umwandlung in Speckstein ist eine Fortsetzung der Umwandlung in der Richtung auf Chlorit und beginnt auch hier, wie fast alle Umwandlungen mit der Aufnahme von Wasser.

6. Gruppe des Augits. Der Augit und die ihm verwandten Mineralien spielen durch Vorkommen und Umwandlung eine große Rolle. Sie sind Silikate von Magnesia, Kalk, Manganoxydul, Eisenoxydul, — so wie Eisenoxyd, oder Thonerde, oder beider Basen. Durch Verlust von Kalk und Aufnahme von Magnesia geht der Augit in Hornblende über. Aus der Hornblende entsteht durch Verlust von Eisenoxydul und Eisenoxyd der Asbest, unter gleichzeitiger Auswechslung des Kalles gegen Magnesia. Wenn Kalk und die andern Basen bis auf Minima weggeführt werden und dafür Magnesia eintritt, so kann Augit in Serpentin, Speckstein und Talk übergehen. — Eine andere Richtung der Zerfetzung ist die, bei welcher sich das Mineral nach der Ausscheidung von Kalk trennt in Hornblende und Granat, — oder in Hornblende und Magnetisen. Manganhaltige Augite gehen durch Ausscheidung von Kalk, Magnesia und Kieselsäure über in Braunit und Pyrolusit.

Wie der Augit, so nimmt auch die ihm verwandte Hornblende eine ähnliche Richtung der Zerfetzung. Sie kann durch Verlust von allem Kalk und theilweise des Eisenoxyduls in Chlorit, noch dazu der Thonerde in Serpentin, durch Verlust aller Basen, außer der Magnesia, in Kalk, Asbest und in Glimmer übergehen. Auch der Granat schlägt in seinen Umwandlungen dieselbe Richtung ein: durch Verlust des Kalles geht er in Serpentin, Chlorit, Speckstein und Talk über.

Eine Hauptrichtung, in welcher die Umwandlung sämtlicher Silikattypen erfolgte, war die Glimmerbildung, und zwar vorzugsweise durch Ausscheidung des so leicht wegzuführenden Kalles. In den übrigen Bestandtheilen variiren sowohl die Procente, als die Art derselben, bedeutend. Sie enthalten 36—70% Kieselsäure, 6—38% Thonerde, 0—36% Eisenoxydul und Eisenoxyd, 0—29% Magnesia, Alkalien 2—14%; einige enthalten Lithium, andere Fluor, die meisten enthalten bis 4% Wasser.

Die Veränderlichkeit der Glimmerbestandtheile läßt sich begreifen, wenn man sich vergegenwärtigt, daß er das Produkt ist des Umbildungsprozesses der verschiedensten Mineralien, daß die untersuchten Glimmerarten aber ganz verschiedenen Stufen jenes Prozesses entnommen sein werden und dann von dem Maximum ihrer Ausbildung sehr verschieden entfernt waren, oder dasselbe in verschiedenen Graden schon in der Richtung auf Serpentin u. s. w. überschritten hatten. Es ist nunmehr auch zu begreifen, wie er zu den am meisten verbreiteten Mineralien gehört, und wir hatten schon gesagt, daß er in der That in keinem Thonabgabe fehlt. Aus dem fluorhaltigen Glimmer bildet sich der Kryolith auf Lagern im Gneis, begrenzt von Glimmerschichten mit Brauneisenerde, Eisenspath, Eisen- und Kupferkies, Bleiglanz, Quarz und Feldspath. — Aus dem Glimmer kann sich nach Ausscheidung von Fluoraluminium und Fluornatrium, durch Aufnahme von Thonerdesilikat der Topas bilden. (Nach Bischof).

Polymere Stoffe sind für die Herstellung von Kunststoffen von großer Wichtigkeit.

- I. Stoffe:
 - 1. Kautschuk & Kunstgummi, gewonnen aus Latex & Stärke
 - 2. Cellulose & Zellulose
- II. Stoffe:
 - 3. Cellulose & Zellulose
 - 4. Stärke & Stärke
 - 5. Cellulose & Zellulose
 - 6. Stärke & Stärke
 - 7. Cellulose & Zellulose
 - 8. Stärke & Stärke
- III. Stoffe:
 - 9. Cellulose & Zellulose
 - 10. Stärke & Stärke
 - 11. Cellulose & Zellulose
 - 12. Stärke & Stärke

Verfahren zur Herstellung von Kunststoffen

Verfahren zur Herstellung von Kunststoffen

1. Rohstoffe: Naturkautschuk, Stärke, Cellulose
2. Vorbehandlung: Waschen, Trocknen, Zerkleinern
3. Polymerisation: Emulsionspolymerisation, Lösungspolymerisation
4. Nachbehandlung: Waschen, Trocknen, Zerkleinern
5. Formgebung: Extrudieren, Gießen, Pressen
6. Nachbehandlung: Waschen, Trocknen, Zerkleinern