

banten zu suchen. Aus dem oben Angeführten müssen wir zu der gleichen Annahme kommen.

Indessen scheinen sich am Monde noch Äußerungen peripherischer Herde zu zeigen, wie von H. J. KLEIN und J. SCHMIDT an dem Vulkan Linné beobachtet worden ist.

Ob die Katastrophenausbrüche, deren Wirkungen wir sehen, bereits die letzten Äußerungen des Mondvulkanismus darstellen, ist eine Frage, deren Beantwortung wir schuldig bleiben müssen.

## Über die Anordnung allgemein-geologischer Sammlungen zur Erläuterung der äußeren Dynamik

(dargestellt an der Hand der Neuaufstellung der allgemein-geologischen Sammlung des geologischen Museums der Universität Marburg).

Von **K. Andrée** (Marburg i. H.)

Bei vielfacher Beschäftigung mit den Problemen der Sedimentbildung und mit der Wissenschaft der Sedimentpetrographie hatte ich die Erfahrung gemacht, daß die Fragen, die hier der Lösung harren, dieser nur unter Berücksichtigung der großen Probleme der äußeren Dynamik der Erdrinde überhaupt näher gebracht werden konnten, und dementsprechend bin ich dazu gekommen, nach und nach mich mit fast allen exogenen Vorgängen, die in das Bereich des Geologen gehören, zu beschäftigen.

Die Hilfswissenschaften, deren ich mich hierbei zu bedienen hatte, waren außer der Chemie und Physik insbesondere die Mineralogie und die Geographie, woneben aber auch manche biologische Vorgänge zu berücksichtigen waren. Bei diesen Studien nun drängte sich mir immer mehr die Überzeugung auf, daß gerade die geographische Betrachtungsweise der geologisch so wichtigen Vorgänge der Abtragung und der Ablagerung von Nutzen für das Verständnis dieser Dinge überhaupt sei, und so ergab sich von selbst eine Gruppierung der einzelnen Erscheinungen nach diesen Gesichtspunkten. — Mehr als das! Die Zyklen, die in der Wissenschaft der Geomorphologie so modern geworden sind, wurden von großer Bedeutung für das Bild, welches sich mir allmählich von den Vorgängen der Sedimententstehung und ihrem Fossilwerden ergab, und ich kam dazu, sämtliche Vorgänge der äußeren Dynamik unter einem großen Kreislauf<sup>1)</sup> zu begreifen, in dessen Mittelpunkt das Werden der Sedimente und ihr Leben, ihre Physiologie, wenn ich so sagen darf, zu stehen kam. Die erste greifbare Gestalt nahmen diese Ideen an, als ich mich anschickte, eine Vorlesung über Sedimentbildung am Meeresboden und auf Kontinenten auszuarbeiten; und als Frucht derselben ist es anzusehen, wenn ich ver-

<sup>1)</sup> G. LINCK hat diesen Kreislauf in seiner akademischen Rede »Kreislaufvorgänge in der Erdgeschichte« (Jena, G. FISCHER 1912. 40 p.) nicht behandelt. Im übrigen können wir für das folgende davon absehen, daß es nach LINCK eigentlich in der Natur keine »Kreisläufe« gibt, da die Erde in ihrer Entwicklung fortschreitet und ihre Eigenschaften der inneren Wärme, der Zusammensetzung der Atmosphäre usw. usw. wenn auch langsam, so doch kontinuierlich ändert. Immerhin sind hierfür doch unendliche Zeiten nötig, und der Kreislauf, wie wir ihn zu schildern vorhaben, ist im Laufe der Erdgeschichte nachweislich mehrfach vollendet und von neuem begonnen worden.

sucht habe, die reichhaltigen Sammlungen des Marburger Geologischen Institutes nach diesen Gesichtspunkten zu ordnen. Gerade die Reichhaltigkeit dieser Sammlungen, deren besondere Eigenart in der Betonung der allgemeinen Geologie gelegen ist, mußte zu diesem Versuche reizen, und ich begrüßte es daher mit großer Freude, als Herr Geh. Rat KAYSER an mich mit der Bitte herantrat, eine Neuordnung nach modernen Gesichtspunkten vorzunehmen.

Was mich nun veranlaßt, mit einer Darstellung der Gesichtspunkte, die mich hierbei geleitet haben, vor die Öffentlichkeit zu treten, ist zweierlei: Einmal die Überzeugung, daß bei dem von mir angewendeten Prinzip der Anordnung die allgemeine Geologie, welche wenigstens bei uns in Deutschland lange Zeit recht stiefmütterlich behandelt worden ist, nur gewinnen könne. Zum zweiten aber der Wunsch, gerade die Sammlung bekannter zu machen, welche gleichsam als Belegsammlung zu der bekannten »Allgemeinen Geologie« von EM. KAYSER zu gelten hat, dessen langjähriger Tätigkeit diese Sammlung in ihrer wenigstens in Deutschland einzig dastehenden Reichhaltigkeit zu verdanken ist.

Ich werde daher versuchen, in einem ersten Teile in Kürze die ganze äußere Dynamik der Erdrinde in einem großen Kreislauf an unserem Auge vorbeiziehen zu lassen. Der zweite Teil wird die Anordnung speziell der Marburger Sammlung im einzelnen enthalten, wobei sich auch die Gelegenheit ergeben wird, kurz auf gewisse Erscheinungen hinzuweisen, die gerade hier durch gute Belegstücke oder Unica vertreten sind.

Urgebirge, d. h. kristalline Schiefer, sowie die primären oder Massengesteine bilden in letzter Linie das Ursprungsmaterial aller Sedimente und der aus denselben entstehenden Sediment- oder sekundären Gesteine. Es ergibt sich schon hieraus, wo unser Kreislauf zu beginnen hat, und die Kenntnis welcher Dinge vorausgesetzt werden muß, um denselben zu verstehen: Unerläßlich ist die Kenntnis der Mineralzusammensetzung der Massengesteine und des Grundgebirges, der Gesteine also, welche unter dem Einfluß der Erdtiefen entweder erstarrt, wie die Eruptiva, oder doch umgewandelt sind, wie die Gesteine des Grundgebirges. Mit den Zerstörungsvorgängen dieser Gesteine beginnt unser Kreislauf. Diesen Zerstörungsvorgängen stehen die Transportvorgänge gegenüber, welche den entstandenen Detritus an den Ort der Ablagerung verfrachten, wo nunmehr unter Hinzutreten gewisser anderer Komponenten, der Organismenreste, das neue Sediment entsteht. Wir werden also zu verfolgen haben, wie sich das Ursprungsmaterial während der drei Phasen der Zerstörung, des Transportes und der Wiederablagerung verhält.

Endogene Kräfte erzeugen die Niveauunterschiede, welche die stärkere Abtragung der Höhen und die allmähliche Auffüllung der Tiefen bedingen. Sie sind damit zugleich die Ursache der Einleitung unseres Kreislaufes überhaupt, dessen Fortgang nun an unserem Auge vorbeiziehen soll.

Jeder Gesteinszerstörungsvorgang ist geographisch bedingt. Die Frostsprengung der Gesteine, um ein Beispiel zu nehmen, ist gebunden an Gebiete, in denen die Temperatur häufig um den Gefrierpunkt des Wassers schwankt, d. h. an die niederen Breiten oder das Hochgebirge. Der Windschliff wirkt dort besonders stark, wo das Vorhandensein trockenen Sandes mit starken Luftbewegungen zusammentrifft, d. h. hauptsächlich in der Wüste und an Meeresküsten, aber auch in sandigen Inlandgebieten. Und so ist es Pflicht des Geologen, welcher seine Wissenschaft um des paläogeographischen Endziels halber treibt, die geographischen Bedingtheiten jedes einzelnen Zerstörungsvorganges, den die Geologie kennt (und der im zweiten Teile mit angeführt werden wird), zu studieren. Gleiches gilt für die Transportvorgänge, die in einer Sammlung von Gesteinen darzustellen natürlich schlechterdings nicht gut möglich ist, welchem Mangel jedoch jederzeit durch geeignete Bilder abgeholfen werden kann.

Wir gehen einen Schritt weiter, zu der Ablagerung des durch die Zerstörung älterer Gesteine (welche natürlich in nicht wenigen Fällen ältere Sedimente sind)

entstandenen Materials in den Depressionen der Erdrinde, in den abflußlosen Gebieten, auf den Abdachungen der Kontinente zu den Meeresbecken (hier in für die spätere Erhaltung und Fossilisierung nicht sehr günstiger Lage) und in diesen Becken selbst. Schon die Art des Niederfallens der Sedimente in diesen verschiedenen Ablagerungsgebieten weicht so voneinander ab, daß es verfehlt wäre, hier keine Unterscheidung zu machen und, wie es früher überall üblich war, z. B. alle Sandsteine oder alle Tone zusammen zu gruppieren, einerlei ob es sich um Ablagerungen ganz verschiedener Arten von Ablagerungsgebieten handelt.

In diesen Ablagerungsgebieten geht unter Umständen, die ebenfalls wieder geographischer Art sind, ein mehr oder minder großer Anteil einer organischen Komponente in das werdende Sediment über, welches nun in diejenige Phase des Kreislaufes eintritt, die man zweckmäßiger Weise als Diagenese bezeichnet. Was unter dieser Diagenese zu verstehen ist, habe ich im Anschlusse an frühere Ausführungen von JOH. WALTHER vor einigen Jahren in dieser Zeitschrift auseinandergesetzt, brauche also nicht darauf zurückzukommen. Nur einer Ersehnung sei gedacht, welche ich damals vielleicht nicht genügend berücksichtigt habe, d. i. die Ersehnung der Thermometamorphose, welche eintritt, wenn irgendein Gestein infolge des fort dauernden Sinkens seines Ablagerungsgebietes und dementsprechende Bedeckung mit jüngeren Decken in Gebiete höherer Temperatur gerät, bei welcher gewisse Gesteinskomponenten unbeständig werden und sich umwandeln. Daß dieses tatsächlich erfolgt, haben die neueren Untersuchungen der kristallinen Schiefer gezeigt, welche ich beim Beschlusse unseres Kreislaufes noch zu besprechen haben werde. Immerhin ist es ein Verdienst von ARRHENIUS und LACHMANN, neuerdings darauf hingewiesen zu haben, daß diese Thermometamorphose bei gewissen Gesteinen schon unter Temperaturerhöhungen von Bedeutung werden muß, auf welche die Hauptmasse der Sedimente noch nicht reagiert. Es sind die wasserhaltigen Salze, die schon unter einer Bedeckung von noch nicht 1000 m Umwandlungen zeigen müssen, welche ich nach meiner Definition des Begriffes der Diagenese nicht völlig aus dieser ausschließen kann. Aber zweierlei möchte ich hierbei betonen. Zum ersten, daß ich nur das prinzipiell Richtige der Anwendung der Lehre von der Thermometamorphose auf die wasserhaltigen Salze unserer Salzlagerstätten feststellen kann, ohne mich im übrigen mit den Einzelheiten der ARRHENIUS-LACHMANN'schen Anschauungen befreunden und ohne ihren hieraus gezogenen weitergehenden Schlüssen folgen zu können. Ein zweites aber betrifft die Abgrenzung solcher diagenetischer Vorgänge gegen die später noch zu besprechenden Metamorphosen. Diesbezüglich kann ich nur sagen, daß eine scharfe Grenze hier allerdings nicht angegeben werden kann, wie ja überhaupt alle solche Begriffe nur künstliche sind, und die Natur in ihrer Kompliziertheit sich nicht mathematisch genau zergliedern läßt. Auf alle Fälle zeigt das Gesagte zur Genüge, daß die stoffliche Zusammensetzung der Sedimente in ihrer Verschiedenheit eine große Verschiedenheit des Zeitpunktes bedingen kann, an dem bestimmte Vorgänge der Diagenese oder späterer Vorgänge der Metamorphosen einsetzen.

Mit dem Abschluß der Diagenese, welcher dort anzunehmen ist, wo andere Ersehnungen, die durch neuartige Bedingungen gegeben sind, auftreten, ist der eigentliche Werdegang jedes Sedimentes beendet. Eine Darstellung, die sich nur mit der Entstehung der Sedimentgesteine beschäftigen wollte, könnte daher hiermit abgeschlossen werden. Nicht aber unser Kreislauf, den wir bis zu seinem Ausgangspunkt weiter verfolgen müssen.

Nicht immer, aber vielfach unterliegen die Sedimentgesteine umwandelnden Vorgängen, welche weder in der Natur ihrer Substanz, noch in den Bedingungen, unter denen sie niedergefallen sind, begründet liegen. Alle diese Vorgänge, denen man auch die Vorgänge der Verwitterung, welche nach der Darstellung unseres Kreislaufes schon unter den Zerstörungsvorgängen mit einbegriffen sind, unterordnen kann, wollen wir unter der allgemeinen Bezeichnung der Metamorphosen zusammenfassen. Was ich darunter verstehe, möge durch einige Schlagworte

erläutert werden: Die Bildung der Styolithen und Drucksuturen, wie die Umgestaltung der Sedimentgesteine durch den tektonischen Gebirgsdruck überhaupt. Nachträgliche Dolomitisierung von Kalksteinen durch Bitterwässer. Verkieselung von Kalksteinen durch Quellwässer. Phosphoritbildung von Kalkstein unter Guano. Metasomatische Verdrängungen von Kalksteinen oder Dolomiten durch Eisenerze, bzw. durch Zink- und Bleisulfide. Zuletzt aber auch z. B. die Kontaktmetamorphose.

Es ist unschwer zu erkennen, daß ein Teil der genannten Metamorphosen auf Vorgängen beruht, die der inneren Dynamik der Erde oder Erdrinde eigentümlich sind oder doch durch solche bedingt werden. Das gilt nicht nur für die Kontaktmetamorphose und die Umwandlungen durch den Gebirgsdruck, sondern z. T. auch für die metasomatischen Verdrängungen bei Verkieselungen und Erzbildungen. Das gilt aber noch mehr, wenn wir uns nun anschicken, den Kreislauf zu schließen, indem wir uns der Regionalmetamorphose zuwenden, welche die Sedimentgesteine in Zustände zurückführt, welche, wenn nicht identisch, so doch sehr ähnlich sind dem Zustand des Ausgangsmateriales, mit dessen Zerstörung unser Kreislauf eingeleitet wurde, des Urgebirges und der primären Massengesteine.

Ich stehe hier wesentlich auf dem Standpunkt von BECKE und GRUBENMANN, wenn ich die Bildung der kristallinen Schiefer, soweit sie ursprüngliche Sedimente darstellen, folgendermaßen erläutere: Betrachten wir die Mächtigkeiten der Schichtenfolgen unserer jüngeren oder älteren Kettengebirge, so stellen wir fest, daß dieselben oft viele Kilometer überschreiten. Im Rheinischen Schiefergebirge als einem Fragment des Variskischen Hochgebirges der Carbonzeit findet sich eine Mächtigkeit von mindestens 6000 m zu intensiven Falten zusammengestaucht. In andern Faltengebirgen mag die Gesamtmächtigkeit der Schichtenfolgen vielleicht das Doppelte betragen; und doch sind in allen diesen Fällen, wie die Art der Gesteine zeigt, nicht viele Kilometer tiefe Becken allmählich mit Sedimenten zugefüllt worden, sondern sukzessive (bald schneller, bald langsamer, bald auch mit Unterbrechungen und Rückschlägen) ist die Basis solcher »Geosynklinalregionen« in die Tiefe gesunken, und die entstehenden marinen Sammeltröge sind ebenso sukzessive ganz naturgemäß ausgefüllt worden, da allen Transportvorgängen in letzter Linie die Schwerkraft zugrunde liegt, durch welche die entstandenen Niveauunterschiede nach Möglichkeit ausgeglichen werden. Ich habe an anderer Stelle auseinandergesetzt, daß ich die Anschauung nicht anerkennen könne, nach welcher die Geosynklinalregionen sinken sollen, weil sie mit Sedimenten überlastet würden, kann an dieser Stelle aber nicht näher hierauf eingehen. Sei dem nun, wie es will, es ist klar, daß in den Tiefen einer Geosynklinale, deren Boden Tausende von Metern unter die Lithosphärenoberfläche sinkt, sich thermometamorphe Vorgänge zeigen müssen, welche nicht nur so empfindliche Gesteine, wie wir sie in den wasserhaltigen Salzen kennen gelernt haben, sondern auch andere »normale« Gesteine umwandeln werden. Solche Umwandlungen bedingen in ihrer weiteren Steigerung jene Metamorphose, die zur Entstehung der kristallinen Schiefer führt. Es ist nicht meine Absicht, hier in Einzelheiten einzutreten. Betonen muß ich nur, daß außer der Thermometamorphose naturgemäß die Druckmetamorphose hinzutritt, welche das Wirken des BECKESchen Volumgesetzes bedingt, und welche im Verein mit vorhandenem Lösungsmittel das RIECKESche Prinzip von Bedeutung werden läßt.

Erhöht werden mag die Wirkung solcher Regionalmetamorphose durch die Tektonik der Faltengebirge, in denen, wie wir ja heute wissen, oft ganze große Mächtigkeiten in ausgedehnten Decken oft mehrfach übereinandergeschoben sind, wodurch sowohl Druck wie Temperatur in der Tiefe um so mehr gesteigert werden müssen.

Früher oder später muß aber bei diesem Hinabtauchen der Sedimentgesteine in die Tiefen der Erdrinde etwas weiteres hinzutreten, nämlich die Einwirkung des Magmas der Erdtiefe, eine Art Kontaktmetamorphose. Diese einfache Forde-

rung, die je nach der Tiefe, in der man dieses Magma annimmt, früher oder später erfüllt werden muß (die Tiefenlage des Magmas ist sehr verschieden, wie ja der rezente Vulkanismus an sich schon beweist), scheint mir die Lösung zu bieten für den Zwiespalt, der das Lager der Petrographen bezüglich der Entstehung der kristallinen Schiefer in zwei Hälften teilt. In gewissem Grade dürften beide Richtungen Recht haben, nur muß man sich hüten, Erfahrungen, die in einem engeren Gebiete gemacht worden sind, zu verallgemeinern, wie es gerade hierbei mehrfach geschehen ist. Zweifellos erklärt die Annahme der Druck- und Thermometamorphose die Erscheinungen, welche in den geringeren Erdtiefen mit den in Versenkung begriffenen Sedimentgesteinen vor sich gehen, besser, als die Annahme der Injektion und Kontaktmetamorphose. Andererseits treten diese beiden in den Vordergrund, wo die Nähe eines vielleicht garnicht tief gelegenen Lakkolithen oder die tiefe Versenkung in die Nähe des Magmas der Erdtiefe die Vorbedingungen hierzu geschaffen hat. Es ist leicht verständlich, daß unter diesen Umständen Gesteine entstehen müssen, deren Mineralkomponenten mit denen der Eruptivgesteine der betreffenden Zone übereinstimmen und den chemisch-physikalischen Bedingungen, welche dort herrschen, entsprechen. Aus alledem aber geht hervor, daß die Gliederung, welche man früher als den Ausdruck einer Altersverschiedenheit der betreffenden Gesteine aufgefaßt wissen wollte, nämlich die Gliederung in Gneis, Glimmerschiefer und Phyllit, dieses nicht ist, sondern vielmehr der Ausdruck der verschieden tiefen Versenkung in die Erdrinde, welcher entsprechend den wechselnden chemisch-physikalischen Bedingungen eine verschiedene Anordnung des Stoffes eignet.

Und so komme ich zum Schlusse des Kreislaufes. Aus dem Material, welches den mannigfachsten Zerstörungs- und Verwitterungsvorgängen unterlegen ist, welches auf den mannigfach verschiedenen Transportwegen eine Auslese nach den verschiedensten Prinzipien erlitten hat, und über welches nach der Wiederablagerung manche Umwandlungen hinweggegangen sind, aus diesem Material wird schließlich doch einmal wieder etwas substantiell Ähnliches, wenigstens wenn wir größere Gesteinskomplexe und nicht einzelne dünne Gesteinslagen in Rücksicht ziehen, und wenn wir schließlich auch denken an die Resorption großer Gesteinsmassen durch das Tiefenmagma, eine Vorstellung, welche den Anschauungen amerikanischer Geologen über die Art des Durchschmelzens aufsteigender Magmamassen entsprechen würde, wie sie in ähnlicher Weise auch ED. SUESS vertritt.

So stehen wir nunmehr wieder dort, wo wir ausgegangen waren, im »Grundgebirge«, das wir wegen der erläuterten Entstehung als solches und nicht als Urgebirge oder Archäicum zu bezeichnen uns gewöhnen sollten, und in den Eruptiv- oder »primären« Gesteinen und finden den Anschluß an die Erscheinungen der inneren Dynamik, deren Hauptzüge kennen muß, wer die äußere Dynamik verstehen will.

Im Anschluß hieran mag es gestattet sein, in einer Art Tabelle vorzuführen, wie sich die Anordnung einer allgemein-geologischen Sammlung zweckmäßigerweise unter Zugrundelegung des erläuterten Kreislaufes vornehmen läßt. Als Beispiel diene, wie gesagt, die neu aufgestellte Marburger Sammlung.

### 1. Gesteinszerstörungsvorgänge.

#### a) Mechanische Zerstörungsvorgänge.

Frostsprengung.

Gletscherschliffe.

Polierte und gekritzte Geschiebe (Facettengeschiebe).

Wirkung starker Temperaturschwankungen: Insolationssprünge, Desquamation.

Windschliff (natürliches Sandstrahlgebläse).

Dreikanter.

Gegenseitige Abnutzung der in Transport befindlichen Komponenten im fließenden Wasser, in der Meeresbrandung oder im Küstenstrom. (Überleben des Härtesten, z. B. alpine Radiolarite in den Schottern des Rheinstroms. Edelsteinseifen).

Wassererosion mit Hilfe mitgeführten suspendierten Materials (Strudel-löcher). Ein sehr instruktives, von Herrn Dr. RICHTER gestiftetes Stück zeigt die gleiche Erscheinung, welche durch Auftropfen von Wasser auf kleine Geschiebe Vertiefungen in der Sinterkruste des Höhlenbodens einer Tropfsteinhöhle erzeugt hat.

Brandungserosion. (In derselben Weise erzeugen kleine Wellen durch Hin- und Herschieben kleiner Geschiebe runde Vertiefungen in weichen Gesteinen, wie das der Verf. an dem weichen Hoburgensandstein des südlichen Gotland feststellen konnte, eine Erscheinung, welche durch zwei instruktive Stücke von Oeland und Gotland vertreten ist.)

b) Gesteinszerstörung durch einfache Auflösung.

Entstehung von Karren auf Gips und Kalk.

Auflösung von Klüften aus.

Auslaugung von Kalkfossilien. Schaumkalkbildung. Zellenkalke. Hohle Gerölle. »Kramenzelkalk«. Tigersandstein. (Besonderes Interesse verdient die Auslaugung des Quarzes aus dem Schriftgranit von Skarpö in den Schären von Stockholm, eine Erscheinung, welche deshalb so schwer zu erklären ist, da der Feldspat keine Spur von Angriffen durch irgendein Lösungsmittel erkennen läßt.)

e) Chemische Zerstörungsvorgänge, Verwitterung im eigentlichen Sinne.

Verwitterungsrinden. Bleichung von der Oberfläche und von Klüften aus, durch Oxydation der Bitumina. Oxydation der Eisenverbindungen.

Kugelschalige Verwitterung, Liesegangsche Diffusionsringe.

Gipsbildung aus verwitterndem Schwefelkies. Entstehung des Schlangengipses aus Anhydrit durch Wasseraufnahme.

Kaolinbildung. Tonige Zersetzung. (Entstehung der Ackererde.)

Terra rossa. Laterit und Bauxit.

Entstehung der Bleichsande, Auslaugung des Eisengehaltes durch die sogenannten Humussäuren, nochmals Kaolinbildung. Einförmig helle, graue Färbung der Gesteine der Kohlenformationen.

Ortsteinbildung. Raseneisensteine. Bohnerze.

»Schutzrinden« der Trockengebiete. Kataraktrinden.

Verkieselung der Gesteine in Wüsten. [(Vgl. PASSARGE und KALKOWSKY). Diese Verkieselung ist nach den übereinstimmenden Angaben verschiedener Forscher (ZITTEL, FUTTERER, BERGEAT, STROMER) das Ergebnis eines eigentümlichen, mit der Verwitterung in Zusammenhang stehenden Vorganges, der aber noch eingehender Untersuchung bedarf.]

Anreicherung und Wiederausscheidung von bei der Verwitterung in Lösung übergeführten Substanzen: Dendriten. Limonitanreicherungen auf Klüften des Buntsandsteins. Tropfsteinbildungen.

d) Gesteinszerstörung durch Organismen.

Durch Pflanzen: Flechten. Mechanische Gesteinslockerung durch Wurzeln. Chemische Auflösung von Kalk durch die von den Wurzeln ausgeschiedenen Säuren. Furchensteine des Genfer Sees, Chiemsees, Canadas usw.

Durch Tiere: Bohrlöcher und Bohrgänge. Gesteinszerstörung durch Seeigel (durch 2 sehr schöne Stücke von St. Nazaire, Bretagne, vertreten).

## 2. Sedimentationsvorgänge.

### a) Arten der Schichtung:

Normale Schichtung.

Diskordante und Kreuzschichtung, Diagonalschichtung. Flußgeschiebeschichtung.

Störung der normalen Schichtung: Sandsteinkegel. (Neuere Funde im Marburger Unterdevon, aus dem ich diese Dinge kürzlich beschrieben habe, haben ergeben, daß hier tatsächlich, wie ich vermutet hatte, und wie es mit der von mir angenommenen Entstehungsweise gut harmoniert, eine Lage mit Wellenfurchen das unmittelbare Hangende bildet.)

### b) Eigenschaften der Schichtflächen. (Diese Schichtflächen der Sedimentgesteine sind als Teile früherer Lithosphärenoberflächen von großer Bedeutung für die Paläogeographie, ihr genaues Studium daher mit einer Hauptaufgabe des Sedimentpetrographen.)

Rotfärbung der permischen Landoberfläche und tiefgründige Zersetzungsercheinungen in der Tertiärzeit in Deutschland.

Frühzeitig erhärtete Meeresbodenoberflächen mit Anbohrungen. (Französische Kreide, Deutscher Muschelkalk).

Wellenfurchen.

Kriechspuren.

Fließwülste. Rieselspuren. Manche Hieroglyphen.

Ätzsuturen.

Trockenrisse. Rezente und fossile Tondüten; letztere sind in ausgezeichneten Platten aus dem Marburger Buntsandstein vertreten, die den zuerst durch VAN WERVEKE aus dem elsäß-lothringischen Buntsandstein beschriebenen an Schönheit nicht nachstehen.

Regentropfeneindrücke.

Steinsalzpseudomorphosen.

### c) Die Beimengung und das Verhalten von Organismenresten. Die Einbettung der Ammoniten im Solnhofener Plattenkalk (vgl. ROTH-PLETZ.)

Die gesetzmäßige Lage der Fossilien zur Schichtung und zur Schichtober- und -unterfläche.

## 3. Die Diagenese der Sedimente.

Gesteinsverhärtung. Tutenmergelbildung.

Umwandlung des Aragonits von Fossilien in Kalkspat (z. B. bei quartären Riffkorallen).

Neubildung von Schwefeleisen und Glaukonit.

Kieselringe, Feuersteinbildung.

Konkretionsbildung: Unterscheidung von Konkretionen mit durchgehender Schichtung und solchen, bei deren Entstehung die ursprüngliche Schichtung gestört und das Sediment beiseite gedrängt worden ist (Äußerung der »Krystallisationskraft«).

Konkretionen und Fossilien. Die Erhaltungszustände der Fossilien: Steinkerne und Abdrücke. Skulptursteinkerne. Verkieselung und Verkiesung (Kiessteinkerne und in Kies verwandelte Skelettsubstanzen, z. B. Spongien; dünne Kiesbeschläge auf den Fossilien). Sekundäres Kalkspatwachstum im Innern hohler Echinodermen (z. B. Ananchyten aus der Schreieckkreide). Verschwinden der feineren Strukturen bei Dolomitisierung.

#### 4. Die Sedimente und die Sedimentgesteine.

##### A) Kontinentale Sedimente.

###### a) Glazialablagerungen:

Rezente und diluviale Grundmoräne.

Fluvioglazialbildungen, Schotter und Sande.

Ältere Glazialbildungen: Z. B. Permische Grundmoräne mit Facettengeschieben.

###### b) Fluviale Ablagerungen.

Schotter, Sande. Goldsand des Rheines. Ältere Flußablagerungen: Z. B. Kieseloolithschotter des Rheingebietes. Sandsteine des mittleren Keupers.

###### c) Klastische Ablagerungen:

Festländische Arkosen. Old Red. Windgeschliffene Geschiebe aus dem Cambrium, Rotliegenden, Zechstein (von Marburg), Buntsandstein.

###### d) Chemische Sedimente der Trockengebiete:

Salze, Salpeter. Wüstenverkieselung, Buntsandstein-Carneol.

Buntsandstein-Rogenstein, Stromatolithe. Steppenkalke.

###### e) Äolische Sedimente:

Dünensande. Löß.

###### f) Knochenbreccien in Höhlen und Spalten.

###### g) Koprolithen in Wüsten und Steppengebieten (vom Lama, Kamel usw.). Guano.

###### h) Limnische Sedimente: Sande, Sandsteine, Tone, Tonschiefer. Kalke (Conferven-, Phryganeen-, Cypris-, Schneckenkalke). Süßwasseroolithe und Sinterbildungen. Diatomeenerden, Kieselgur. Seekreiden (Dolomitische Seekreide von Garbenteich im Vogelsberg). Kaustobiolithe: Fossile Harze (Bernstein). Liptobiolithe. Sapropelite und das daraus abgeleitete Petroleum, Asphalt, Erdwachs. Torf und Kohlen.

###### i) Quellsedimente vadoser Herkunft.

##### B) Lagunäre Sedimente.

Salze des Zechsteins, Röts, mittleren Muschelkalks, mittleren Keupers, Mündermergels und Mitteloligocäns in Deutschland.

Anhydrit und Gips.

Bunte Mergel und Dolomite. Sande. Sandsteine und Quarzite.

(Schwefelablagerungen Siziliens und verwandte Lagerstätten).

##### C) Meeressedimente.

###### Rezente Meeressedimente:

###### a) Strand- und Schelfablagerungen.

Brandungsschotter. Sande.

Riffkalke: Korallenriffkalke, Algenkalke (Lithothamnienriffe).

Oolithsande.

Küstenferne Sedimente: (Dank der Zuvorkommenheit des Herrn Professor VON DRYGALSKI in München ist die Marburger Sammlung in den Besitz der Grundprobensammlung gekommen, welche E. PHILIPPI für seine wertvollen Untersuchungen über die Grundproben der Deutschen Südpolar-Expedition auf dem »Gauß« benutzt hat. Der Rest der Grundproben des »Gauß« liegt im Berliner Museum für Meereskunde.)

###### b) Hemipelagische Ablagerungen:

Blauer und roter Schlick (incl. glazialmarine Sedimente).

Grünsand und grüner Schlick.

Kalksand und Kalkschlick.



## c) Eupelagische Ablagerungen:

Kalkreich: Globigerinenschlamm nebst der Facies des Pteropodenschlammes.

Kalkarm, bzw. -frei: Roter Tiefseeton nebst der Facies des Radiolarienschlammes. (Manganknollen!) Diatomeenschlamm.

## Fossile Meeressedimente:

## Vorwiegend detritogene Sedimente der Flachsee.

Schotter, Konglomerate, Breccien.

Sande, Sandsteine, Quarzite (Grauwacken).

Grünsande und Grünsandsteine.

Bonebeds.

## Vorwiegend organogene Sedimente der Flachsee:

Korallenriffkalke; Bryozoenriffkalke; Algenriffkalke: Sphärocodienkalke des schwedischen Obersilurs, des deutschen Muschelkalkes (WAGNER).

Gypoporellen-, Nulliporen-, Lithothamnienkalk. Daraus hervorgegangene Dolomite.

Foraminiferenkalk: Fusulinen-, Nummuliten-, Alveolinenkalk.

Crinoiden-, Trochitenkalk. Echinodermenbreccien.

Serpulit.

Gastropoden- und Bivalvenkalk.

Bryozoen- oder Tuffkreide.

## Chemische oder halmyrogene Sedimente:

Marine Kalkoolithe und Rogensteine. Stromatolithe.

Marine Eisenoolithe und Eisensteinkonglomerate.

Marine Dolomite.

## Vorwiegend detritogene, bathyale Sedimente:

Kalksteine, Kieselkalksteine, Mergel, Tone.

Abnorm bitumen- und schwermetallsulfidreiche Sedimente schlecht ventilierter Meeresteile: Rußschiefer, Alaunschiefer, Graptolithenschiefer, Kupferschiefer, Pyritschiefer (Bundenbacher, Wissenbacher, Büdesheimer Schiefer). Kieslager (Rammelsberg, Meggen).

Schreibkreide.

## Sedimente der Tiefsee:

Knollenkalk.

Globigerinengesteine: Globigerinenkalksteine, Couches rouges.

Radiolarite und Kieselschiefer (Adinole). Tiefseetone. Manganerze in Verknüpfung mit solchen.

**5. Metamorphosen der Sedimentgesteine.**

Wirkungen des Gebirgsdruckes. Druckschieferung (Griffelschiefer).

Stylolithen und Drucksuturen. Entstehung von Rutschflächen. Eindrücke auf Geröllen.

Metasomatische Verdrängungen durch vadose Quellwässer oder Thermen: Nachträgliche Dolomitisierung und Verkieselung von Kalksteinen. Phosphoritbildung auf Kalkstein (Nassau). Verdrängung von Kalkstein durch Eisen-Manganerze oder Zink- und Bleisulfide.

Roteisenstein- und Eisenkieselbildung in Verknüpfung mit Schalsteinen im Rheinischen Devon.

Kontaktmetamorphose an Ergußgesteinen. Produkte von Erdbränden. Blitzschmelzungen. Blitzröhrenbildung in Sanden.

Regionalmetamorphose, Bildung der Paragesteine unter den kristallinen Schiefen: Aus der großen, durch die während des beschriebenen Kreislaufes erfolgten Umgruppierungen des Stoffes (welche

nach den verschiedenartigsten Prinzipien arbeiteten) entstandenen Mannigfaltigkeit dieser Gesteine ist es nur möglich, eine kleine Auswahl charakteristischer Typen aufzustellen, wobei angenommen wird, daß das Grundgebirge in seiner Gesamtheit einschließlich der eruptiven Orthogesteine eine besondere Aufstellung erfährt.

Konglomeratgneise. Dynamometamorphe Marmore. Eisenoolithe des alpinen Doggers, in Magnetitschiefer umgewandelt (zur Erläuterung des BECKESCHEN Volumgesetzes). Metamorphes Carbon des Wallis mit Pflanzenresten. Phyllite des Taunus. Graphitquarzite, Graphitgneise, Kinzigite.

Kontakthöfe von Tiefengesteinen. Resorption eingeschlossener Schieferschollen (basische Anreicherungen und Schlieren mancher Petrographen).

So stehen wir am Schluß der Darstellung unseres Kreislaufes, der einmal bestimmt ist, dem besseren Verständnis der Sedimentbildung und -umbildung zu dienen, zum andern aber auch geeignet sein dürfte, die gesamte äußere Dynamik der Erdrinde, deren treibende Kräfte die Schwerkraft und die Atmosphärien sind, in gleichsam logischem Aufbau vorzuführen. Es braucht kaum betont zu werden, daß dieser Kreislauf keineswegs immer in gleichem Sinne verläuft. Auch bei diesem, wie bei allen geologischen Kreisläufen gibt es Rückschläge, kann ein Teil der von denselben ergriffenen Materie wieder herausgenommen werden, um schließlich aber doch, wenn auch auf Umwegen, wieder in denselben einzutreten und zum ursprünglichen Zustand zurückzukehren.

Es wäre zu wünschen, daß auch andere Museen der hier gegebenen Anregung in bezug auf Aufstellung und Anordnung ihrer allgemein-geologischen Sammlungen folgen wollten. Leider liegt ja bei uns in Deutschland die Sache so, daß es nur wenige halbwegs vollständige derartige Sammlungen gibt, da eben viele Dinge hineingehören, auf welche bisher nur wenig geachtet, oder welche wenigstens nicht gesammelt worden sind. Käuflich ist Derartiges vielfach nicht zu haben<sup>1)</sup>. Wenn ich aber in der Lage war, mit der Marburger Sammlung diesen Kreislauf in so vollständiger Weise darzustellen, so verdanke ich das in der Hauptsache der unermüdlichen Fürsorge des Direktors derselben, welcher nicht nur die Hauptmasse dieser Sammlung zusammengebracht hat, sondern auch bis zum Abschluß meiner Neuaufstellung immer und immer wieder die Bestände des Institutes daraufhin durchgesehen hat, ob und was dafür noch brauchbar war. Daß hier und da noch Lücken sind, wird keiner übelnehmen. Ohne alle Frage kann man über die Einordnung und Anordnung mancher Dinge streiten, wie es sich manchmal auch nicht vermeiden läßt, das eine oder andere Objekt an verschiedenen Stellen einzuordnen, z. B. die Kaolinbildung bei der Feldspatverwitterung und bei der Auslaugung der Eisenverbindungen durch die sogenannten Humussäuren. Unschwer könnte man sodann noch vielmehr ins einzelne gliedern, als ich es vorläufig getan habe. Jeder muß sich eben nach seinem Platz und dem vorhandenen Material richten. Jede Sammlung wird auch ihre

<sup>1)</sup> Das stimmt noch heute ebenso, wie vor nunmehr über 20 Jahren, als ALB. HEIM in der einzigsten mir bekannt gewordenen Publikation über Aufstellung geologischer Sammlungen (ALB. HEIM: »Über Sammlungen für allgemeine Geologie« in Festschrift zur Feier des fünfzigjährigen Doktor-Jubiläums der Herren Prof. Dr. Karl Wilhelm von Nägeli in München und Geheimrat Prof. Dr. Albert von Kölliker in Würzburg, herausgegeben von Universität, Eidgenöss. Polytechnikum und Tierarzneischule in Zürich. Zürich, Albert Müllers Verlag 1891. gr. 4°. 8 p.) schrieb: »Man muß die meisten derselben selbst suchen«. Und dem ist gut so!

Spezialitäten in besonderer Vollständigkeit und Schönheit aufzustellen haben, wie die Marburger Sammlung z. B. ihre Wellenfurchen und Tutenplatten aus dem Marburger unteren Buntsandstein. Jedenfalls aber ist zu wünschen, daß auf diese Weise die allgemeine Geologie, die lange Zeit in Deutschland durch die Stratigraphie und die Paläontologie ganz in den Hintergrund gedrängt worden ist, allmählich eine nachhaltige Förderung erfahre, und die Kenntnis ihrer für jeden Menschen so wichtigen Lehren eine allgemeinere werde, als es bisher der Fall ist.

## Bemerkung zu einem Aufsatz von J. J. Sederholm.

Von J. Koenigsberger.

In seinem Aufsatz über die Entstehung der migmatitischen Gesteine veröffentlicht J. J. SEDERHOLM<sup>1)</sup> einige kritische Bemerkungen u. a. über zwei Aufsätze d. V. Hierauf soll kurz eingegangen und diese Gelegenheit benutzt werden, um einiges in diesen Aufsätzen zu ergänzen. Zunächst möchte ich hervorheben, daß durch ein Versehen bei der Aufzählung S. 654 unter den Namen der Forscher leider der Name von SEDERHOLM vergessen wurde. Ein prinzipieller Gegensatz zwischen der Auffassung von SEDERHOLM und derjenigen von LEHMANN und MICHEL LÉVY, der französischen und canadischen Geologen, der ich mich im wesentlichen angeschlossen habe, besteht auch meiner Ansicht nach nicht. Es sind mehr Nuancenunterschiede in den Anschauungen, die der Klarheit wegen von mir schärfer charakterisiert wurden, als sie vielleicht von den Autoren selbst geschaut wurden.

Selbstverständlich habe ich nur hypothetisch die angegebenen Deutungen der Gesteinspartie an der Straße bei Eidsvand SEDERHOLM, HOLMQUIST, LEHMANN und MICHEL LÉVY zugeschrieben, es sollte gezeigt werden, wie ich mir die Ansichten dieser Forscher, um Klarheit zu gewinnen, zurecht gelegt habe. Vermutlich war ich seinerzeit nicht der einzige, dem es Schwierigkeiten machte, mit den älteren und neueren Begriffen wie Feldspatiation, Anatexis usw. klare Vorstellungen zu verbinden. Man kann aber wohl sagen, daß durch und seit dem Kongreß in Stockholm eine Präzisierung und eine Annäherung der verschiedenen Ansichten über die Entstehung der kristallinen Schiefer stattgefunden hat<sup>2)</sup>.

Die Abhandlung in dem Comptes rendu du Congrès géologique in Stockholm ist im Dezember 1910 eingesandt. Alle Beobachtungen und alles, was ich während und nach dem Kongreß in Stockholm gesehen und gelernt habe, ist da verwertet; das geht schon daraus hervor, daß ich Abhandlungen von HÖGBOM, LUNDBOHM, HOLMQUIST aus dem Guide du Congrès zitiere. Der Aufsatz ist nicht als Vortrag bezeichnet. Die letzten Änderungen sind bei der Korrektur im Febr. 1912 gemacht. Es schien mir kein besonderes historisches Interesse zu haben, etwa den Standpunkt vom August oder Juli 1910 festzuhalten, und anderwärts dann dasselbe ergänzt und berichtet nochmals zu publizieren.

1) J. J. SEDERHOLM, Geol. Rundschau 4. S. 174. 1913.

2) SEDERHOLM erwähnt am Schluß seiner Abhandlung auch die Lehre des Piezometamorphismus von E. WEINSCHENK. In gewisser Hinsicht haben sich die neueren Anschauungen ihr genähert, wenn man nur an Stelle von Druck setzt: Bewegung infolge einseitig überwiegenden Druckes. Daß der Druck allein praktisch viel weniger für die Gesteinsbildung von Bedeutung ist, als man früher angenommen hat und jetzt manchmal noch annimmt, kann nach den neueren Experimenten keinem Zweifel mehr unterliegen.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Geologische Rundschau - Zeitschrift für allgemeine Geologie](#)

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Andree K.

Artikel/Article: [Über die Anordnung allgemein-geologischer Sammlungen zur Erläuterung der äußeren Dynamik 53-63](#)